

Studi numerici in Relatività Generale

Astrofisica Relativistica (Numerica)

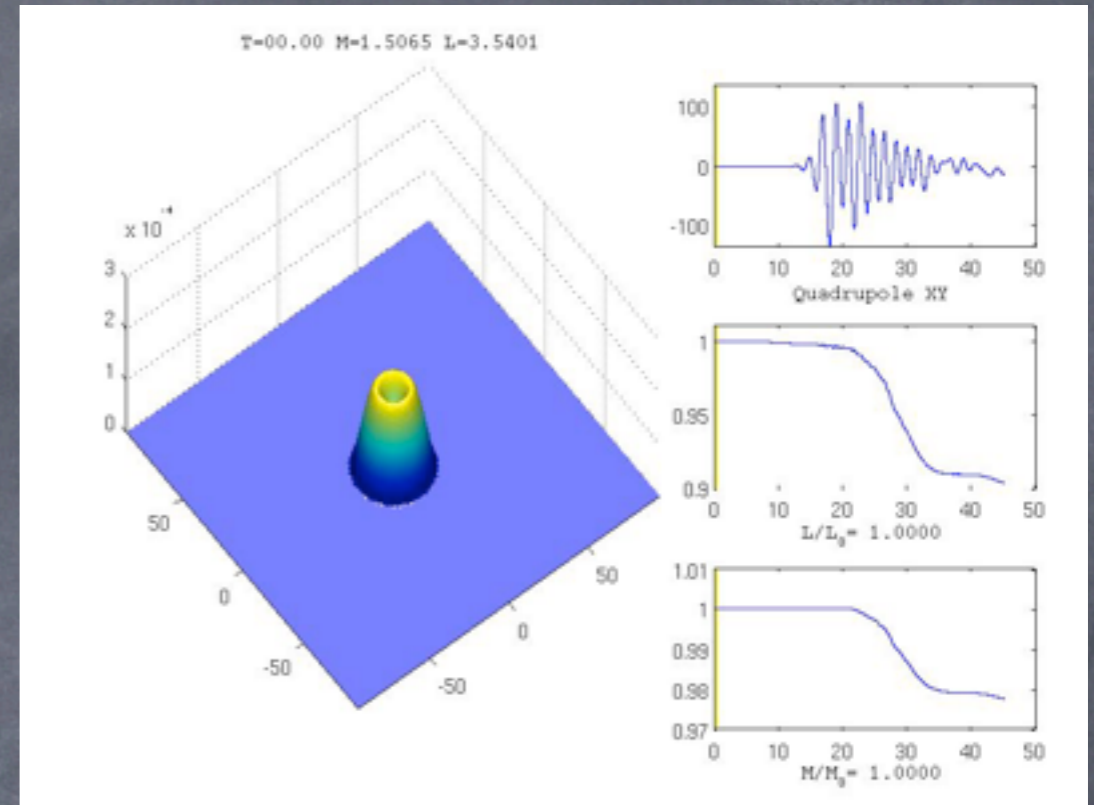
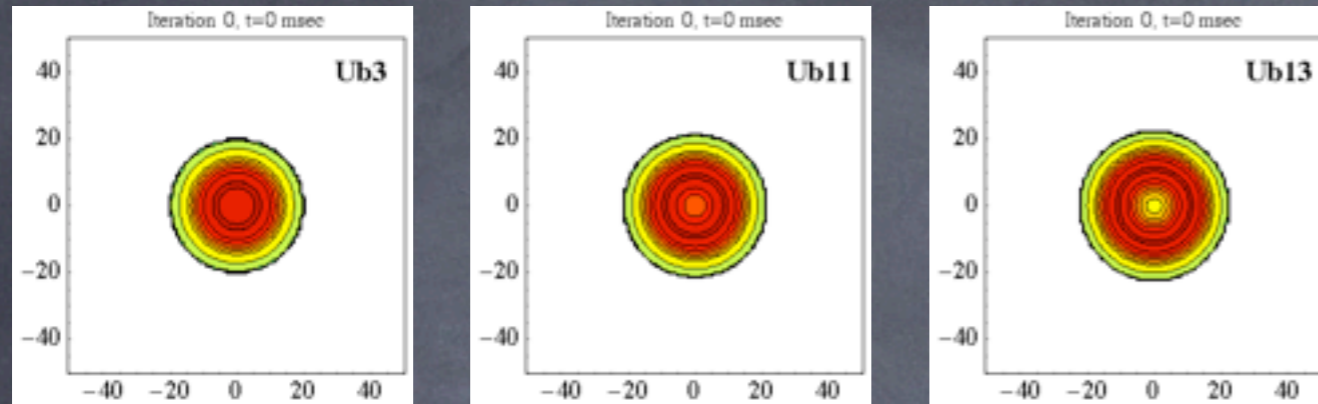
Roberto De Pietri, Alessandra Feo e Luca Franci

