

# SLEAR

(Simple Low Energy Anomalous Reactions); 3 anni, Nuovo.

## Partecipanti:

Dott. Francesco CELANI- Staff LNF (Responsabile); 100%

Dott. Sergio Bartalucci- Staff LNF; 50%

Prof. Giorgio Trenta, Ass. LNF; 100%

Prof. Enzo Righi, Ass. LNF; 100% => FTE=0%

Prof. Antonio Spallone, Ass. LNF; 100%;

- Dott. Emanuele Marano, Dottorando (Scienza dei Materiali) Univ. Torino; già borsista INFN-LNF, 100%.
- Sig. Bruno Ortenzi, Staff LNF, Tecnico di esperimento, 100%.

***FTE\_Ricercatori=3.5; FTE\_Tecnici=1; Borsista in corso di perfezionamento documenti.***

- Collaborazione formale (contratto INFN-ENEL del Luglio 2011) con Centro Ricerche ENEL di Pisa (Responsabile Dott. Enrico Paganini).
- Collaborazione scientifica, non formalizzata, con Università Osaka (Resp. Prof. Akito Takahashi) ed Università di Kobe (Resp. Prof. Akira Kitamura). Gli studi specifici sulle LENR (Low Energy Nuclear Reactions) sono co-finanziati dal Centro Ricerche Technova, Gruppo Toyota (Tokyo e Nagoya).
- Collaborazione scientifica con 4 membri della ISCMNS: Misa Nakamura (dal 1995); Enrico Purchi (dal 2004); Anna Nuvoli (dal 2009); Gianluigi Zangari (dal 2011).
- Collaborazione (dal 2011) con gruppo NEXT-LNF: Stefano Bellucci, Federico Micciulla.

# Motivazione

L'argomento dell'esperimento è lo studio delle anomalie, termiche e/o nucleari, che, **a volte**, si presentano in alcuni specifici sistemi metallo-Idrogeno (e/o Deuterio).

La situazione si può riassumere come di seguito:

- In genere, tali anomalie si sono presentate durante situazioni di **NON-EQUILIBRIO**, spontaneo e/o forzato.
- Altro punto importante è che, fino a pochissimi anni fa, gli esperimenti erano condotti con il sistema **Palladio-Deuterio**, cioè metallo nobile (Pd) e gas “strategico” (Deuterio), con tutte le implicazioni e limitazioni del caso. Risultati ancor più “buoni” si sono ottenuti utilizzando il radioattivo Trizio: purtroppo i grossi problemi di sicurezza hanno limitato la sperimentazione a pochi e ben specifici Laboratori opportunamente attrezzati ed autorizzati.
- La maggior parte degli esperimenti (90-95%), a livello Internazionale circa 2000/anno con mille Ricercatori attivi (gruppi di 4-6 persone ognuno), era effettuato utilizzando tecniche elettrolitiche e temperature dell'ordine di 20-60°C.

- Il 9 Agosto 2011 ho **CASUALMENTE** scoperto un documento interno, trasmesso tra due Laboratori della **NASA** nell'Ottobre 2009. Argomento di tale documento erano i risultati di un esperimento di **REPLICA**, con strumentazione notevolmente migliorata, di un vecchio esperimento effettuato sempre dalla NASA nel **Dicembre 1989**. La replica rinforzava i vecchi risultati e divenne, successivamente, il punto di partenza per lo sviluppo di un "rover" da utilizzare su Marte. Il motore sarà di tipo Sterling ed utilizzerà molte decine di kg di Pd. Ovviamente, in applicazioni spaziali, il costo della materia prima non è un problema. Il prezzo del Pd puro (forma bulk) è di circa 15-20 €/g a cui vanno aggiunti i costi, ancor più elevati, per trasformarlo in materiale nano-strutturato.
- L'esperimento del 1989, effettuato con un tubo di Palladio e Deuterio gas pressurizzato alla temperatura di circa 350°C, aveva come obiettivo la rivelazione di neutroni. Poiché tali neutroni, a parte qualche fluttuazione a bassa significanza statistica, non erano stati rivelati, l'esperimento fu "chiuso" ed archiviato. Comunque, i Ricercatori NASA osservarono, e presero nota, di un **NUOVO fenomeno completamente inaspettato e NON spiegabile con la fisica/chimica/metallurgia noti.** In dettaglio, si aveva chiara evidenza di un eccesso termico (quindi energia) nella fase di **DESORBIMENTO** del Deuterio dal tubo di Pd.
- Nel caso dell'utilizzo **dell'Idrogeno tutto risultava come aspettato**: aumento di temperatura (rispetto al riferimento di 350°C) nel regime di assorbimento (cioè *idrurazione*) e pressochè equivalente (dal punto di vista energetico) riduzione nel caso di desorbimento (cioè *de-idrurazione*).

