

Scienza con i Neutroni

5/02/2020

- Quali sono i temi in cui la scienza con i neutroni potrà dare il suo contributo nei prossimi 5 e 10 anni?

La scienza con neutroni ha dato significativi contributi in diversi settori, in ciascuno dei quali ovviamente può continuare a farlo. Ad oggi l'utilizzo dei neutroni ha contribuito all'avanzamento della conoscenza della struttura e della dinamica dei materiali di diversa origine, dalla materia condensata alla materia cosiddetta soffice e di origine biologica, anche grazie alla scarsa invasività della tecnica rispetto ad altre tecniche quali ad esempio i raggi x. Inoltre, grazie alle loro proprietà magnetiche, i neutroni sono un'eccellente sonda per lo studio delle proprietà magnetiche statiche e dinamiche dei materiali e grazie alla loro sensibilità agli isotopi possono essere proficuamente sfruttati per lo studio delle proprietà chimiche dei materiali. La scienza con i neutroni ha dato e potrà continuare a dare un contributo significativo in svariate aree di ricerca, dalle scienze di base fino ad ambiti applicativi: la fisica, la chimica e la biochimica, fino alla scienza dei liquidi e dei materiali solidi, la geochimica e la geofisica, la mineralogia, la scienza dei polimeri, la farmacologia, la geologia, l'ecologia, l'elettrochimica, l'archeologia, l'energia, oltre ovviamente allo sviluppo della strumentazione e dei sistemi di rilevazione nonché di metodologie di analisi dei dati.

Le conoscenze acquisite tramite la scienza con neutroni hanno risvolti non solo per quanto riguarda la conoscenza scientifica di base, ma hanno dato un contributo significativo allo sviluppo tecnologico, anche su scala industriale, di nuovi materiali e prodotti, tra cui beni di consumo, componenti per l'automotive e l'aerospazio, oil e gas e per il settore energetico e nel settore farmaceutico.

I campi dei quali l'utilizzo dei neutroni è maggiormente sviluppato sono i seguenti:

- Sviluppi nell'information technology, per il progresso di sistemi digitali sempre più complessi fino all'intelligenza artificiale;
- Studio delle proprietà chimiche ed elettromagnetiche di base dei materiali solidi e liquidi;
- Struttura della materia (cristallografia e spettroscopia);
- Studio della struttura di materiale archeologico e artistico;
- Studio delle proprietà di molecole ed aggregati di interesse agroalimentare, farmaceutico e biomedicale;
- Soft matter;
- Sviluppo di tecnologie legate alla produzione e stoccaggio di energia.
- Produzione di isotopi per la radiomedicina

Non si può però non includere in questa discussione anche la progettazione e lo sviluppo di sorgenti (es. ICF based, fusione a confinamento inerziale) che potrebbero, magari con tempi più lunghi, rilanciare la tecnica portandola a potersi comparare con la luce di sincrotrone.

- Quali sono le grandi sfide che potrebbero avere risposte usando i neutroni?

I più importanti risultati scientifici ottenuti tramite studi implicanti l'utilizzo dei neutroni sono riportati e costantemente aggiornati sui siti delle LSF.

Al di là delle scoperte nel campo della fisica della particelle e della fisica atomica (<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/no-dark-side-to-neutron-decay/>, <https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Watching-hydrogen-flip-its-spin.aspx>), ciascuna delle aree di ricerca menzionate è in sviluppo e trae profitto dalla scienza con i neutroni, in quanto tecnica di caratterizzazione, indispensabile per lo sviluppo di materiali e tecnologie.

Ad esempio, nel campo delle scienze della vita lo studio delle proprietà di componenti di organismi reali (membrane cellulari) è stato reso possibile e sta rispondendo a domande sempre più complesse (interazione cellula-proteina, struttura fine ed idratazione di proteine, ...) anche grazie allo sviluppo delle tecnologie di produzione e purificazione di molecole biologiche deuterate.

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/scientists-explore-the-unknown-behaviour-of-gold-nanoparticles-with-neutrons/>

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/a-novel-approach-for-the-study-of-integral-membrane-proteins/>

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Low-frequency-vibrations-to-study-drugs-in-MOFs.aspx>

Una disciplina in forte sviluppo attualmente è quella dell'intelligenza artificiale, per lo sviluppo della quale i neutroni si sono già messi al servizio (v. workshop ILL-ESRF-STF 2019 Artificial Intelligence Applied to Photon and Neutron Science).