Astrofisica Relativistica

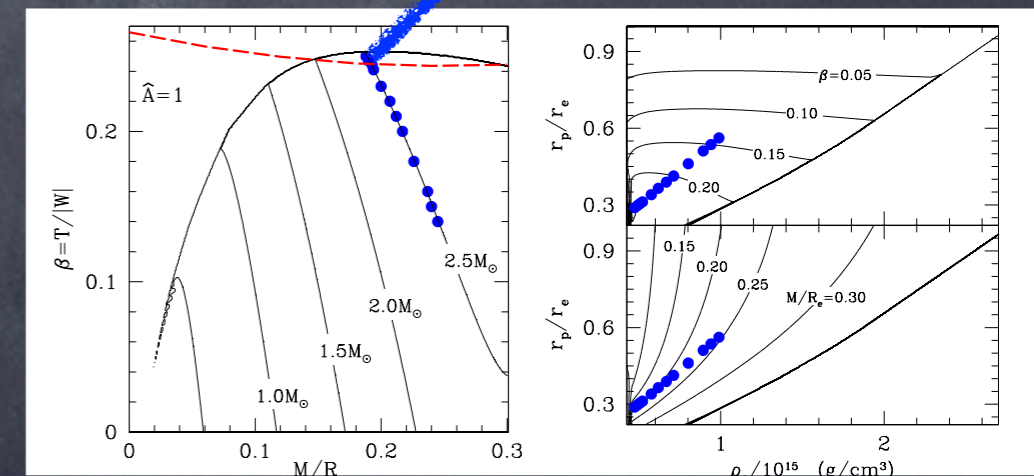
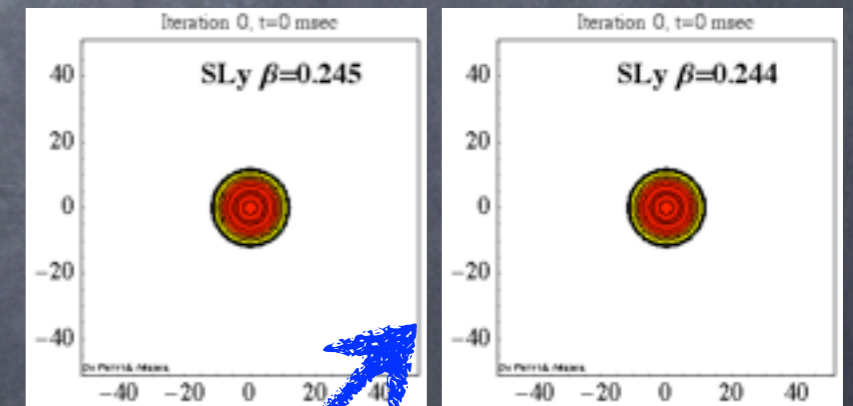
- L'astrofisica relativista riguarda lo studio di sorgenti astronomiche in cui svolge un ruolo fondamentale la **teoria di Einstein della Relatività Generale** per la descrizione dei fenomeni gravitazionali.
- Ovvero sistemi in cui una massa gravitazione dell'ordine della massa solare è concentrata in una zona di spazio di alcune decine di chilometri, come i **buchi neri** o le **stelle di Neutroni**
- Le stelle di neutroni sono oggetti molto comuni e sono (quasi-)sempre presenti come risultato delle esplosioni delle supernove e si manifestano dal punto di vista osservativo come PULSAR, soft-gamma-repeater (SGR), AXP, LMXB, IMXB,....
 - Sono note stelle di neutroni con campi magnetici superiori a 10 GTesla
 - 5% delle stelle di Neutroni note sono in sistemi binari
- Sistemi binari di stelle di neutroni forniscono l'evidenza sperimentale (indiretta) dell'esistenza delle onde gravitazionali.

