

Analisi delle Instabilità nelle Regioni Interne dei Dischi di Accrescimento di Shakura & Sunyaev

Appunti

Riccardo Aurelio Gilardi

16 novembre 2018

Indice

1	Accrescimento nei sistemi binari	3
1.1	Momento angolare	3
2	Dischi di accrescimento	3
2.1	Modello stazionario	3
2.2	Modello di Shakura & Sunyaev	3
2.3	Evoluzione temporale	3
3	Instabilità nelle regioni A	3
3.1	Analisi del problema	3
3.2	Primi studi: Ipotesi della doppia temperatura (sfera calda) . . .	3
3.3	Ipotesi di altri autori (Da Pringle (1981))	3

Introduzione

1 Accrescimento nei sistemi binari

1.1 Momento angolare

2 Dischi di accrescimento

2.1 Modello stazionario

Data la natura rivoluzionaria di molte delle sue ipotesi, seguirò più o meno un processo storico, parlando prima del modello secondo S&S, magari citando anche Pringle & Reese e Norikov & Thorne (non riesco a trovare quel foglio, btw) confrontando le sue ipotesi (disco sottile, otticamente spesso etc.) con le possibili alternative, per giustificarne le scelte.

2.2 Modello di Shakura & Sunyaev

Devo spiegare le equazioni di S&S e delle soluzioni che gli hanno fatto ricavare la struttura a sezioni del disco secondo il tipo di pressione

2.3 Evoluzione temporale

3 Instabilità nelle regioni A

Terminologia di Shakura & Sunyaev ripresa da altri autori per definire le zone con scattering Thompson e pressione di radiazione dominanti nel loro modello. Non posso parlare di "zone dominate da pressione di radiazione" perché anche se questa è la descrizione del primo modello, poiché l'instabilità potrebbe non essere reale, quanto piuttosto un difetto del modello, che viene appunto modificato nell'articolo Shapiro, Lightman & Eardley del 1974

3.1 Analisi del problema

Articolo di Lightman & Eardley 1974 + Shakura & Sunyaev 1976

3.2 Primi studi: Ipotesi della doppia temperatura (sfera calda)

Articolo di Shapiro, Lightman & Eardley sul confronto con Cygn-X1, che però cambia la struttura del disco (togli otticamente spesso e cambia temperatura), da controbattere con le correzioni di Shakura e Sunyaev 1976

3.3 Ipotesi di altri autori (Da Pringle (1981))

Forse è superfluo, dato che sono tra il primo problema e le soluzioni moderne...

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)