

Analisi della Stabilità nelle Regioni Interne dei Dischi di Accrescimento di Shakura & Sunyaev

Appunti

Riccardo Aurelio Gilardi

19 novembre 2018

Indice

1	Introduzione (alla tesi)	3
2	Accrescimento in sistemi binari	3
3	Modello Stazionario di Dischi di Accrescimento	3
4	Evoluzione temporale dei dischi e instabilità	3
4.1	Lightman & Eardley	3

1 Introduzione (alla tesi)

Lo scopo di questa tesi vuole essere quello di riassumere ed analizzare le ipotesi e i modelli sulla struttura delle regioni interne dei dischi di accrescimento, nel contesto del modello introdotto da Shakura e Sunyaev nel loro articolo del 1973 [10].

Per mantenere una descrizione più semplice e meno dispersiva, ho deciso di lavorare seguendo l'esempio di molti autori, analizzando un sistema formato da una stella ordinaria e un buco nero. Questo perché il materiale in accrescimento non risentirà di effetti legati alla relatività generale oltre tre raggi di Schwartzchild di distanza dal buco nero.¹ e, al contrario del caso di accrescimento intorno a una stella a neutroni, il materiale del disco non sarà interessato da fenomeni legati ai campi magnetici e alla torsione da esso generati.

La scelta dei buchi neri è anche giustificata dal fatto che, nonostante questi facciano parte di sistemi binari meno semplici da osservare rispetto, per esempio, a quelli contenenti nane bianche, è la loro estrema compattezza a permettere di apprezzare il comportamento nel disco nelle sue regioni più interne.

Prima di parlare delle instabilità nei dischi, comincerò introducendo i concetti e le formule che descrivono un disco di accrescimento, la fisica che lo governa e il suo stato stazionario.

2 Accrescimento in sistemi binari

L'accrescimento è un processo di produzione di energia tra i più efficienti nell'universo, che si sviluppa in sistemi binari di cui almeno un membro è un corpo compatto: una nana bianca, una stella a neutroni o un buco nero.

3 Modello Stazionario di Dischi di Accrescimento

4 Evoluzione temporale dei dischi e instabilità

4.1 Lightman & Eardley

¹Qui fare la breve discussione 166FKR

Riferimenti bibliografici

Per regioni di coerenza interna al testo e di visione ordinata degli argomenti, ho cercato di affrontarli seguendo il più delle volte la traccia e le argomentazioni come sono presentate sul testo di *Frank, King e Raine* [1], manuale di riferimento per quanto riguarda le teorie dell'accrescimento.

Sono stati fondamentali anche alcune *review* di *King* [2] e *Pringle* [7], che sintetizzano efficacemente l'argomento dell'accrescimento e permettono di avere una visione di insieme dei risultati ottenuti.

E' stato fondamentale per la mia comprensione dello sviluppo delle teorie, l'analisi e la lettura degli articoli originali sui modelli di disco di accrescimento intorno ai corpi compatti. Ho lavorato quindi anche con gli articoli seminali di *Pringle, Reese, Shakura, Sunyaev e Pacholczyk* [8] [9] [10] e la splendida analisi del lavoro nella fondazione della teoria di accrescimento di Zeldovich svolta da Shakura quest'anno [12].

Per quanto riguarda in particolare l'argomento della tesi, ovvero l'instabilità nelle regioni dominate dalla pressione radiativa nel modello del disco di accrescimento, ho fatto riferimento al primissimo lavoro a riguardo di *Lightman ed Eardley* [4] e ad articoli successivi che estendono, propongono alternative, ne analizzano i risultati o li computano. Questi sono stati scritti da *Shakura e Sunyaev* [11], *Shapiro* con gli stessi *Lightman ed Eardley* [13], *Taam e Lin* [14] e *Teresi, Molteni e Toscano* [15].

Per tutti gli aspetti non strettamente legati all'accrescimento ho fatto riferimento a tre manuali: il *Maoz* [5] e il *Prialnik* [6] per i cenni sulla struttura dei corpi compatti e il *Ghisellini* [3] per quanto riguarda i processi radiativi.

- [1] J. Frank, A. King, D. Raine "Accretion Power in Astrophysics"
Cambridge University Press, 2002 (III ed.)
- [2] A. King "Accretion Disc Theory since Shakura and Sunyaev"
arXiv: 1201.2060v1
to appear in proceedings of 'The Golden Age of Cataclysmic Variables', Memorie Società Astronomica Italiana, 2012 (F. Giovannelli and L. Sabau-Graziati eds.)
- [3] G. Ghisellini "Radiative Processes in High Energy Astrophysics"
Springer, 2013
- [4] A. P. Lightman, D. M. Eardley "Black Holes in Binary Systems: Instability of Fisk Accretion"
Astroph. Journal 187, L1-L3, 1974 January 1
- [5] D. Maoz "Astrophysics in a nutshell"
Princeton University Press, 2007
- [6] D. Prialnik "An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution"
Cambridge University Press, 2000
- [7] J. E. Pringle "Accretion Discs in Astrophysics"
Ann. Rev. Astron. Astrophys. 1981, 19:137-62
- [8] J. E. Pringle, M. J. Rees "Accretion Discs Model for Compact X-Ray Sources"
Astron. & Astrophys. 21, 1-9 (1972)
- [9] J. E. Pringle, M. J. Rees, A. G. Pacholczyk "Accretion onto Massive Black Holes"
Astron. & Astrophys. 29, 179-184 (1973)

- [10] N. I. Shakura, R. A. Sumyaev "Black Holes in Binary Systems. Observational Appearance"
Astron. & Astrophys. 24, 337-355 (1973)
- [11] N. I. Shakura, R. A. Sumyaev "A Theory of the Instability of Disk Accretion on to Black Holes and the Variability of Binary X-Ray Sources, Galactic Nuclei and Quasars"
Mon. Not. R. astr. Soc. (1976) 175, 613-632
- [12] N. I. Shakura "Ya. B. Zeldovich and foundation of the accretion theory"
arXiv: 1809.1137v1
- [13] S. L. Shapiro, A. P. Lightman, D. M. Eardley "A Two-Temperature Disk Model for Cygnus X-1 Structure and Spectrum"
Astrop. Journal 187-199, 1976 February 15
- [14] R. E. Taam, D. N. C. Lin "The Evolution of the Inner Regions of Viscous Accretion Disks Surrounding Neutron Stars"
Astrop. Journal 287, 761-768 1984 December 15
- [15] V. Teresi, D. Molteni, E. Toscano "SPH Simulations of Shakura-Sunyaev Instability at Intermediate Accretion Rates"
Mon. Not. R. Astron. Soc. 348, 361-367 (2004)