[Premio Nobel 1993 ad Russell A. Hulse and Joseph H. Taylor, J]

Esempi di risultati di simulazioni effettuate dal gruppo



- Principalmente il gruppo si occupa di **instabilità dinamiche** in modelli di singole stelle di neutroni
- Equazioni di stato politropiche con modello di fluido ideale
- Esteso a modelli descritti da equazioni realistiche (ispirate dalla fisica nucleare) come la prescrizione SLy per l'equazione di stato
- In corso ... l'estensione per analizzare l'effetto della presenza di campi magnetici sulle instabilità



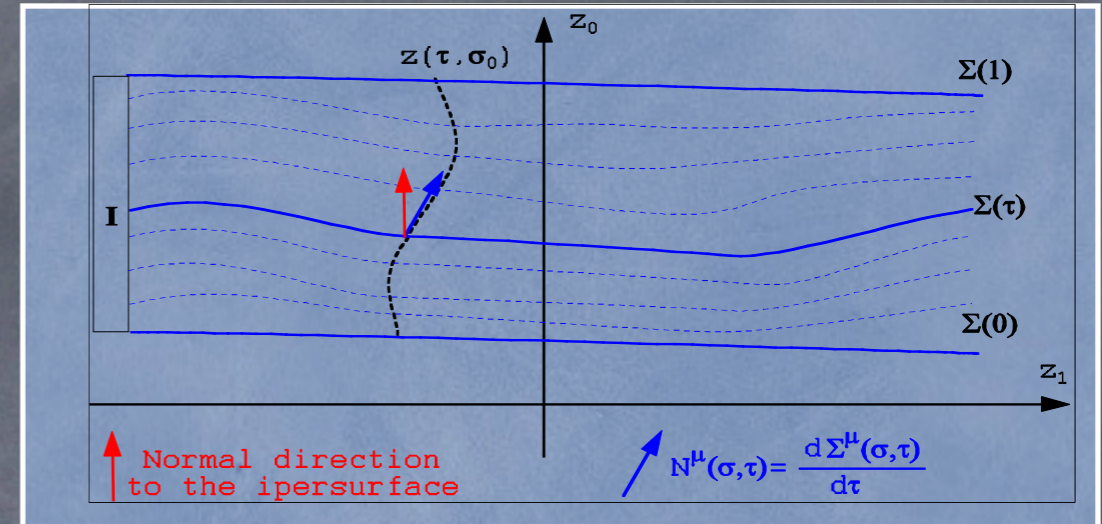
[1] L. Baiotti, **R. De Pietri**, G. M. Manca and L. Rezzolla, *Phys. Rev. D* **75**, 044023 (2007).

[2] L. Baiotti, **R. De Pietri**, G. M. Manca and L. Rezzolla, *Class. Quantum Grav.* **24**(2007) S171-S186. arXiv:0705.1826

[3] G. Corvino, L. Rezzolla, S. Bernuzzi, **R. De Pietri** and B. Giacomazzo, *Class. Quantum Grav.* **27**, (2010) 114104. arXiv:1001.5281

Relatività Generale Numerica applicata ad oggetti compatti (modelli di stelle di neutroni)

- Si introduce una foliazione dello spazio tempo
- Si scrivono le equazioni di Einstein, del campo elettromagnetico, di descrizione della materia come equazioni di evoluzioni in 3+1 dimesione
- Si risolvono su un SUPERComputer dato che servono almeno 256 core di calcolo e 128 GByte di RAM

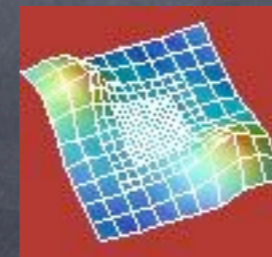


Codice Numerico



Evoluzione della materia usando metodi HRSC + evoluzione delle equazioni di Einstein basata sul metodo ADM BSSM-NOK

Web page: <http://www.whiskycode.org>



Allocazione delle griglie di calcolo e parallelizzazione del codice

Web page: <http://www.carpetcode.org>



Infrastruttura computazionale e gestione delle componenti di calcolo

Web page: <http://www.cactus.org>

NASA high-light di risultati ottenuti con questo codice a Berlino



<http://www.nasa.gov/topics/universe/features/gamma-ray-engines.html>

Ulteriori informazioni

- Ricerca svolta in collaborazione con Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute), di Golm in Germania [www.aei.mpg.de]
- Scopo della ricerca è la modellizzazione della possibile emissione di onde gravitazionali emesse da sorgenti astrofisiche e il loro possibile uso (una volta rivelate) per la caratterizzazione e lo studio delle proprietà astrofisiche delle sorgenti responsabili della loro emissione.
- Il codice numerico è il frutto della collaborazione e dello sforzo congiunto di gruppi di ricerca negli Stati Uniti, Europa e Giappone e distribuito sotto forma di codice aperto. Un singolo gruppo non è in grado di sviluppare tutto il codice necessario