

Titolo: Raggi cosmici in ammassi di galassie e produzione di neutrini altamente energetici

Candidato: Lorenzo Betti (lorenzo.betti2@stud.unifi.it)

Relatore: Pasquale Blasi (blasi@arcetri.astro.it)

Correlatore: Luca Del Zanna (ldz@arcetri.astro.it)

Recentemente il rivelatore IceCube ha osservato un flusso isotropo di neutrini di origine extragalattica ad energie maggiori di 1 TeV, ben descritta da una legge di potenza in energia con indice spettrale pari a 2.46 ± 0.12 .

In questa tesi si considerano le reazioni adroniche che avvengono all'interno degli ammassi di galassie come possibili sorgenti di neutrini e se ne valuta il contributo rispetto a quanto misurato da IceCube, a seconda delle ipotesi considerate. Le collisioni anelastiche tra i raggi cosmici e gli ioni che compongono il mezzo intergalattico producono pioni, i quali hanno come prodotto di decadimento neutrini, se carichi, e raggi gamma, se neutri. La presenza di un campo magnetico disordinato costringe i raggi cosmici a rimanere confinati per tempi cosmologici all'interno degli ammassi di galassie, aumentando notevolmente la probabilità di interazione con il mezzo intergalattico. La quantità di neutrini e raggi gamma prodotti risulta dipendente dai profili di densità del mezzo intergalattico e dei raggi cosmici all'interno dell'ammasso: il primo è ben definito dalla radiazione emessa nei raggi X, dovuta alla radiazione di bremsstrahlung del mezzo intergalattico che si trova a temperature dell'ordine di 10^8 K, mentre sul secondo non abbiamo informazioni dirette per le quali sarebbe fondamentale conoscere la tipologia e la distribuzione delle sorgenti che producono raggi cosmici all'interno dell'ammasso. Nella tesi abbiamo considerato due differenti ipotesi: la prima in cui sia presente al centro di ogni ammasso una sorgente continua e costante nel tempo di raggi cosmici, con spettro di produzione a legge di potenza nello spazio degli impulsi, che si propagano di moto diffusivo, la seconda in cui il profilo di densità dei raggi cosmici sia proporzionale a quello del mezzo intergalattico con una dipendenza dall'energia a legge di potenza. Nel primo caso abbiamo supposto che la luminosità totale in raggi cosmici sia proporzionale alla massa dell'ammasso mentre nel secondo caso la densità di energia dei raggi cosmici è pari ad una frazione della densità di energia termica dell'ammasso, in entrambi i casi normalizzate in modo tale che la produzione di raggi gamma da parte di due ammassi noti, Coma e Perseus, non superi i rispettivi limiti superiori previsti.

Dopo aver presentato una descrizione delle proprietà degli ammassi (Cap. 1), delle possibili sorgenti di raggi cosmici al loro interno (Cap. 2), di come il campo magnetico disordinato confina i raggi cosmici (Cap. 3) e dopo aver introdotto una relazione per descrivere il numero di neutrini e raggi gamma prodotti dalle reazioni adroniche valida per alte energie (Cap. 4), si sono calcolati i flussi di neutrini e raggi gamma per ciascuna delle due ipotesi descritte precedentemente considerando indici spettrali di emissione dei raggi cosmici pari a 2.1 e 2.4. La conclusione che se ne trae è che, sotto tali ipotesi, le reazioni adroniche all'interno degli ammassi di galassie possono contribuire al flusso di neutrini misurato da IceCube sino al 10%. Per indici spettrali più piatti di quelli normalmente considerati è invece possibile ottenere flussi paragonabili a quello misurato da IceCube.