

Série de TD n°2 (À traiter en deux séances et demie)

Exercice 1 :

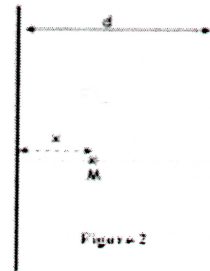
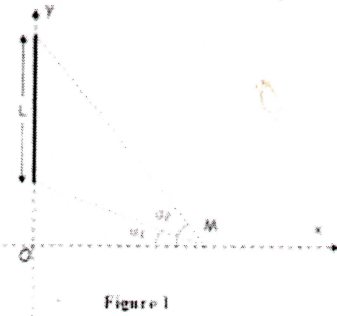
Deux charges ponctuelles $3q$ et $-q$ ($q > 0$) sont placées, respectivement à l'origine O d'un axe $x'Ox$ et au point A d'abscisse $x = a$ ($a > 0$).

- Déterminer le champ électrique dans les trois régions : $x > a$, $0 < x < a$ et $x < 0$.
- En quel point sur l'axe $x'Ox$ peut-on placer une charge q' pour qu'elle soit en équilibre.

Exercice 2 :

Un fil de longueur L placé suivant l'axe Oy est uniformément chargé avec une densité linéique positive $\lambda_1 = \lambda$ (Figure 1).

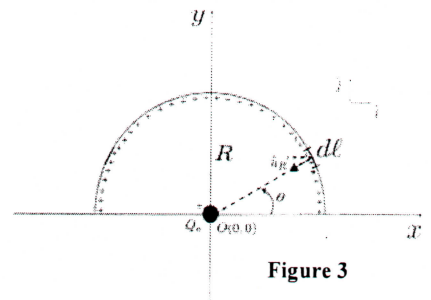
- Donner l'expression des composantes du champ électrique créée par ce fil au point M situé sur l'axe Ox , tel que $OM = x$, en fonction de α_1 et α_2 .
- Que sera l'expression du champ lorsque le fil devient infini ?
- On place maintenant un second fil infini de densité linéique $\lambda_2 = -\lambda$, à une distance d du premier fil (Figure 2). Donner l'expression du vecteur champ électrique créée par les deux fils en un point M situé à une distance x du premier fil.



Exercice 3 :

Soit un fil demi-circulaire de centre $O(0,0)$ et de rayon R (Figure 3) chargé par une densité de charges électriques linéique uniforme et positive ($\lambda > 0$). Une charge ponctuelle positive $Q_0 = +2q$ est placée au centre $O(0,0)$. Dans la base cartésienne (\vec{i}, \vec{j}) :

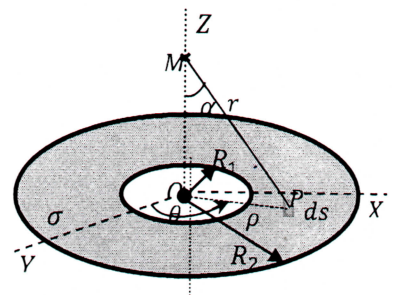
- Déterminer le vecteur champ électrique total $\vec{E}(O)$ créé par le fil au centre $O(0,0)$.
- Déterminer le vecteur de la force électrique \vec{F}_{Q_0} agissant sur une charge Q_0 placée au centre $O(0,0)$.



Exercice 4 :

Soit un disque percé de centre O et de rayon intérieur R_1 et extérieur R_2 chargé uniformément avec la densité surfacique uniforme σ positive.

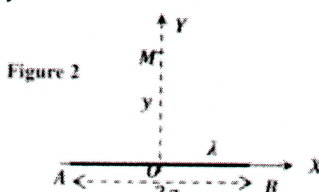
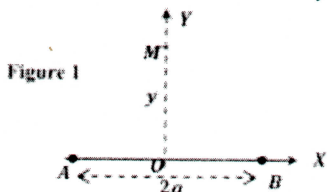
- Déterminer $\vec{E}(M)$ le champ électrostatique créé par la charge du disque au point M .
- Examiner les deux cas d'un disque non percé ($R_1 = 0$) et d'un plan infini ($R_1 = 0$ et $R_2 \rightarrow +\infty$).



Exercices supplémentaires

Exercice S1

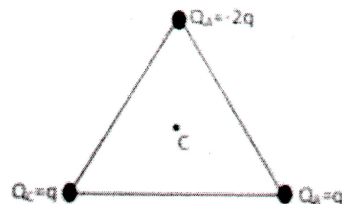
1. Calculez le champ électrique créé au point M par deux charges identiques $Q/2$ placées aux points A et B séparées par une distances $2a$, comme le montre la figure 1.
2. Calculez le champ créé au point M par une charge Q distribuée uniformément sur un segment de droite de longueur $2a$ (densité de charge $\lambda > 0$), comme le montre la figure 2.
3. Comparez les deux résultats dans les cas où $y \gg a$ et $y = a$.



Exercice S2

Soient trois charges ponctuelles Q_A , Q_B et Q_C placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a , comme représenté sur la figure ci-contre ($q = 1nC$).

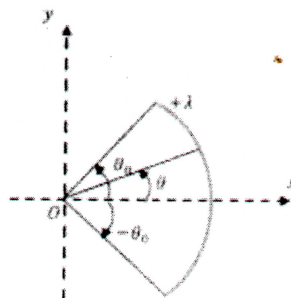
1. Déterminer et représenter le vecteur champ électrique créé par ces trois charges au centre de gravité C du triangle.
2. Un électron est placé au centre du triangle. Donner l'expression de la force appliquée sur l'électron.



Exercice S3

Une tige mince, en forme d'arc de cercle de rayons R_1 , uniformément chargée avec une densité linéique de charge $(+\lambda)$. Cet arc forme un angle total $2\theta_0$ symétrique par rapport à l'axe (OX) .

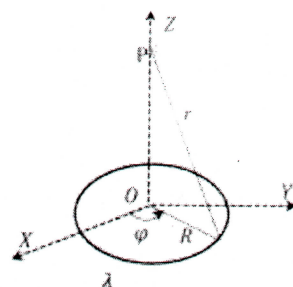
1. Déterminer l'expression du champ électrostatique \vec{E} à l'origine O ;
2. Que devienne l'expression du champ dans les cas où $\theta_0 = \pi/2$ (demi-cercle) et $\theta_0 = \pi$ (cercle entier).



Exercice S4

Une charge linéaire ($\lambda > 0$) est répartie uniformément sur un fil en forme d'anneau de rayon. (figure ci-dessous).

- 1- Déterminer le champ électrique produit par le fil au point P situé sur l'axe Oz à une distance z du centre.
- 2- Trouver le potentiel électrique produit au point P par deux méthodes.
- 3- Déterminer par le calcul le point pour lequel le champ électrique est maximal.



Exercice S5

1. Considérons deux plans infinis. Le premier plan est chargé positivement avec une densité surfacique $(+\sigma)$ et le second plan est chargé négativement avec une densité surfacique $(-\sigma)$. Déterminer le champ électrique créé par les deux plans en un point M quelconque de l'espace dans les cas suivants :
 - Les deux plans sont parallèles et séparés par une distance d ;
 - Les deux plans sont perpendiculaires.
2. Que devienne l'expression du champ si les deux plans sont chargés de la même charge.
3. Répéter la question 1 pour le cas de deux fils infinis. Le premier plan est chargé positivement avec une densité linéique $(+\lambda)$ et le second plan est chargé négativement avec une densité linéique $(-\lambda)$.