

Laurea Specialistica in Scienze Fisiche

a.a. 2005-06

Fisica Nucleare

Titolare: Prof. Ignazio Bombaci

Programma.

1) Fisica dei sistemi nucleari

I modelli del nucleo atomico: introduzione generale . Modello a shell del nucleo atomico: numeri magici; stati di particella singola in un potenziale di buca infinita e di oscillatore armonico. Interazione spin orbita. Modello a shell a particella singola estrema: spin e parità nucleare. Interazione di pairing e conseguenze sulle proprietà dei nuclei. Momenti magnetici nucleari: linee di Schmidt. Momento di quadrupolo elettrico dei nuclei e previsione in base al modello a shell. Metodo variazionale. Metodo di Hartree-Fock. Termine di Fock all'energia di un sistema fermionico. Materia Nucleare: definizione e proprietà empiriche di saturazione. Collasso dei nuclei per effetto di forze puramente attrattive tra i nucleoni; condizione di saturazione con forze di scambio di Majorana. Modello a coppie indipendenti: equazione di Bethe-Goldstone, matrice di Brueckner. Soluzione dell'equazione di Bethe-Goldstone per potenziali semplici: "healing distance". Teorema di Goldstone. Diagrammi di Goldstone. Espansione di Brueckner-Goldstone. Scelta del potenziale di particella singola: teorema di Bethe-Brandow-Petschek, campo medio di Brueckner-Hartree-Fock (BHF). Energia per particella in approssimazione di BHF. Espansione di Brueckner-Bethe-Goldstone (hole-line expansion). Correlazioni a tre corpi e loro contributo a E/A . Potenziale di particella singola per stati con $k > k_F$: scelta continua e discontinua. Convergenza della espansione hole-line. Saturazione nucleare con forze a due corpi: banda di Coester. Ruolo della risonanza Delta sulle proprietà di saturazione nucleare. Forze nucleari a tre corpi nei nuclei leggeri e in materia nucleare.

2) Equazione di stato della materia densa e fisica delle stelle compatte.

Equazione di stato di un gas ideale di fermioni relativistici; limite non-relativistico e ultra-relativistico. Miscela di due gas ideali di fermioni: materia nucleare asimmetrica : energia di simmetria ed equazione di stato. Correzioni elettrostatiche all'equazione di stato di un gas fermionico ideale: (1) approssimazione di Wigner-Seitz, (2) metodo di Thomas-Fermi. Le stelle compatte: proprietà generali e meccanismo di genesi. Equazioni per l'equilibrio idrostatico in gravitazione newtoniana. Equazione di Lane-Emden. Struttura delle stelle nane bianche. Massa limite di Chandrasekhar. Decadimento beta-inverso: gas ideale relativistico di nucleoni ed elettroni. Beta equilibrio tra Nuclei ed elettroni: equazione di stato di Harrison-Wheeler. Equazione di stato di Baym-Pethick-Sutherland Equazione di stato di Baym-Bethe-Pethick. Le pulsar: proprietà generali. Le pulsar come stelle di neutroni ruotanti. Modello del dipolo magnetico ruotante. Braking index. Età delle pulsar. Evoluzione delle pulsar nel piano P - \dot{P} e "pulsar death-line". Radiazione gravitazionale emessa da una stella di neutroni. Equazioni di Tolman-Oppenheimer-Volkov. Massa gravitazionale, barionica e propria di una stella di neutroni. Massa limite delle stelle di neutroni. Stelle di neutroni puramente nucleoniche. Densità di soglia per gli iperoni in materia nucleare beta-stabile. Equazione di stato della materia iperonica. Stelle iperoniche . Deconfinamento dei quark in materia densa. Strange Quark Matter (SQM) e reattiva equazione di stato fenomenologica. Stelle di neutroni ibride. Ipotesi di Bodmer-Witten sulla assoluta stabilità della SQM. Stelle strane. Supernovae e nascita delle stelle di neutroni.