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Artificial-intelligence-takes-on-chemistry.aspx>

La Prompt Gamma Activation Analysis (PGAA) (Molnàr, 1995) ha consentito la costruzione di un database spettroscopico per l'analisi degli elementi (ed isotopi) dei materiali. Grazie a questo la ricerca nell'ambito dei beni culturali ha avuto una nuova spinta (cavallo di Leonardo BNC).

<https://www.bnc.hu/?q=node/34>

I neutroni sono stati sfruttati, e ovviamente possono continuare a farlo, per studiare materiali non solo per la ricerca di base ma anche per comprendere le proprietà di base di alimenti (il segreto del limoncello, ILL) e per lo sviluppo tecnologico di componenti di macchine, aerei, navi, componenti per l'aerospazio nonché di componenti per l'elettronica.

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/neutrons-shining-light-on-the-structure-of-silk-derived-biomaterials/>

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/neutrons-unlock-the-secrets-of-limoncello/>

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Magnetic-sandwiches-transferring-information-through-their-filling.aspx>

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Neutrons-used-to-study-sustainable-sugar-based-plastic.aspx>

<https://www.bnc.hu/?q=node/33>

Anche nel campo energetico (produzione e storage) i neutroni possono dire la loro. Un esempio ne è l'esplorazione del ruolo esatto delle reti di pori dei polimeri microporosi coniugati (CMP) nel processo fotocatalitico per la produzione di energia 'pulita'.

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/exploring-water-splitting-photocatalysts-with-neutrons/>

<https://www.ill.eu/news-press-events/news/scientific-news/exploring-water-splitting-photocatalysts-with-neutrons/>

https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/GeTe_MatCharLab_2019.aspx

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Neutrons-study-components-used-in-pursuit-of-fusion-energy.aspx>

<https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Neutrons,-muons-and-the-battery-revolution.aspx>

Ci sono anche applicazioni particolari dell'irradiazione con neutroni, come la produzione di pietre preziose (BNC, Budapest): irradiando il topazio con neutroni si creano dei difetti che fungono da centri del colore. Così la pietra incolore diventa blu ed il suo valore economico aumenta di 100 volte.

- Quale deve essere il ruolo della comunità e della SISN per favorire questa ricerca scientifica?

Al di là dell'intervento ed il sostegno per la gestione delle convenzioni con le facilities di ILL ed ISIS, la SISN promuove la scienza con i neutroni tramite il congresso e le scuole.

La società potrebbe favorire la scienza con i neutroni facendo degli sforzi affinché la comunità si rafforzi numericamente, ad esempio favorendo gli scambi interdisciplinari.

Questo può essere fatto aggiungendo all'interno del congresso delle sessioni, anche brevi, dedicate alle industrie o a scienziati che collaborano con le industrie oppure attraverso meeting e scuole didattiche congiunti con altre società, anche piccole.

La comunità e la società potrebbero farsi promotori dei risultati ottenuti tramite la scienza con i neutroni tramite newsletter e social media, per accrescere la consapevolezza nelle potenzialità da parte di una più vasta platea su diversi livelli, come pure attrarre un numero maggiore di giovani.

Gli sforzi potrebbero essere volti a rendere la SISN soggetto esistente e ben definito nell'immaginario collettivo, che possa fungere da coordinamento ed interfaccia tra la comunità e gli enti.

- Quali possibili schemi di finanziamento nazionali ed europei possono interessare la neutronica?

In generale, sia a livello nazionale che internazionale, tutti i programmi di finanziamento che riguardano le grandi infrastrutture di ricerca. A livello nazionale l'inserimento avviene attraverso il documento di programmazione strategica predisposto dal MIUR, sia come PNR che come PNIR (ex-Roadmap). La presenza del progetto infrastrutturale all'interno del documento di programmazione è un passo indispensabile per accedere ai potenziali successivi finanziamenti dedicati che avvengono attraverso i canali del FOE e dei PON-Infrastrutture, principalmente. In questo caso si tratta quindi di finanziamento dell'accesso e/o della

costruzione attraverso gli Enti vigilati MIUR (CNR, INFN etc...) o di finanziamento della fase di costruzione nelle Regioni Obiettivo con percentuali variabili fuori regione. Questo schema, introdotto per le infrastrutture al MIUR nel 2010 e variamente adattato negli anni successivi, nella sostanza non dovrebbe subire grossi cambiamenti con il variare dei governi, anche perché di fatto rispecchia lo schema Europeo che prevede la predisposizione di un documento programmatico (Roadmap ESFRI) e il successivo finanziamento dei progetti individuati, attraverso i bandi per le infrastrutture di H2020 (INFRAxxx vari) e del prossimo programma Europeo.

