

Programma svolto del corso di “Elementi di Fisica dei Plasmi”, a.a. 2021/22*

- *Capitolo 1: Definizione di plasma e parametri di un plasma*

Definizione di plasma ed alcune proprietà di base: grado di ionizzazione ed equazione di Saha, quasi neutralità, schermo di Debye, frequenza di plasma, funzione di distribuzione e temperatura.

Riferimenti:

[Chen] Capitolo 1

- *Capitolo 2: Descrizione a singola particella: moto delle cariche in un plasma*

Moto di una particella carica in un campo elettrico e magnetico uniformi e concetto di velocità di deriva.

Moto in campi magnetici disuniformi: deriva dovuta al gradiente del campo magnetico e alla curvatura delle linee di campo.

Moto in campi magnetici dipendenti dal tempo: deriva di polarizzazione

Relazione tra moti periodici ed invarianti adiabatici: esempio del pendolo semplice con lunghezza del filo che cambia lentamente nel tempo.

Applicazione ai plasmi: moto di girazione e momento magnetico. Macchine a specchio magnetico.

Secondo e terzo invariante adiabatico ed applicazioni.

Riferimenti:

[Bellan] Paragrafi 3.5 e 3.3

- *Capitolo 3: Il plasma come un fluido carico*

Costruzione delle equazioni che descrivono un plasma con un fluido carico di ioni ed elettroni: equazione di conservazione della massa e della quantità di moto. Deriva diamagnetica.

Riduzione ad un'unica equazione fluida ed equazioni della magnetoidrodinamica (MHD).

Riferimenti:

[Freidberg] Paragrafi da 10.1 a 10.4; 11.1 e 11.2

- *Capitolo 4: Equilibri magnetoidrodinamici e confinamento di un plasma*

Equazioni dell'equilibrio MHD e proprietà generali: superfici di flusso e di corrente; pressione e tensione magnetica.

Proprietà delle configurazioni di equilibrio z-pinch, theta-pinch, screw-pinch e relativi limiti.

Cenni all'equilibrio e bilancio delle forze in dispositivi toroidali.

Cenni alle instabilità MHD per le configurazioni di equilibrio.

Riferimenti:

[Freidberg] Paragrafi da 11.4 a 11.6; da 11.7.1 a 11.7.6; da 12.1 a 12.3 (instabilità descritte solo a livello qualitativo)

- *Capitolo 5: Elementi di onde nei plasmi*

Richiami alle proprietà generali di un'onda: rappresentazione di Fourier, velocità di fase e di gruppo, relazione di dispersione, principio di indeterminazione.

Descrizione a due fluidi delle onde elettrostatiche ed elettromagnetiche in un plasma non magnetizzato e omogeneo.

Onde di Alfvén in MHD per plasmi omogenei.

Brevi cenni all'ampia varietà di aspetti fenomenologici associati alle onde nei plasmi.

Riferimenti:

[Jackson] Paragrafi 7.1 e 7.3

[Bellan] Paragrafi 4.1 e 4.2

[Freidberg] Paragrafo 12.5

- *Capitolo 6: Elementi di collisioni nei plasmi*

Collisioni e diffusione; modello 1-dimensionale delle collisioni; equazione della diffusione e coefficiente di diffusione; coefficiente della diffusione per plasmi con e senza campo magnetico; campo elettrico ambipolare e diffusione nei plasmi debolmente ionizzati; modello fluido della diffusione per plasmi debolmente ionizzati senza campo magnetico.

Riferimenti:

[Goldston] Paragrafi da 12.1 a 12.4 (escluso il modello con campo magnetico)

Testi di riferimento:

[Chen] Francis F. Chen, "Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion", Third Edition, Springer

[Bellan] Paul M. Bellan, "Fundamentals of plasma physics", ed. Cambridge University Press, 2006

[Freidberg] J.P. Freidberg, "Plasma physics and fusion energy", ed. Cambridge University Press, 2007

[Jackson] John David Jackson, "Classical Electrodynamics", First Edition, Wiley, 1962

[Goldston] Robert J Goldston, Paul H Rutherford, "Introduction to plasma physics", IOP, 1995