

Série de TD n°3 (À traiter en deux séances et demie)

Exercice N°1

Trois charges $q_1=$, $q_2=-q$, $q_3=q$ (q est une charge positive) sont placées dans le plan (OXY) suivant les coordonnées respectives : $A_1(-a,0)$, $A_2(0,0)$, $A_3(a,0)$.

1. Calculer le potentiel électrique V créée par ces charges au point $(0,y)$ et $y>0$. En déduire le champ électrique total \vec{E} en ce point.
2. Calculer l'énergie potentielle interne du système U_{syst} composé de ces trois charges.
3. Calculer l'énergie potentielle électrique U d'une charge $q'=q$ placée en M (avec $y=a$).

A.N : $a=6\text{ cm}$; $q=8\times 10^{-10}\text{ C}$

Exercice N°2

1. Trouver l'expression du champ $\vec{E}(x,y)$ électrique qui dérive du potentiel électrique suivant :

$$V(x,y) = x(y^2 - 4x^2)$$

2. Trouver le potentiel électrique $V(x,y)$ associé au champ électrique suivant :

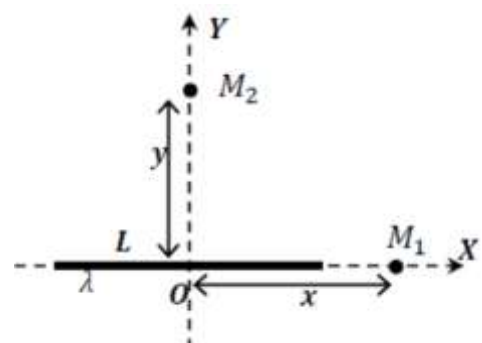
$$\vec{E}(x,y) = a(y\vec{i} + x\vec{j}) ; V(1,1) = 0$$

Exercice N°3

Considérons un segment de droite de longueur L chargée uniformément avec une densité linéique ($\lambda>0$). Figure ci-contre

1. Trouver le potentiel créé au point M_1 ($V=0$ à l'infini).
2. En déduire le champ électrique $\vec{E}_{M_1}(x)$ au point M_1 .
3. Que devient $\vec{E}_{M_1}(x)$ quand $x\gg L$.
4. Trouver le potentiel au point M_2 .

On donne : $\int dz/\sqrt{z^2 + c^2} = \ln(z + \sqrt{z^2 + c^2})$

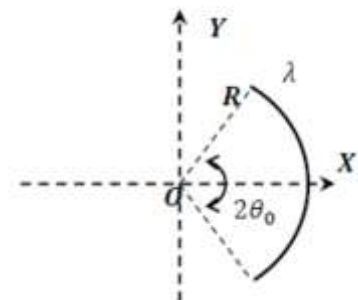


Exercice N°4

Un fil ayant la forme d'un arc de cercle de rayon R est contenue dans le plan (XOY) comme le montre la figure ci-contre.

La densité de charge λ du fil en fonction de θ est donnée par la relation $\lambda=\lambda_0.\cos(\theta)$ tel que $\lambda_0=\text{constante}$.

θ est l'angle polaire (défini par rapport à l'axe OX) et l'angle $2\theta_0$ formé par le fil est centré sur l'axe OX .

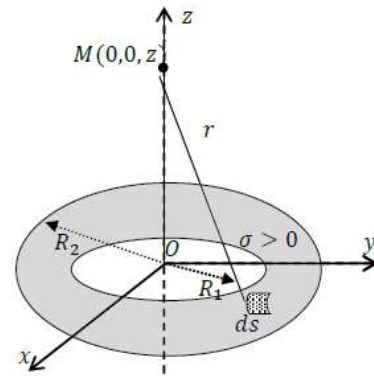


1. Montrer que la densité de charge λ est symétrique par rapport à l'axe OX .
2. Trouver le potentiel électrostatique $V(O)$ créée par cette distribution au point d'origine O .

Exercice 5 :

On considère un disque de centre O et de rayons intérieur R_1 et extérieur R_2 . Ce disque est uniformément chargé avec une densité surfacique $\sigma > 0$ (Figure ci-contre).

1. Trouver, par un calcul direct, le potentiel $V(M)$ créé par ce disque en un point M de son axe $Z'OZ$, tel que $OM = z > 0$. Dédurre le champ électrique au point M .
2. Dédurre le potentiel électrostatique dans le cas d'un disque plein et dans le cas d'un plan infini.
3. Si le disque avec la figure ci-contre est chargé avec une densité non uniforme $\sigma = \rho_0 r$, où ρ_0 est une constante et r la distance par rapport au centre O , calculer le potentiel électrostatique $V(O)$ créé par la distribution au point O .

