



## Proposta di tesi magistrale

Titolo approssimativo:

**“Dynamics of a quantum fluid: an analysis of the coherent response to neutrons of liquid deuterium for an improved cold-source design at European neutron research facilities”**

Fluidi molecolari di piccola massa e in fase liquida a bassa temperatura (sotto i 30 K), come idrogeno ( $H_2$ ) e deuterio ( $D_2$ ), hanno notevole rilevanza sia fondamentale che applicativa. Da un punto di vista scientifico generale, l'interesse in questi liquidi, e in particolare nel loro comportamento dinamico, risiede nella loro natura quantistica e nelle modifiche che la delocalizzazione delle particelle induce, rispetto al caso di fluidi classici, nella funzione di risposta ai neutroni, di cui tuttavia esistono solo pochi studi sperimentali qualitativi in unità arbitrarie. Da un punto di vista applicativo,  $H_2$  e  $D_2$  liquidi trovano impiego, fra altri utilizzi, anche come materiali moderatori dei neutroni di alta energia (MeV) prodotti da fissione o spallazione in facilities internazionali per la Ricerca. Infatti, grazie alla bassa temperatura a cui questi sistemi leggeri sono liquidi, è possibile ottenere in modo molto efficace il rallentamento e la produzione di fasci di neutroni ad energie utili per studi della materia condensata nel range del meV, tramite la realizzazione di cosiddette “sorgenti fredde”. Recentemente, anche in concomitanza con la costruzione in atto della nuova sorgente europea di neutroni (ESS, Lund, Svezia) e l'upgrade del più potente reattore al mondo per fini scientifici (ILL, Grenoble, Francia), molti studi sono stati dedicati all'ottimizzazione della produzione di neutroni freddi e quindi alla realizzazione di database riguardanti la sezione d'urto doppio differenziale (DDCS), differenziale (DCS) e totale (TCS) degli **idrogeni**, e che fossero meno obsoleti di quelli utilizzati fin qui nella fisica delle sorgenti di neutroni. Tener conto della natura quantistica degli idrogeni si è rivelato cruciale, tramite simulazioni preliminari relativamente recenti, per poter sperare in stime quantitative sufficientemente accurate delle sezioni d'urto di questi liquidi. Tuttavia, le simulazioni richiedono ancora una validazione sperimentale accurata e quantitativa, cui è stato dedicato, in prima istanza, un esperimento di scattering anelastico di neutroni relativo al candidato preferibile fra i due ( $D_2$ ) a scopi di moderazione.

**La tesi proposta riguarda un approfondimento sui fluidi quantici, sulla loro struttura dinamica roto-traslazionale, sulla loro risposta ai neutroni e relative problematiche sperimentali. In particolare, sarà di centrale importanza l'analisi dei dati, la possibile modellizzazione della DDCS del  $D_2$  liquido e, non ultimo, la sperabile determinazione, finalmente quantitativa, del contributo coerente agli spettri misurati. A seconda dei risultati dell'analisi, non è escluso il confronto anche con dati di simulazione quantistica o l'utilizzo di teorie recenti per la descrizione della dinamica del  $D_2$  liquido che permettano un passo avanti nella conoscenza degli effetti quantistici che ne caratterizzano il comportamento, ancora poco noto per quel che riguarda l'evoluzione spazio-temporale di questo speciale sistema a molti corpi.**

[If needed, please ask for an English version to the Thesis's supervisor \(see below\).](#)

### **Relatore/Supervisor:**

Dr. Eleonora Guarini GDT  
Ricercatore TI (PhD)  
Dipartimento di Fisica e Astronomia  
Via G. Sansone, 1  
I-50019 Sesto Fiorentino (FI)  
Italy  
Stanza 124 (primo piano), Tel. 055-4572052, e-mail: [guarini@fi.infn.it](mailto:guarini@fi.infn.it);  
[eleonora.guarinigrisalditajaodeltaja@unifi.it](mailto:eleonora.guarinigrisalditajaodeltaja@unifi.it)

Insegnamento UniFi @ CDS triennale e magistrale in Fisica: [Fisica dei Liquidi e Soft Matter](#) (in cotitolarità con il Prof. Renato Torre, [torre@lens.unifi.it](mailto:torre@lens.unifi.it)).

