

## PAR. 5.3 CENNI DI UNA TEORIA NON LOCALE

Bohm , in maniera analoga ma indipendente da de Broglie , manipolando opportunamente l' equazione di Schroedinger ed inserendovi una versione polare della funzione d' onda , arriva a definire un potenziale quantistico ed un' onda pilota che indirizza il percorso della particella relativa .<sup>(1)</sup>

Ricorrendo alla espressione di Eulero per i numeri complessi , la funzione d' onda si può scrivere :

$$1.5.3) \quad \psi = R e^{iS/\hbar} \quad \text{dove: } R = \text{ampiezza dell' onda; } S = (P r - E t) = \text{azione}$$

Sostituendo la 1.5.3 nell' equazione di Schroedinger non relativistica ed azzerando una volta la parte immaginaria ed una volta la parte reale si ottengono due equazioni . In una delle due :

$$2.5.3) \quad \frac{\partial S}{\partial t} + U + \frac{\hbar^2}{2m} (\nabla S)^2 = - \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 R}{R}$$

compare al primo membro un termine che eguagliato a zero riproduce l' equazione di Jacobi della meccanica classica , mentre al secondo membro un termine che viene assimilato per analogia ad un potenziale , similmente ad  $U$  e che prende il nome di potenziale quantistico :

$$3.5.3) \quad Q_q = - \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\nabla^2 R}{R}$$

Sempre seguendo l' analogia si ottiene :

$$4.5.3) \vec{v} = -\frac{1}{m} \text{grad} S \quad \text{formula della guida.}$$

La forza quantistica :

$$5.5.3) \vec{F} = -\text{grad} Q_q$$

che si esercita sulla particella, ne incurva la traiettoria che altrimenti sarebbe, in assenza di altri potenziali, rettilinea e uniforme. Uno dei problemi rimane la genesi fisica del potenziale quantistico. Applico la trattazione che segue alla geometria della struttura della particella in esame, passando ad una analisi scalare in geometria sferica.

Considero l'espressione del potenziale quantistico 3.5.3 agente solo in senso radiale ad un istante determinato:  $t_0$ . Quindi pongo:  $Q_q(r, \vartheta_0, \varphi_0, t_0) = Q_q(r)$  e:  $R(r, \vartheta_0, \varphi_0, t_0) = R(r)$

Con riferimento ad un orbitale di tipo 1S posso scrivere :

$$6.5.3) R(r) = \frac{C_x}{r} \quad \text{per cui ottengo :}$$

$$7.5.3) \frac{d^2 R(r)}{R(r) dr^2} = \frac{r}{C_x} \cdot \frac{d^2 (C_x r^{-1})}{dr^2} = 2r^{-2} \quad \text{e quindi :}$$

$$8.5.3) Q_q(r) = \frac{-\hbar^2}{m \cdot r^2} \quad \text{mentre la forza risulta :}$$

$$9.5.3) F^m(r) = \frac{2\hbar^2}{m r^3}$$

Le 8.5.3 e 9.5.3 possono essere estese ad ogni livello e sottolivello dell' elettrone , sostituendo  $m$  con le rispettive  $m_i$ .

In effetti tutta la trattazione è stata svolta a livello scalare per ragioni di semplicità ed a scopo di illustrarne le potenzialità .  
Essendo :  $R = R (r, \vartheta, \varphi)$  allora:  $Q_q = Q_q (r, \vartheta, \varphi)$  e quindi anche la 5.5.3 assume il suo pieno significato vettoriale .

