

## 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, 2<sup>nd</sup> 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

---