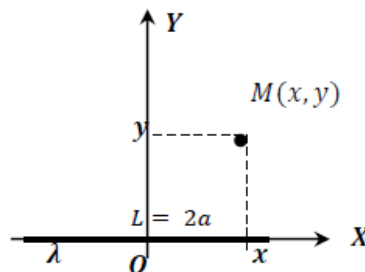


Exercices Supplémentaires

Exercice S1

Considérons un segment de droite de longueur $L=2a$ chargée uniformément avec une densité linéique λ .

1. Trouvez le potentiel électrique produit par cette distribution au point (x, y) .
2. Trouvez le champ électrique en M quand la distance OM est très grande par rapport à L .



Exercice S2

I.

Soit un fil circulaire de centre O et de rayon R chargé positivement avec une densité uniforme λ .

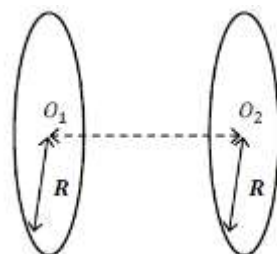
1. Calculer le potentiel créé par cette distribution au centre du cercle.
2. Calculer le potentiel créé en un point M situé sur l'axe du cercle perpendiculaire à son plan et ayant une distance z par rapport à O . ($V=0$ à l'infini)

II.

Deux anneaux circulaires de $R=5\text{ cm}$ chacune sont disposés comme le montre la figure ci-contre.

La distance $O_1O_2=12$. Et leurs charges respectives $q_1=8 \times 10^{-7}\text{ C}$ et $q_2=5,8 \times 10^{-7}$.

1. Calculer la différence de potentiel entre les deux centres des cercles.
2. Calculer le travail nécessaire pour déplacer une charge ponctuelle $q=6 \times 10^{-9}\text{ C}$ du centre d'un anneau à l'autre.



Exercice S3

Un disque, de centre O de rayon intérieur a et de rayon extérieur b , est chargée d'une densité surfacique non uniforme $\sigma=\rho_0.r$ et placé dans le plan (XOY) .

ρ_0 =constante et r est la distance par rapport au centre de la distribution O .

1. Trouver la charge totale Q en fonction de ρ_0 , a et b .
2. Trouver le potentiel électrostatique V_O créé au point O .

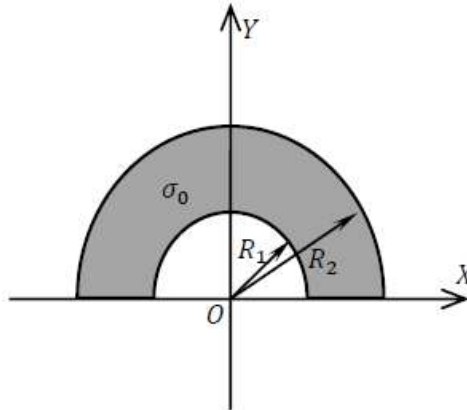
Exercice S4

Une distribution surfacique uniforme de densité σ_0 ayant la forme d'un demi-disque de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2 est placée dans le plan (OXY) (figure ci-dessous).

- Trouver le potentiel électrostatique V_0 créée par cette distribution au point $O(0,0)$.

Soit un disque complet de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2 centré en $O(0,0)$ et portant une distribution surfacique $\sigma = \sigma_0 |y|/y$.

- Dédire de la question 1. le potentiel électrostatique V_0 créée par ce disque en son centre $O(0,0)$.



Exercice S5

Un dipôle électrique situé au centre des coordonnées et dirigé selon l'axe (Oz) . Le potentiel électrique créé aux positions lointaines ($r \gg a$) est :

$$V(r) = \frac{P \cos \theta}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

1-Dédire l'expression du champ électrique.

2-Montrer qu'on peut écrire le moment dipolaire électrique et le champ électrique respectivement sous

les formes : $\vec{P} = P(\cos \theta \vec{e}_r - \sin \theta \vec{e}_\theta)$ et $\vec{E} = [3(\vec{p} \cdot \vec{r}) \frac{\vec{r}}{r^2} - \vec{P}] \frac{1}{4\pi \epsilon_0 r^2}$

Exercice S6

Le moment dipolaire électrique d'un dipôle électrique situé à l'origine des coordonnées est donné par la relation : $\vec{P} = (5 \vec{i} + 2 \vec{j} - 5 \vec{k})$ en $(\mu C \cdot m)$

Trouver le champ et le potentiel électriques au point $A(1,2, -3) m$.