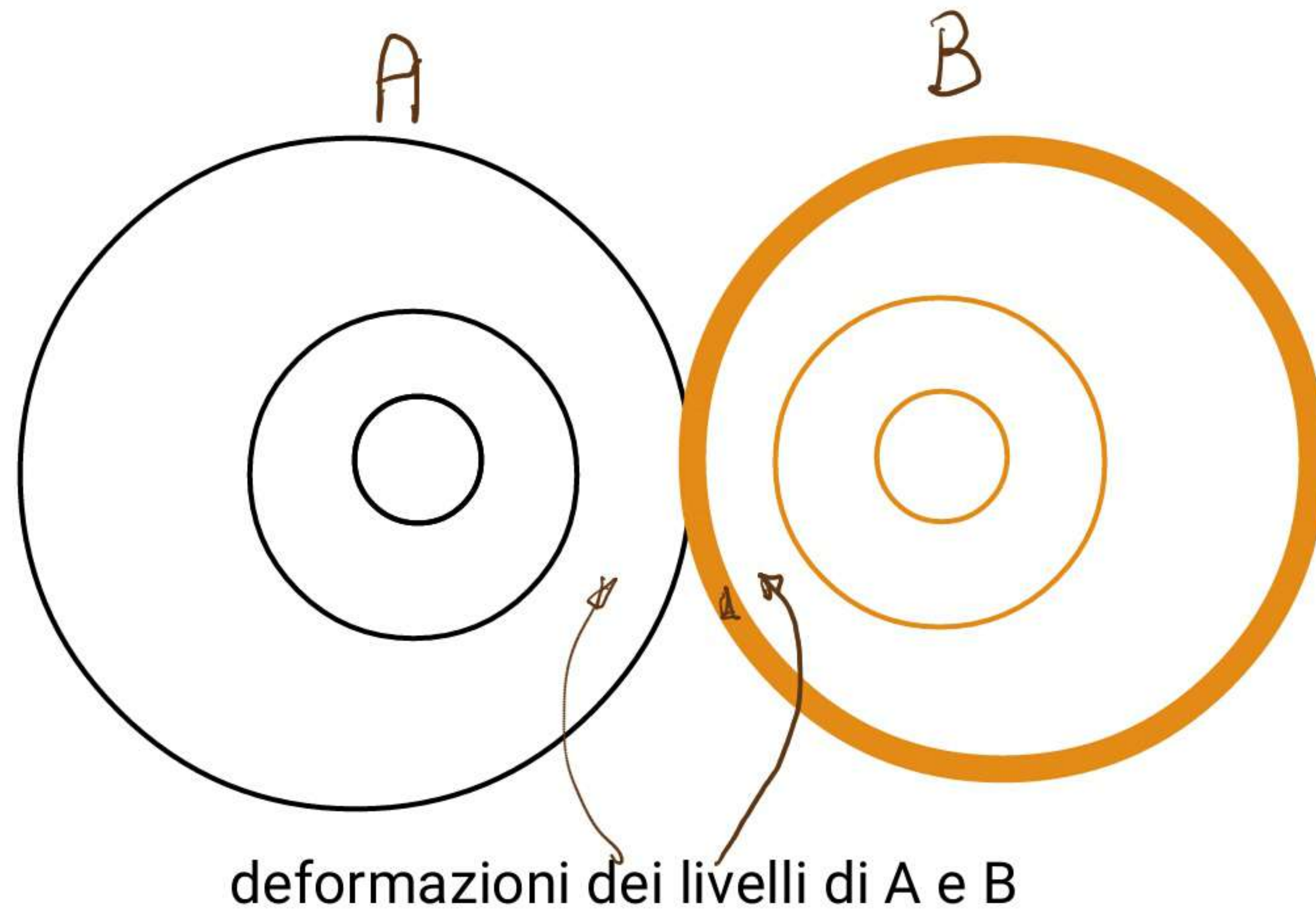
Tenendo sempre in considerazione la 5.5.3 , la presenza di traiettorie non rettilinee uniformi imputabili all' azione di una forza esterna , induce ad inferire che il potenziale quantistico sia dovuto alla presenza di altre particelle , che possono anche costituirsi in strutture macroscopiche stabili ed in particolare in strutture usate , direttamente o indirettamente , come sonde e rivelatori di un apparato di misura ed osservazione .

