FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES / UCAD – SENEGAL
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE
TRAVAUX DIRIGES D'ELECTROSTATIQUE – SECTION L1PCSM – SERIE N°1, 2023/2024

EXERCICE 1 :

Dans le plan **(xoy)** d'un repère orthonormé $(o, \vec{i}, \vec{j})$, sont placées trois charges ponctuelles **-q**, **+3q** et **–2q** respectivement aux points **A(-2a,0)**, **O(0,0)** et **B(a,0)** avec **a > 0** et **q > 0**.

1°) Déterminer les expressions du champ et du potentiel électrostatiques créés au point **M(0, 2a)**

2°) Déterminer les expressions du champ et du potentiel électrostatiques créés en un point **M(x, 0)** avec $x \in]-2a, +\infty[$ et vérifier la relation $\vec{\mathbf{E}} = -\vec{\mathbf{grad}}\mathbf{V}$.

3°) Déterminer l'expression de la force électrostatique agissante sur une charge ponctuelle **q** placée au pont **D(2a,0)**.

EXERCICE 2 :

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

1°) Déterminer l'expression du 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°) On considère que la partie (0z) du fil, est supprimée.

3.1 Déterminer l'expression du champ électrostatique créé par le fil semi-infini (z'0) en un point M(r) de l'axe (0r) en fonction des vecteurs $\vec{e}_r$ et $\vec{k}$.

3.2 Déterminer la direction du champ électrostatique par rapport au plan horizontal passant par 0.

4°) TPE : En considérant que le fil infiniment long 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, 2023/2024

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 Wd du dipôle.

4°) En considérant que **r > > a** et $\ln(1+\varepsilon) \approx \varepsilon$, montrer que l'énergie du dipôle peut être donnée par la relation : $W_d = -\vec{P}.\vec{E}(M)$

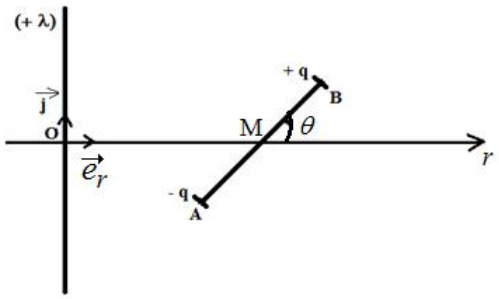


Figure 1

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 **O_1O_2 = x >> R**. La sphère **(S_2)** est reliée au sol, **Q_1** étant la charge de **(S_1) et 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 **Q_2** apparue sur **(S_2)** et du potentiel **V_1** de **(S_1)** en fonction de **Q_1**, **R** et **x**.

3°) Déterminer la capacité **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:

On considère le réseau électrique de la **figure 2** ci-dessous.

Les condensateurs du réseau, ont tous une charge électrique **initiale** $Q_i = Q_o = \frac{2}{7}C_oE_o$. A l'état **final,** les charges et les tensions sont (Q_{1f}, V_{1f}), (Q_{2f}, V_{2f}), (Q_{3f}, V_{3f}), (Q_{4f}, V_{4f}), (Q_{5f}, V_{5f}) respectivement pour les condensateurs de capacités C_0, $2C_0$, $3C_0$, $4C_0$ et $5C_0$.

1°) Reprendre le circuit à l'état final en plaçant sur chaque armature sa charge finale.

2°) Encadrer les groupes d'armatures isolées.

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

4°) Ecrire la loi aux mailles à l'état final respectivement à :

a) la maille (M, C_0, N, E_0, M)
b) la maille (M, $2C_0$, A, $3C_0$, $4C_0$, B, N, C_0, M)
c) La maille (A, $3C_0$, $4C_0$, B, $5C_0$, A)

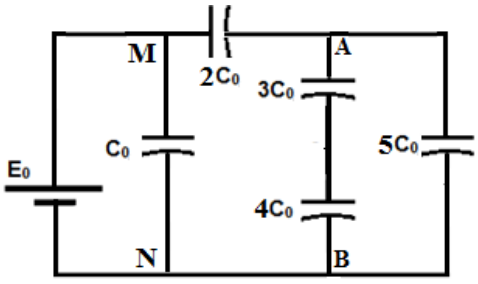


Figure 2

5°) Résoudre le système d'équations constitué par la question 3) et 4) en donnant les charges finales obtenues en fonction de C_0 et E_0.

6°) Donner la tension finale aux bornes de chaque condensateur en fonction de E_0

7°) Déterminer la capacité Ceq du condensateur équivalent à l'ensemble des condensateurs du circuit

8°) Déterminer l'énergie du condensateur équivalent à l'ensemble des condensateurs du circuit