

Densità Critica Gravitazionale della Materia Shiftata

A differenza della materia barionica, la materia shiftata non si aggrega in strutture microscopiche (come molecole o solidi) a causa dell'assenza di interazioni elettromagnetiche. Tuttavia, essa mostra tendenze all'addensamento su scala galattica, come evidenziato dalla formazione di aloni gravitazionali stabili.

Le simulazioni numeriche suggeriscono che particelle di materia oscura poste a distanze superiori a $\sim 10^{-12}$ m l'una dall'altra esercitano forze gravitazionali troppo deboli per coalescere in tempi cosmici. Tuttavia, in ambienti ad alta densità (es. aloni o cluster), l'effetto gravitazionale collettivo permette la formazione di pozzi di potenziale stabili e coerenti.

Proponiamo l'introduzione del concetto di **densità critica gravitazionale**: una soglia sotto la quale le particelle shiftate restano gravitazionalmente isolate, e sopra la quale emergono effetti di aggregazione gravitazionale collettiva. Questo potrebbe spiegare perché la materia oscura non forma strutture compatte, pur risultando dinamicamente coesa su grandi scale.

La densità media della materia oscura negli aloni galattici è estremamente bassa: circa $5 \times 10^{-22} \text{ kg/m}^3$. A questa densità, considerando una massa per particella pari a quella di un protone ($\sim 10^{-27} \text{ kg}$), si ottiene una distanza media tra particelle di circa 6 millimetri. Questo valore sorprendentemente elevato, se confrontato con le scale atomiche, chiarisce l'impossibilità di qualsiasi aggregazione microscopica: non si formano atomi, molecole o legami locali.

Un ulteriore fattore è l'assenza di una relazione termica diretta con l'ambiente circostante: la materia shiftata, non essendo accoppiata al campo elettromagnetico, non assorbe né emette energia sotto forma di calore. Pertanto, **la temperatura non è più un parametro efficace per descriverne lo stato**, e i meccanismi di raffreddamento e condensazione che agiscono sulla materia barionica non hanno effetto.

Questo porta a una condizione peculiare: la materia shiftata può risultare dinamicamente stabile e coesa su scala galattica, pur non mostrando alcun comportamento strutturale a scala locale. La densità critica gravitazionale è quindi una soglia concettuale oltre la quale le fluttuazioni statistiche della densità possono innescare effetti collettivi emergenti, ma **solo in ambienti con massa complessiva sufficiente a creare una curvatura coerente nello spaziotempo**.

Questo meccanismo offre una chiave interpretativa del perché la materia oscura si comporti come un fluido diffuso e coerente, privo di grumi o corpi condensati, ma fondamentale per la tenuta gravitazionale delle strutture cosmiche.