

### 7.3 ENTANGLEMENT E TELETRASPORTO

L' entanglement ed il connesso fenomeno del "teletrasporto" , rappresentano un argomento relativo al quale esiste una formalizzazione e risultati sperimentali , che secondo le teorie correnti parrebbero se non esaurire almeno inquadrare , in maniera definitiva , la problematica relativa .

In effetti la condizione di entanglement di due stati quantistici viene formalizzata attraverso le matrici densita' . Se la matrice densita' di un sistema composto può essere ottenuta come prodotto tensoriale delle matrici densita' di singoli sottosistemi allora questi ultimi non sono entangled , viceversa lo sono . Analogamente la possibilità di teletrasporto è conseguenza del carattere non locale dell' entanglement , sancito dalla diseguaglianza di Bell e verificato più volte sperimentalmente.

Viene a mancare , come sovente accade , un chiarimento se non una spiegazione sul substrato fisico di questi fenomeni . Un tentativo di approccio , considerando quanto scritto nei capitoli precedenti , può essere il seguente :

L' entanglement , volgarizzato anche come "intreccio" , è una condizione reciproca che si viene ad instaurare tra due , o più , stati di sistemi quantistici , fermioni o bosoni , che subiscono una interazione reciproca sufficientemente energetica .

L' ipotesi è che in questi caso i due sistemi vengano forzati a costituire un sistema complessivo , che presenta un riarrangiamento di alcuni parametri tipici dei sottosistemi costituenti . Un esempio può essere dato dall' aggiunta di un secondo elettrone all' orbitale 1S di uno ione di He . I due elettroni vanno a costituire un sistema complessivo (l' orbitale 1S completo , di un atomo di He) in cui lo spin di un elettrone assume un verso opposto rispetto allo spin dell ' altro elettrone , indipendentemente dal verso dello spin che i due elettroni avevano precedentemente .

Tale riallineamento avviene , formalmente per rispettare il principio di esclusione del Pauli e fisicamente perchè , per ogni elettrone essendo disponibili due gradi di libertà energeticamente equivalenti , la configurazione con elettroni occupanti gradi di libertà diversi , rappresenta una condizione di minimo energetico . Quando questa connessione di scelta condizionata dei gradi di libertà dei due sistemi quantistici entangled , permane anche a grande distanza, si parla di "teletrasporto" .

Quello che non traspare dalle formalizzazioni di questo effetto eclatante della non località, è come sia possibile che tale connessione permanga a grande distanza, quando tutte le propagazioni conosciute (campi elettromagnetico, gravitazionale) diminuiscono i loro effetti con il quadrato della distanza.

Una soluzione può essere trovata considerando che anche la struttura di fermioni e bosoni è non locale, o meglio la loro struttura è estesa. Per tale motivo esistono sempre almeno due livelli dei relativi sistemi che, se non disturbati, mantengono sempre la connessione intesa come possibilità di riarrangiamento dei rispettivi gradi di libertà (per esempio lo spin) al fine di mantenere un minimo di energia del sistema complessivo.

Per tale motivo all'accertazione della direzione di spin di un dato fotone corrisponde, per quanto saputo a velocità superluminali (senza che ciò infici la R.R.), l'accertazione di una direzione di spin contraria di un fotone entangled al primo, anche se quest'ultimo si trova a distanze macroscopiche (probabilmente astronomiche). Il secondo fotone deve però aver avuto la possibilità di giungere alla distanza suddetta dopo la fase di entanglement, avendo avuto così la possibilità di mantenere il contatto con la struttura del primo fotone.

Il mantenimento dell'"efficienza" di tale connessione anche a grande distanza può essere ricercato nel bilanciamento di due fattori:

-) il decadimento con la distanza:  $D \propto 1/r^2$

-) l'aumento della superficie del livello che interagisce, interamente, con il suo omologo:  $S \propto r^2$

Per cui si ottiene:  $efficienza = D \cdot S = cost$