UNIVERSITÀ DI PISA

COMPACT STAR PHYSICS S / FISICA DELLE STELLE COMPATTE S

IGNAZIO BOMBACI

Anno accademico	2023/24
CdS	FISICA
Codice	091BB
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA DELLE STELLE COMPATTE	FIS/04	LEZIONI	36	IGNAZIO BOMBACI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze sulle proprietà della **materia a densità estreme** e sulle proprietà strutturali delle stelle compatte (**stelle nane bianche** e **stelle di neutroni**) e su alcuni fenomeni astrofisici ad esse collegate (**supernovae, pulsars, onde gravitazionali**)

Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Pulsar.

Caratteristiche generali delle stelle compatte e meccanismo di genesi. Proprietà generali delle pulsar: pulsar shape, periodo (P) e sua variazione nel tempo (Pdot). Rivelazione radio delle pulsar. Interpretazione delle pulsar come stelle di neutroni ruotanti. Modello di dipolo magnetico ruotante delle pulsar. Campi magnetici delle pulsar: cenni sull'origine, decadimento nel tempo di B e conseguenze sul braking index e sull'evoluzione temporale delle pulsar. Radiazione gravitazionale emessa da una stella di neutroni; caso di frenamento misto (dipolo magnetico – quadrupolo gravitazionale). Dipendenza dal tempo del momento di inerzia di una stella di neutroni, conseguenze sull'evoluzione temporale delle pulsars; braking index generalizzato.

- Equazione di stato della materia densa e strutura delle stelle compatte.

Equazione di stato (EoS) 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 EoS. Materia nucleare ?-stabile (caso gas ideali), densità di soglia per i muoni, velocità del suono in materia nucleare. Equazione di stato per un "core" stellare degenere. Correzioni elettrostatiche all' EoS di un gas fermionico ideale: approssimazione di Wigner-Seitz; metodo di Thomas-Fermi. Equazioni per l'equilibrio idrostatico in gravitazione newtoniana: equazione di stato politropica, 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. EoS di Baym-Pethick-Sutherland. EoS di Baym-Bethe-Pethick. Equazioni per l'equilibrio idrostatico in relatività generale: equazione di Tolman-Oppenheimer-Volkov. Massa gravitazionale, barionica e propria di una stella di neutroni. Massa limite (Mmax) delle stelle di neutroni. Ruolo della relatività speciale e generale sul concetto di massa limite di una stella compatta. Misura della massa delle stelle di neutroni. Elementi di fisica delle particelle per lo studio delle stelle compatte. Cenni al modello a quark degli adroni. Stelle di neutroni puramente nucleoniche: ruolo dell'interazione nucleare sulla struttura e su Mmax; 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 relativa equazione di stato fenomenologica. Stelle di neutroni ibride. Ipotesi di Bodmer-Witten sulla assoluta stabilità della SQM. Strange stars. Effetti delle transizione di deconfinamento dei quark sul braking index delle pulsar.

Bibliografia e materiale didattico

- S. L. Shapiro, S. A. Teukolsky, Black Holes Whithe Dwarfs and Neutron Stars, John Wiley and Sons, 1983.
- N. K. Glendenning, Compact Stars, Springer, 2000 (2nd edition).
- P. Haensel, A.Y. Potekhin, D.G. Yakovlev, Neutron Strars 1: equation of state and structure, Springer, 2007

- J. Schaffner-Bielich, Compact Stars Physics, Cambridge University Press, 2020.
- I. Bombaci, Neutron stars' structure and nuclear equation of state, chap. 8 in Nuclear Methods and the Nuclear Equation of State, ed. M. Baldo, World Scientific, 1999.
- I. Bombaci, The Equation of State of Neutron Star Matter, chap. 9 in Millisecond Pulsars, S. Bhattacharyya, A. Papitto, D. Bhattacharya (eds). Astrophysics and Space Science Library, vol 465. Springer Nature, 2022.

Modalità d'esame

Prova orale finale sugli argomenti del programma del corso

Ultimo aggiornamento 29/08/2023 15:45