UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Elements of Plasma Physics

2122-3-E3001Q076

Obiettivi

Il corso si propone di insegnare agli studenti i primi elementi fondamentali della fisica dei plasmi.

Contenuti sintetici

Definizione di plasma e parametri di base; descrizione a singola particella e orbite di particelle cariche in un plasma; il plasma come fluido carico; equilibri magnetoidrodinamici ed confinamento di un plasma; elementi di onde nei plasmi.

Programma esteso

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.

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: 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.

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).

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.

Equilibrio e bilancio delle forze in configurazione di equilibrio toroidale.

Cenni alle instabilità MHD per le configurazioni di equilibrio.

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.

Descrizione di alcuni aspetti sperimentali della propagazione delle onde nei plasmi.

Prerequisiti

I corsi di matematica e fisica dei primi due anni della Laurea Triennale in Fisica

Modalità didattica

Lezioni frontali con esercizi assegnati su ciascun argomento del corso.

Materiale didattico

F.F. Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, 2nd ed. Vol.1, Plenum Press NY

Paul M. Bellan, “Fundamentals of plasma physics”, ed. Cambridge University Press, 2006

J.P. Freidberg, “Plasma physics and fusion energy”, ed. Cambridge University Press, 2007

G. Pucella e S. E. Segre, “Fisica dei plasmi”, ed. Zanichelli, 2009

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale con discussione degli esercizi assegnati durante il corso.

1) Esercizi assegnati durante il corso

Durante lo svolgimento delle lezioni allo studente saranno assegnati degli esercizi su ciascun capitolo del corso. Lo studente deve risolvere gli esercizi assegnati, eventualmente rivolgendosi al docente per chiarimenti, e presentarsi all'esame orale con la propria soluzione degli esercizi.

2) Esame orale

L'esame orale è così strutturato. Lo studente può scegliere tre argomenti del corso, ciascuno di un capitolo diverso. In sede d'esame, il docente sceglierà almeno uno tra i tre argomenti e lo studente dovrà essere in grado di presentarlo nel dettaglio, incluse le dimostrazioni che sono state svolte a lezione su quell'argomento. Le successive domande saranno invece di carattere più generale e riguarderanno i restanti argomenti presentati a lezione. Per questi argomenti, non è necessario conoscere i dettagli delle dimostrazioni svolte a lezione, ma si deve comunque dimostrare di conoscere i risultati principali e le loro implicazioni. La discussione generale degli argomenti del corso non compresi nella terna scelta dallo studente avviene a partire dalla soluzione degli esercizi assegnati durante il corso.

Orario di ricevimento

Su appuntamento per email