In tale contesto , per ragioni di simmetria , se una particella A induce un potenziale quantistico in una particella B anche quest' ultima indurrà un opportuno potenziale quantistico sulla particella A .

Se una o più delle particelle , che interagiscono con la particella data , fa' parte dell' apparato di osservazione e misura , si ha un temporaneo "intreccio" reciproco di livelli instabili definibili anche con la : 2.5.2 , con un temporaneo cambiamento delle funzioni d' onda relative .

In effetti l' interazione mediata dal potenziale quantistico , tramite la deformazione dei livelli e sottolivelli di due elettroni ( o più in generale di altre coppie di particelle ) avviene prima attraverso i livelli reciproci più esterni che a raggi maggiori presentano un numero maggiore di "sottoparticelle" con massa decrescente . I livelli considerati , presentando un incremento delle masse relative , hanno di conseguenza una riduzione delle dimensioni (raggio) relative .

$$|Q_{\varphi}^A| = |Q_{\varphi}^B|$$



Schema illustrativo di principio

Ogni particella coinvolta nell' " interazione " deforma i suoi livelli e sottolivelli con relativa funzione d' onda, generando in tal modo il potenziale quantistico che "indirizza" il moto reciproco durante l' interazione.

Situazione quasi - statica (bassa velocita')

illustrazione indicativa della "deformazione" reciproca dei livelli di due particelle .

Il potenziale quantistico è dovuto ad una deformazione dei livelli delle particelle interagenti , che costituisce l' onda pilota , che non risulta dalla presenza di un numero imprecisato di particelle ma solo di quelle costituenti i livelli interessati , sia interni che esterni rispetto alla particella considerata . Cadono , quindi , anche le critiche che hanno in un numero imprecisato e aleatorio di particelle esterne il loro motivo d' essere . La implementazione della struttura delle particelle nella teoria di de Broglie - Bohm può farle superare questa critica usuale .

Peraltro alcune simulazioni riguardante l' esperimento delle due fenditure <sup>(6)</sup> rendono coerenti le previsioni teoriche sulle traiettorie dei fotoni interagenti , mentre esperimenti <sup>(7) (8)</sup> di altro genere , sulle due fenditure , mettono in dubbio la dogmaticita' dell' interpretazione di Copenaghen .

Una peculiarita' dell' approccio di Bohm rispetto a quello di de Broglie , che ne supera anche alcune critiche , è quello di considerare "n" particelle al posto di una sola , come realizzazione dell' onda pilota e del potenziale quantistico .

La identificazione dell' onda pilota e relative particelle con i livelli e sottolivelli della struttura della particella , consente di ottenere una descrizione più specifica della teoria di de Broglie - Bohm (dBB) .

Per tale motivo posso considerare In maniera più specifica di quanto accennato :

$$10.5.3) \quad |Q_q| = \left| \sum_{i=n_1}^{n_2} Q_{q_i} \right| = \sum_{i=n_1}^{n_2} \left( \frac{\hbar^2}{2m_i} \right) \frac{\nabla_i^2 R}{R}$$

È interessante notare l' analogia della 9.5.3 che riporto :

$$11.5.3) \quad F(r) = \frac{2\hbar^2}{mr^3} \quad \text{e la 7.2.7}$$

$$12.5.3) \quad F(r) = -\frac{\hbar^2}{mr^3}$$

Similmente alla 4.5.3 si può ricavare una legge della guida dell' insieme di "sottoparticelle" :

$$13.5.3) \quad \vec{v}_i = \vec{\nabla}_i S(r_1, r_2, r_3, \dots) / m_i$$

Da cui si può notare come il moto di una singola particella dipende dalla posizione di tutte le altre , per cui l' insieme che è anche l' insieme di tutti i livelli e sottolivelli risulta "entangled" , come precedentemente citato .