

Modelli cosmologici multicomponenti: soluzioni numeriche delle equazioni di Friedmann

Candidato: Alessio Menconi

Relatore: Alessandro Marconi (alessandro.marconi@unifi.it)

L'assunzione di un universo omogeneo, isotropo ed in espansione uniforme porta a scrivere una metrica detta di Friedmann, Robertson e Walker (FRW), in cui compare un'incognita chiamata fattore di scala $a(t)$. Inserendo la metrica FRW nelle equazioni di campo di Einstein si ottengono due equazioni per $a(t)$.

In particolare si trova che le modifiche più importanti apportate dalla Relatività Generale sono in primo luogo l'equivalenza massa-energia che ci dice che la materia non è la sola a contribuire alla densità ρ nelle equazioni di moto. In secondo luogo le equazioni della Relatività Generale formulate inizialmente da Einstein non prevedevano una soluzione stazionaria per l'universo. Einstein stesso credeva fermamente ad un universo stazionario e pertanto introdusse un termine addizionale Λ nelle equazioni di campo per poter ottenere una soluzione stazionaria. Λ prende il nome di costante cosmologica. Grazie alle nuove scoperte rese possibili dal telescopio spaziale Hubble il ruolo della costante cosmologica è mutato: essa spiega oggi l'accelerazione con cui avviene l'espansione dell'universo tuttavia la formulazione delle equazioni di Einstein è rimasta invariata.

Come ultimo la Relatività Generale spiega come l'espansione dell'universo è effettivamente un'espansione dello spazio e che il redshift cosmologico non è dovuto all'effetto Doppler, ma è causato proprio da tale espansione.

La tesi consta di tre sezioni principali: nella prima sezione si danno le basi della teoria presentando l'effetto Doppler, il fattore di scala $a(t)$, il redshift cosmologico e la sua relazione con il fattore di scala. Si presentano brevemente le equazioni di Friedmann e si analizzano con un approccio Newtoniano i casi in cui $\Lambda = 0$. Nella seconda sezione si introducono le prime modifiche apportate dalla Relatività Generale che portano a scrivere l'equazione di espansione del modello cosmologico standard (Λ CDM) in cui Λ gioca un ruolo fondamentale. Nella sezione finale, dopo una breve introduzione sui metodi usati per i risultati numerici si presentano questi ultimi per i modelli con $\Lambda = 0$ e per il modello cosmologico standard. Infine si discutono alcuni modelli alternativi al Λ CDM, lo scopo di questi modelli è quello di cercare una nuova fisica dal momento che la vera natura della costante cosmologica e quindi dell'energia oscura è ancora sconosciuta, ciò mette in evidenza che il modello cosmologico standard possa essere incompleto.