Quanto detto riguarda prevalentemente la “grande” progettualità, grande in termini di intervento sia finanziario che costruttivo che di mobilitazione di risorse umane.

La partecipazione ai progetti di ricerca sotto Call aspecifiche ma focalizzate su tematiche scientifiche (nazionali tipo PRIN o Europei di Call non RI) ricade nelle capacità di lavoro dei singoli gruppi e nella loro qualificazione internazionale. Il ruolo della SISN potrebbe essere quello di facilitatore se potesse ad esempio assicurare ai gruppi partecipanti canali di accesso preferenziali al tempo macchina. Preferenziali per modalità e tempistiche di accesso, ma senza saltare la valutazione di qualità. Ad esempio, se la SISN fosse un partner di un progetto di infrastrutture distribuite e differenziate che offrono accesso (ad esempio CERIC oppure NFFA), non pensando solo ai progetti INFRAxxx che aggregano tematicamente solo le infrastrutture di neutroni, potrebbe giocare un ruolo rilevante per le infrastrutture coinvolte offrendo una base di utenza qualificata e, allo stesso tempo, dare la possibilità alla propria comunità di quell’accesso “privilegiato” da sfruttare per altri progetti di tema scientifico.

- Esistono azioni possibili da parte della comunità per ottenere più fondi per la ricerca?

La partecipazione ai programmi e progetti nazionali ed europei per le infrastrutture di ricerca richiede una capacità di coordinamento a livello nazionale elevata e tipicamente una istituzione capofila in grado di distribuire il finanziamento ai partecipanti che possono appartenere a diverse sedi. Questo ruolo può anche essere svolto da una Università (o da un consorzio universitario) e non necessariamente un Ente, ma il punto critico rimane il coordinamento e un buon canale di comunicazione con le istituzioni, nazionali ed europee. Serve che la SISN, se intende proporsi per questo ruolo di coordinamento, si presenti come un riferimento nazionale per i progetti di neutronica in quanto dotato di competenze specifiche al proprio interno, in grado di coordinare le relazioni e dotato di capacità di spesa e rendicontazione. In un certo senso, l’esempio precedente è il CNISM nella fase in cui ha ottenuto e gestito il finanziamento di 15 MEuro per il PON-STAR della Calabria. Alternativamente, la SISN può offrirsi come incubatore e coordinatore di idee e progetti la cui gestione viene delegata ad un ente/istituzione in grado di amministrare e rendicontare. È evidente che presentarsi come riferimento unico e aggregatore di competenze è ben altra cosa rispetto alle partecipazioni distribuite di singoli o di gruppi. In questo senso va sviluppato il sentimento di appartenenza della comunità alla società.

La SISN può (intende?) sviluppare azioni di lobbying a livello nazionale (presso gli Enti, i Ministeri, le Università) che vadano oltre la comunicazione dell’esistenza e delle necessità della comunità scientifica che rappresenta e servano a presentarsi come interlocutore e portatore di competenze da mettere al servizio dell’istituzione. Si tratterebbe di sviluppare un rapporto fiduciario in cui il primo passo per la SISN è quello di dare, in attesa di ricevere.

A livello Europeo è forse più facile incentivare la partecipazione della SISN come soggetto di diritto privato ai progetti dedicati alle infrastrutture. Il primo passo dovrebbe essere quello di partecipare alle Coordination & Support Actions, piuttosto che ai progetti di finanziamento della ricerca, azioni che sono finalizzate al community building, al networking, allo scambio di best practices etc. e al cui interno la SISN potrebbe acquistare visibilità come soggetto unico e referente. Queste partecipazioni, o meglio lo sforzo progettuale, potrebbe essere sostenuto anche direttamente e non solo attraverso l’ENSA.