Université Cheikh Anta DIOP de Dakar 2024-2025
Faculté des Sciences et Techniques
Département de Physique

TD de physique : Electromagnétisme _ Semestre 3

L2PCSM Physique – Chimie

Exercice 1 : Notions de Symétrie

Soit un fil de longueur fini 2L chargé, centré en O, de densité linéique uniforme λ, disposé sur l'axe Oz d'un repère cylindrique de base orthonormée ($\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z$).

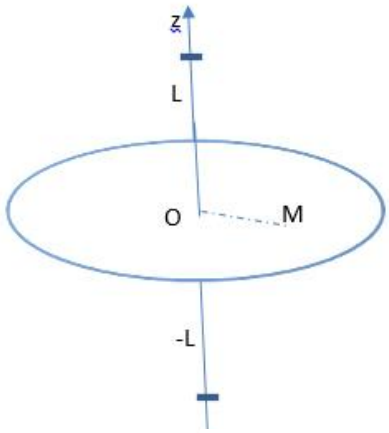


Fig. 1

1. La distribution possède t- elle des invariances ? justifier la réponse.
2. Quelle est la direction du champ électrique en un point M du plan horizontal ?
3. Déterminer le champ électrique $\vec{E}(M)$.
4. Déterminer le champ électrique $\vec{E}(M)$ lorsque le fil est considéré comme infiniment long.

Exercice 2 : Symétrie

I. On considère un cercle de centre O et de rayon R, portant une densité linéique uniforme de charges λ, comme l'indique la *figure.2.*

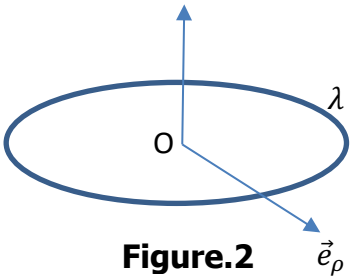


Figure.2 $\vec{e}_\rho$

1. Quelles sont les invariances de cette distribution de charges ?
2. La distribution admet-elle des plans de symétrie ou d'antisymétrie. Justifier la réponse.
3. Déterminer le champ électrostatique au point O, centre de la distribution circulaire.

II. On considère la distribution de courant de la *figure.3.*

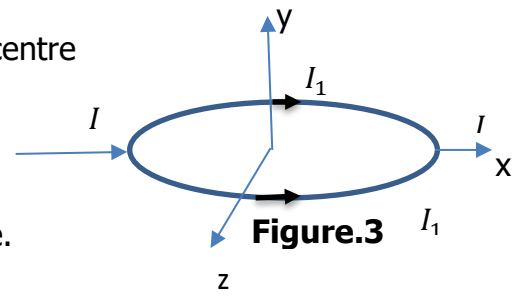


Figure.3

1. Cette distribution admet-elle des invariances ?
2. Déterminer ses plans de symétrie et d'antisymétrie.

Exercice 3 : Circuit en mobile dans un champ magnétique uniforme

Le circuit ci-dessous se déplace avec une vitesse $\vec{v} = v\vec{e}_x$constante. Le champ $\vec{B} = B\vec{e}_z$ est uniforme, stationnaire et existe seulement dans la région indiquée par les deux lignes verticales. Dans ce qui suit, il faudra examiner séparément les cinq phases suivantes de la position du circuit par rapport au champ : à gauche, phase d'entrée, à l'intérieur, phase de sortie, à droite.

1. Calculer la force magnétique $\vec{F}_m$ sur les charges libres des conducteurs.
2. Calculer la f.e.m.
3. Choisir une surface associée au circuit et calculer le flux Φ_B.
4. Calculer la f.e.m.

Bonne chance

5. Vérifier que le courant génèré par le générateur induit crée un champ magnétique s'opposant aux variations de Φ_B.
6. Calculer la puissance dissipée dans la résistance.
7. Montrer que cette puissance provient du travail fourni par la force extérieure qui maintient la vitesse constante.

Exercice 4 : Équations de Maxwell et Ondes

On considère un milieu physique, caractérisé par les constantes du vide μ_0 et ε_0 en l'absence de courant et de charges.

1. Écrire les équations de Maxwell relatives à ce milieu.
2. Établir l'équation de propagation du champ électrique $\vec{E}$ et du potentiel scalaire V.

On suppose maintenant que le champ électrique $\vec{E}$ s'écrit :

$$\vec{E} = \vec{e}_z E_0 \cos(\omega t - kx)$$

3. Déterminer les composantes du champ magnétique $\vec{B}$.

Exercice 5 : Ondes planes sinusoïdales

Soit une onde électromagnétique plane sinusoïdale de pulsation ω se propageant dans le vide, dont le champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = \vec{e}_x E_0 \cos(\omega t - ky) + \vec{e}_z E_0 \cos(\omega t - ky)$$

1. Le milieu vide ainsi considéré est-il chargé ?
2. L'onde est-elle transverse électrique ?
3. Déterminer l'expression du champ magnétique $\vec{B}(M, t)$ de l'onde.
4. Déterminer les composantes du vecteur de Poynting $\vec{\Pi}$ et la valeur moyenne temporelle de son module.

Calculer la valeur moyenne temporelle de la densité d'énergie électrom

Exercice 6 : On considère une onde électromagnétique se propageant dans un milieu ayant les caractéristiques du vide, en l'absence de courant et de charge et dont le potentiel vecteur $\vec{A}$ s'écrit :

$\vec{A} = A_0 \cos(\omega t - kx + \Phi_0)\, \vec{e}_z$ où Φ_0 est une constante

1. Déterminer le potentiel scalaire .
2. Déterminer les composantes du champ électrique.
3. Calculer la divergence du vecteur de Poynting $\overrightarrow{\Pi}$.

Exercice 7 : Soit l'onde électromagnétique dans le vide en l'absence de courant et charges et dont le champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = E_0 \sin(\frac{\pi y}{b}) \cos(\omega t - kz + \Phi_0)\, \vec{e}_x$$

1. L'onde est-elle plane ? Est-elle homogène ?
2. Etablir la relation entre ω et k ou relation de dispersion.
3. Exprimer la vitesse de phase v_φ et la vitesse de groupe v_g en fonction de k

Bonne chance