UNIVERSITÀ DI PISA

ACCELERATORI LASER-PLASMA

PAOLO TOMASSINI

Academic year	2023/24
Course	FISICA
Code	357BB
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ACCELERATORI LASER-PLASMA	FIS/03	LEZIONI	36	LUCA UMBERTO LABATE PAOLO TOMASSINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso intende fornire allo studente competenze (sia a livello di fisica che di trattazione analitico/numerica) riguardanti gli acceleratori di particelle compatti da interazione laser-plasma. Tali acceleratori sfruttano il campo elettrico di onde longitudinali nei plasmi eccitate da impulsi laser ultra-intensi e permettono la realizzazione di campi elettrici acceleranti dell'ordine di decine di GV/m, quindi circa tre ordini di grandezza piu' elevati rispetto a quelli ottenibili con agli acceleratori convenzionali. Tali competenze saranno sviluppate dapprima mediante lo studio dell'eccitazione e propagazione di onde nei plasmi sottocritici e, successivamente, con l'approfondimento delle problematiche fisiche che sottendono la generazione degli impulsi laser ultraintensi. Lo studio dell'evoluzione (anche in regime fortemente nonlineare) di tali onde di plasma e dell'impulso laser che le eccita, verra' successivamente affrontato sia con tecniche analitiche che numeriche. Verranno, inoltre, discussi i principi fisici e le tecniche principali per iniettare i bunches di elettroni nell'onda di plasma, con enfasi sugli schemi di iniezione che consentono la generazione di bunches ad elevata qualita' (brillanza), quindi di potenziale utilizzo in acceleratori "in cascata" o in sorgenti di radiazione X coerente (Free Electron Laser).

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Competenze di elettromagnetismo ed elettrodinamica classica (corso di Fisica 2), basi di relativitÃ speciale e meccanica relativistica (corso di Meccanica) incluse le funzioni di distribuzione nello spazio delle fasi.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

MODULO 0: Il concetto di acceleratore laser-plasma per elettroni. Accelerazione di elettroni per effetti collettivi in un plasma; miniaturizzazione degli acceleratori; stato dell'arte degli esperimenti di accelerazione al GeV e prospettive per gli acceleratori al TeV. **MODULO 1: Il mezzo che sostiene le onde longitudinali che accelerano gli elettroni:**
I plasmi freddi non collisionali, equazioni di Vlasov, onde nei plasmi sottocritici. **MODULO 2: Come eccitare le onde di plasma:** Laser ultraintensi, pressione di radiazione e forza ponderomotrice, eccitazione di onde di plasma longitudinali in plasmi sottocritici (regime lineare 3D). **MODULO 3: Concetti base per gli acceleratori laser-plasma** Gli acceleratori laser-plasma in regime lineare. Approssimazione quasistatica. Trattazione analitica nonlineare 1D. **MODULO 4: Generazione dell'impulso laser e sua evoluzione del laser e del plasma** Come generare un impulso laser ultra-corto e ultra-intenso.
Estensione della lunghezza di collimazione tramite guiding in un canale di plasma, effetti di auto-focalizzazione, scambio di energia tra l'impulso laser e il plasma. **MODULO 5: Schemi di iniezione degli elettroni nelle onde di plasma** Iniezione esterna tramite iniettore standard a fotocatodo. Iniezione interna alla Pukhov (regime a bolla). Iniezione interna controllata Bulanov-Pegoraro (downramp). Iniezione interna controllata multi-impulso. **MODULO 6: Simulazioni numeriche** Codici di simulazione di tipo fluido, ibrido e particle-in-cell. Gestione di simulazioni PIC (codice FB-PIC) su GPU e ibride (codice QFluid) su CPU. **MODULO 7: Concetto di acceleratore in cascata** Acceleratori al TeV ottenuti mediante sequenza di acceleratori laser-plasma e possibili collisori e+ e-.

Bibliografia e materiale didattico

Lezioni complete in Power Point
Appunti sul corso preparati dal docente in formato OneNote.
Articoli di review.

Modalità d'esame

A discrezione dello studente, esame orale sul programma del corso oppure preparazione (assisita dal docente) di una "tesina" che approfondisca un argomento scelto dallo studente, esposta durante un seminario.

Ultimo aggiornamento 15/11/2023 16:09