

PHYSIQUE DES PLASMAS — TOME 1

Auteur : Jean-Loup Delcroix | Éditeur : Dunod | Année : 1963

Structure et Sommaire Pertinent du Volume

Cet ouvrage historique de Jean-Loup Delcroix constitue un classique fondamental de la littérature scientifique francophone. Ce premier volume pose de manière rigoureuse les bases théoriques, microscopiques et macroscopiques nécessaires à la compréhension des milieux ionisés.

I. Introduction générale aux gaz ionisés et aux plasmas

- Définition d'un plasma et critères fondamentaux d'ionisation.
- Notion de quasi-neutralité électrique et comportement collectif.
- Paramètres clés : densité volumique (n), température (T) et degré d'ionisation.
- Historique, classification et panorama des plasmas naturels, astrophysiques et de laboratoire.

II. Propriétés statistiques et cinétiques fondamentales

- Rappels essentiels de la théorie cinétique des gaz.
- Fonctions de distribution des vitesses (distribution de Maxwell-Boltzmann).
- Définition des grandeurs moyennes : vitesse moyenne, flux de particules et tenseur de pression.
- Équipartition de l'énergie et étude du temps de thermalisation entre électrons et ions.

III. Interactions coulombiennes et phénomènes de blindage

- Nature des forces interparticules dans un plasma (forces de Coulomb à longue portée).
- La **longueur de Debye** (λ_D) et le mécanisme de blindage électrostatique des charges.
- Conséquences directes sur la structure spatiale du plasma et la formation de la gaine.
- Notion de sphère de Debye et évaluation du nombre de particules par sphère.

IV. Les processus de collision dans les gaz ionisés

- Concepts fondamentaux : section efficace, libre parcours moyen et fréquence de collision.
- Collisions élastiques** : mécanismes de transfert d'énergie et de quantité de mouvement (notamment entre électrons légers et ions/neutres lourds).
- Collisions inélastiques** : processus d'excitation, d'ionisation, de fixation électronique (attachement) et de recombinaison.

V. Équations de base de la théorie cinétique

- Introduction à l'espace des phases et description statistique.
- L'**équation de Boltzmann** et l'expression de l'opérateur de collision.
- L'**équation de Vlasov** pour les plasmas non collisionnels où prédomine le champ moyen auto-cohérent.
- L'équation de Fokker-Planck adaptée aux interactions coulombiennes à faible déflexion.

VI. Équations hydrodynamiques et macroscopiques

- Méthode des moments appliquée à l'équation de Boltzmann.
- Équations de conservation : conservation de la masse (continuité), de la quantité de mouvement (Euler / Navier-Stokes) et de l'énergie.
- Modèles de description : approche **mono-fluide** et approche **bi-fluide** (distinction des comportements électroniques et ioniques).
- Introduction aux approximations fondamentales de la Magnétohydrodynamique (MHD).

VII. Phénomènes de transport (en l'absence de champ magnétique)

- Phénomènes de diffusion simple et processus de diffusion ambipolaire (mouvement couplé des ions et des électrons).
- Mobilité des particules chargées soumises à un champ électrique externe.
- Évaluation de la conductivité électrique et de la conductivité thermique du milieu plasma.

SYNTHÈSE DE L'OUVRAGE

L'objectif de ce premier volume est d'amener de façon progressive le lecteur d'une vision particulière individuelle (collisions, trajectoires) vers une modélisation collective et fluide (équations de transport, hydrodynamique). Il jette ainsi les bases indispensables pour le second tome, traditionnellement dédié à l'étude des ondes, des instabilités et des plasmas magnétisés.