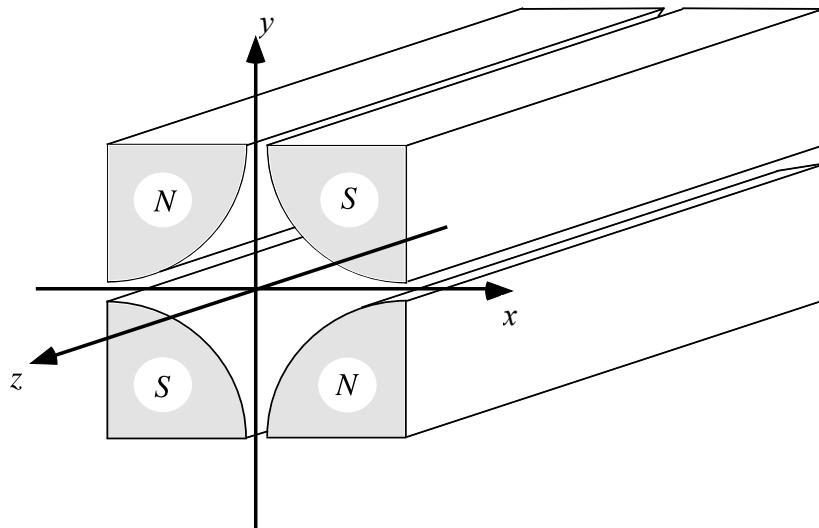


## Série 6

### 1 L'aimant quadrupolaire



L'aimant quadrupolaire est un aimant comportant quatre pôles alternés, ayant la forme d'une hyperbole équilatère (c.f. figure).

1. Montrer qualitativement qu'un tel système est focalisant dans un plan et défocalisant dans l'autre; i.e. qu'une particule chargée, se déplaçant parallèlement à l'axe  $Oz$ , sera ramenée vers le centre de l'aimant dans un plan et en sera écartée dans l'autre plan.
2. Calculer le champ magnétique entre les pôles d'un tel système, supposé infiniment long.
3. Écrire les équations des trajectoires d'une particule chargée dans le champ magnétique (utiliser l'équation de Newton relativiste :  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$ ).
4. Résoudre les équations pour une particule se déplaçant selon  $z$  avec  $v_z \gg v_x, v_y$
5. En supposant le quadrupôle «mince», montrer alors que l'effet du quadrupôle sur la trajectoire d'une particule est similaire à celui d'une lentille optique : lentille convergente dans un plan et divergente dans l'autre.
6. Montrer qu'un système de deux quadrupôles minces, l'un convergent et l'autre divergent, est toujours convergent.

#### Indications

- Utiliser les équations de Maxwell dans le vide.
- Les pôles sont des équipotentielles du champ magnétique.
- Hypothèse : Le mouvement transversal de la particule (selon  $Ox$  et  $Oy$ ) n'influence pas son mouvement longitudinal (selon  $Oz$ ).