

FISICA DEI PLASMI

Dott. Giuseppe Consolini

Email: giuseppe.consolini@iaps.inaf.it

1) Introduzione ai plasmi

- 1.1) Caratteristiche di un plasma
- 1.2) Lunghezza di Debye
- 1.3) Parametro di plasma
- 1.4) Condizione di quasi neutralità dei plasmi
- 1.5) Oscillazioni di plasma

2) Moto di una particella di plasma: teoria delle orbite

- 2.1) Moto di una particella carica in campi costanti ed uniformi
 - 2.1.1) Frequenza di ciclotrone e raggio di Larmor
 - 2.1.2) Momento magnetico di una particella in moto
 - 2.1.3) Deriva da campo elettrico
- 2.2) Moto di una particella carica in campi debolmente variabili
 - 2.2.1) Approssimazione di deriva o del centro di guida
 - 2.2.2) Deriva da gradiente di campo magnetico
 - 2.2.3) Deriva da accelerazione: deriva da polarizzazione e da curvatura
- 2.3) Invarianti adiabatici
- 2.4) Conservazione del momento magnetico
- 2.5) Confinamento tra specchi magnetici
- 2.6) Forza ponderomotrice

3) Teoria delle collisioni

- 3.1) Approccio alle collisioni: parametro d'urto e distanza di Landau
- 3.2) Frequenze di collisione in un plasma
- 3.3) Trasferimento di energia ed equilibrio termodinamico
- 3.4) Resistività elettrica del plasma

4) Teoria cinetica dei plasmi

- 4.1) Introduzione alla teoria cinetica in presenza di campi elettrici e magnetici
- 4.2) Equazione di Klimontovich
- 4.3) Funzione di distribuzione ed equazione cinetica del plasma
- 4.4) Equazioni di Boltzmann e di Vlasov

4.5) Espressione termine collisionale (facoltativo)

4.6) Equazione di Fokker-Planck (facoltativo)

5) Approssimazione tipo fluido per i plasmi

5.1) Variabili tipo fluido per i plasmi

5.2) Momenti della funzione di distribuzione

5.3) Equazione di continuità per la massa

5.4) Equazione del bilancio della quantità di moto

5.5) Equazione del bilancio dell'energia

5.6) Modello a singolo fluido

5.7) Equazioni di continuità per la massa e di bilancio del momento e dell'energia nell'approssimazione a singolo fluido

5.8) Legge di Ohm generalizzata

6) Approssimazione magnetoidrodinamica (MHD) per la descrizione dei plasmi

6.1) Approssimazione MHD

6.2) Legge di Ohm generalizzata nel limite MHD

6.3) Equazioni di conservazione e di bilancio nel limite MHD

6.4) Equazioni di Maxwell nel limite MHD

6.5) Equazione di continuità della carica

6.6) Equazione di induzione magnetica

6.7) Densità di forza magnetica

6.8) Equilibrio di un plasma in un campo magnetico

6.9) Diffusione del campo magnetico

6.10) Condizione di congelamento delle linee di forza magnetica

7) L'equilibrio nel limite magnetoidrodinamico

7.1) Magnetoidrostatica

7.2) Condizione per l'equilibrio force-free

7.3) Definizione di un campo force-free

7.4) Condizione di Ferraro

7.5) Equilibri MHD ed equazione di Grad-Shafranov

8) Studio della stabilità nel regime MHD

8.1) Approccio alle instabilità MHD

8.2) Metodo delle perturbazioni

8.3) Metodo dell'analisi dei modi

8.4) Instabilità di Rayleigh-Taylor: $B=0$

8.5) Instabilità di Kruskal-Shafranov: $B \neq 0$

8.6) Instabilità di Kelvin-Helmoltz

8.7) Instabilità di scambio (facoltativa)

9) Onde nel limite MHD

9.1) Onde di Alfvén

9.2) Onde magnetoacustiche: relazione di dispersione

9.3) Onde di Alfvén nel limite non ideale di conducibilità elettrica finita

10) Onde nei plasmi

10.1) Descrizione mediante modello a 2 fluidi: limite lineare

10.2) Tensore dielettrico

10.3) Equazione delle onde e relazione di dispersione

10.4) Modi elettrostatici

10.5) Onde in un plasma freddo

10.5.1) Plasma in assenza di campo magnetico esterno

10.5.2) Oscillazioni di Langmuir

10.5.3) Plasma in presenza di un campo magnetico esterno

10.5.4) Cutoff e risonanze

10.5.5) Limite propagazione parallela al campo esterno

10.5.6) Modi longitudinali, onde di whistler

10.5.7) Limite propagazione ortogonale al campo esterno

10.5.8) Onde ordinaria e straordinarie

10.6) Onde elettrostatiche in plasmi caldi senza campo esterno

11) Approccio cinetico alle onde nei plasmi

11.1) Onde elettrostatiche in assenza di campo magnetico

12) Cenni sulla topologia magnetica, riconnessione e turbolenza MHD

12.1) L'elicità magnetica e la topologia magnetica

12.2) La riconnessione magnetica (facoltativo)

12.3) La turbolenza MHD (facoltativo)