

Informazioni generali

ASTROFISICA NUCLEARE

Laurea Magistrale in Fisica, II semestre

Il corso è basato su:

-Dispense di Astrofisica Nucleare del docente Prof. Giampaolo Cò:

<http://www.dmf.unisalento.it/~gpco/astro/astro.pdf>

-Libro di fisica nucleare: B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche, Particelle e Nuclei, un'introduzione ai concetti fisici, Boringhieri.

-Slide preparate dal docente

Nel corso saranno presentati e discussi vari fenomeni astrofisici nei quali il ruolo della fisica nucleare risulta essere fondamentale, dalla stabilità all'evoluzione stellare, dall'esplosione di supernova fino alla nucleosintesi stellare e primordiale.

Il calendario degli esami sarà concordato insieme con gli studenti e consiste in una **prova scritta** in cui si chiede al candidato di scegliere tra tre temi riguardanti l'evoluzione stellare con efasi sulle reazioni nucleari che la determinano.

Suddivisione del corso

A. Struttura di una Stella

C. Elementi di Fisica Nucleare

D. Evoluzione stellare (nucleosintesi stellare)

1. Fusione nucleare nel core stellare

2. Nane bianche

3. Supernove

4. Stella a neutroni

E. Nucleosintesi primordiale

Base osservativa

Dispense:

I.1 Base osservativa

I.2 Evoluzione stellare

Struttura stellare

Dispense:

2.1 Equilibrio idrostatico

2.2 Bilancio energetico

2.3 Equilibrio termodinamico

2.4 Trasporto radiativo dell'energia

2.5 Trasporto convettivo dell'energia

Introduzione al nucleo

libro:

2.2 I nuclidi

- Legge di Moseley
- Energia di legame
- Spettroscopia di massa
- Abbondanza naturale dei nuclidi
- Bilancio dettagliato reazioni nucleari

2.3 Parametrizzazione energia di legame

- La formula di Weizsacker
- Modello a goccia

Modello di nucleo a gas di Fermi

libro:

Introduzione del capitolo 17

17.1 Modello a nucleo di gas di Fermi

- Densità degli stati
- Momento di Fermi
- Energia di Fermi
- Gas di Fermi di neutroni e protoni
- Energia di legame per nucleone
- Energia cinetica totale del nucleo

Modello di nucleo a shell

Libro:

17.3 Il modello a shell

- Introduzione
- I numeri magici
- Autostati del potenziale nucleare
- L'accoppiamento spin-orbita
- Stati con una particella (un buco) in una shell (in una shell piena)
- Momenti magnetici del nucleo da **NON FARE**

Indipendenza dalla carica delle forze nucleari

Libro:

2.4 Indipendenza dalla carica delle forze nucleari

Decadimento gamma

libro:

In ordine:

18.1 Transizioni elettromagnetiche

- transizioni di dipolo elettrico

- .transizioni multipolari elettriche e magnetiche

3.4 Decadimenti di stati nucleari eccitati

- decadimenti elettromagnetici

- gli stati del continuo

Decadimento beta

libro:

3. Introduzione

3.1 Il decadimento beta

- nei nuclei dispari
- nei nuclei pari
- cattura elettronica
- il caso del potassio 40

15.5 SOLO vita media del neutrone (regola di Sargent)

17.6 Decadimento beta del nucleo

- l'elemento di matrice
- decadimento di Fermi e Gamow-Teller
- regole di transizione
- decadimenti super-permessi, permessi e proibiti

Decadimento alfa

Libro:

2.2 Decadimento alfa.

- Probabilità di superamento barriera coulombiana
- Vita media
- Catena di decadimento alfa ^{238}U (Figura 3.7)

Dispense:

3.3 Fusione non risonante di particelle cariche
(fino ad equazione 3.50)

Sezione d'urto delle reazioni nucleari

Dispense:

3.1 Introduzione

3.2.3 Risonanze

3.3 Fusione non risonante di particelle cariche

3.4 Reazioni con risonanza

Reazioni nucleari nelle stelle della sequenza principale

Dispense:

Introduzione

4.1 La catena pp

4.1.2 Il ciclo ppI

4.1.3 i cicli ppI e pp2

4.2 La catena CNO

4.3 Emissione di neutrini - il modello standard del sole SSM

Reazioni nucleari nelle stelle giganti rosse

Dispense:

Introduzione

5.1 Combustione dell' ^4He (gap di massa, risonanza di Hoyle)

5.2 Sopravvivenza del ^{12}C nelle giganti rosse

Nane bianche

Dispense:

Introduzione

6.1 Gas di Fermi (pressione gas degenerare non-relativistico e relativistico)

6.2 Politropi

6.3 Limite della massa di Chandrasekhar

Reazioni nucleari nelle stelle massive - nucleosintesi $A \leq 60$

Dispense:

7.1 Presupernova

7.2 Innesco del collasso

9.2 Nucleosintesi da combustione stellare

Nucleosintesi stellare da cattura neutronica $A > 60$

Dispense: 9.3 Nucleosintesi da cattura neutronica
9.3.1 Processi lenti (s)
9.3.2 Processi rapidi (r)

Nucleosintesi dal big-bang

Dispense:

9.1 Nucleosintesi primordiale

Supernovae

Dispense:

Introduzione capitolo 7

7.3 Intrappolamento dei neutrini

7.4 Collasso omologo ed onda d'urto

7.5 Raffreddamento

Stelle a neutroni

Dispense:

Introduzione capitolo 8 (TUTTO)

8.1 La crosta (TUTTO)

8.1.1 La crosta esterna (TUTTO)

8.1.1 La crosta interna (TUTTO)

8.2 Il core di materia neutronica (TUTTO)

8.3 Equazione di stato della materia neutronica

Introduzione (SI)

8.3.1 Interazione nucleone-nucleone (NO)

8.3.2 Interazione a tre corpi (NO)

8.3.3 Il problema a molticorpi (NO)

8.3.4 La materia neutronica β stabile (SI)

8.3.5 Masse delle stelle a neutroni (SI)

8.4 Il core esotico

8.4.1 Core iperonico (SI)

8.4.2 Stelle strane (FINO A FIG23 e ULTIME 9 RIGHE relative a FIG25)