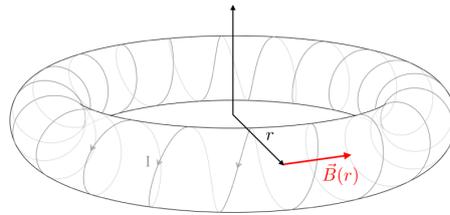


PC6 Physique des plasmas

15/01/2015

Exercice 1

On considère une bobine torique parcourue par un courant poloidal tel que le champ magnétique créé est entièrement toroïdal (cf figure) et ne dépend que de r : $\mathbf{B}(r) = B_0 \frac{a}{r} \hat{\mathbf{u}}_\phi$.



- On négligera la dérive causée par la courbure des lignes de champ. Quelle est la direction de la dérive des particules due au gradient de champ magnétique ?
- Dans quelle direction est la dérive électrique due au champ de charge d'espace ? Peut-on confiner un plasma avec ce champ magnétique ?

Exercice 2

Soit un plasma constitué de différentes espèces de charges q_j à la température T_j et de même densité. Montrez que la longueur caractéristique d'écrantage électrique est déterminée par l'espèce la plus froide. On pourra considérer une grille infinie et transparente chargée au potentiel ϕ_0 plongée en $x = 0$, et on supposera que les particules suivent la relation de Boltzmann.

Exercice 3

Soit un plasma composé d'un fond neutralisant d'ions immobiles, d'un faisceau d'électrons maxwellien de densité n_b et température T_b à la vitesse $v_b \hat{\mathbf{u}}_x$ et d'une distribution maxwellienne d'électrons (n_p, T_p).

- Écrivez la fonction de distribution normalisée du plasma
- Comment est-elle modifiée (qualitativement) si on applique un champ magnétique statique selon $\hat{\mathbf{u}}_x$? Calculez le tenseur de pression.

Exercice 4

Le modèle d'Alfvén-Klein proposé dans les années 60 part de l'hypothèse que l'univers primordial est symétrique entre matière et antimatière. Supposons que cet univers soit un mélange d'électrons, positrons, protons et antiprotons, tous à la densité n_0 .

- (a) En négligeant les collisions, l'agitation thermique, et l'annihilation des particules, trouvez l'expression de l'indice de réfraction de ce plasma pour une onde optique à la fréquence ω .
- (b) Admettons qu'on puisse créer un tel plasma en laboratoire et le sonder par un dispositif interférométrique de type Mach-Zehnder ou Michelson. Quelle est la densité maximale n_c que l'on pourra sonder pour une onde à $\lambda = 800 \text{ nm}$?