

Candidato: Pierluigi Niro (pierluigi.niro@stud.unifi.it)

Relatore: dott. Aldo Lorenzo Cotrone (cotrone@fi.infn.it)

Titolo: Buchi neri acustici

Una delle conseguenze della relatività generale è la predizione dell'esistenza dei buchi neri, regioni dello spaziotempo nelle quali il campo gravitazionale è così intenso che neanche la luce riesce ad uscirvi. Nessun segnale può essere emesso verso l'esterno una volta che l'orizzonte degli eventi del buco nero è stato attraversato. Tuttavia tale risultato non tiene conto della teoria quantistica dei campi: utilizzando questa teoria nel 1974 S. Hawking ha dimostrato che in realtà i buchi neri emettono radiazione, a una temperatura inversamente proporzionale alla loro massa. Purtroppo l'indagine sperimentale del fenomeno è estremamente difficile, poiché la temperatura prevista (nel caso ad esempio di un buco nero di massa pari alla massa solare) è molto più piccola della temperatura della radiazione cosmica di fondo.

Una possibile soluzione risiede nel costruire un modello di *analogue gravity*, ovvero un modello ben riproducibile in laboratorio che simuli gli effetti cinematici tipici dello spaziotempo in presenza di un buco nero, in un contesto diverso da quello gravitazionale. Il primo di questi modelli, che è quello analizzato nel presente lavoro, è di tipo fluidodinamico ed è stato sviluppato da W. Unruh nel 1981.

Il risultato principale della tesi è la dimostrazione che le equazioni di propagazione del suono in un fluido ideale in moto – nei pressi della superficie in cui il flusso passa da essere subsonico ad essere supersonico – sono le stesse di un campo scalare nei pressi dell'orizzonte degli eventi di un buco nero, e che la superficie che separa le due regioni del fluido si comporta come un orizzonte acustico. La dimostrazione di questo risultato sfrutta la possibilità di riscrivere le equazioni introducendo una *metrica acustica*, il cui andamento in vicinanza dell'orizzonte acustico è del tutto analogo a quello della metrica di Schwarzschild in prossimità dell'orizzonte degli eventi.

La tesi è strutturata in tre capitoli. Nel capitolo 1 si riportano alcuni concetti fondamentali necessari per comprendere la cinematica dei buchi neri e caratterizzare geometricamente l'orizzonte degli eventi. Nel capitolo 2 si generalizza l'equazione di propagazione delle onde sonore al caso generale in cui il fluido è non omogeneo e in moto e si definisce la metrica acustica, mostrando l'analogia tra il caso gravitazionale e quello in esame. Nel capitolo 3 si analizza il modello del buco nero acustico nel caso di simmetria sferica, determinando in particolare i modi normali di propagazione.