- Nel caso del sistema **Pd-Deuterio**, si aveva invece produzione energetica sia nei casi di assorbimento (come aspettato) che de-sorbimento=> **NUOVO FENOMENO FISICO** non compatibile con le conoscenze pregresse.
- Tale fondamentale risultato scientifico **NON fu diffuso immediatamente** (cioè Dicembre 1989) nell'ambito dei Ricercatori "normali" coinvolti negli studi sulla cosiddetta "Fusione Fredda". Esso era a conoscenza soltanto di una **ristretta cerchia** di persone afferenti ad agenzie legate all'ambito **militare USA**, in particolare Los Alamos National Laboratories. Divenne "quasi pubblico" soltanto nel 2004, a seguito della visita ai Laboratori NASA di un collega USA: trovò il documento, "dimenticato" dentro un cassetto, e lo trasmise ad alcuni selezionati Colleghi in Francia e Cina.
- I risultati degli esperimenti LENR, dal punto di vista della RIPRODUCIBILITA', sono nettamente migliorati da quando, nel 2002, il (prestigioso) Prof. **Yoshiaki Arata**, Università di Osaka ha introdotto l'utilizzo di materiale nanostrutturato. Nello specifico, ha utilizzato una lega (composizione iniziale Pd<sub>35%</sub>-Zr<sub>65%</sub>) che dopo opportuni complessi e costosi cicli di mel-spinning (a 1600°C) e quenching (velocità di raffreddamento >>100000 K/s) ottiene una lega nanometrica con dimensionalità (ottimale) delle particelle di Pd compresa tra 5 e 20nm.
- Il materiale viene sottoposto a successivi cicli di ossidazione selettiva in aria dello Zr, pertanto il composto finale ha la composizione ZrO<sub>2</sub>-Pd.

- **Vantaggi** di tale composto sono: pressoché completa riproducibilità dei risultati (con Deuterio), sia da parte di Arata stesso e/o suoi diretti Collaboratori che **riproducibilità trasferita**. In altre parole, altri ricercatori, provenienti da altre Università (Osaka, Kobe, Iwate in Giappone; DARPA e MIT in USA) ed utilizzando delle nano-particelle prodotte a livello industriale Società Santoku K.K. (Kobe), senza la consulenza scientifica di Arata, sono riusciti ad ottenere materiali e risultati scientifici simili (Physics Letters A, 2009) ed addirittura a volte superiori a quelli ottenuti da Arata stesso.
- **Svantaggi** principali sono: altissimo costo, temperatura massima operativa  $<210^{\circ}\text{C}$  (sinterizzazione delle nano-particelle di Pd), potenza specifica estraibile limitata (max 1-2W/g, anche per giorni).

## Nuovo approccio

- Tenendo presenti i vantaggi scientifici e limiti operativi del sistema Pd-Deuterio, da circa 3 anni abbiamo cercato di esplorare anche la possibilità del sistema **Ni-Idrogeno (basso costo)**.
- Abbiamo perseguito la strada, per noi abituale (dal 1995), di utilizzare fili lunghi (100cm) e sottili (diametro 50-100micron) di materiali “attivi” (Pd, Ni, Pd-Y) nell’assorbimento di H<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>. Tali fili vengono ulteriormente ricoperti da sottili strati di opportuni sali/ossidi di Pd, Sr, Th, Y, Si, B, cioè materiali super-attivi dal punto di vista dell’assorbimento di Idrogeno e/o Deuterio, quando in forma nano-metrica. Si utilizza, quindi, l’effetto *spill-over*.
- In dettaglio, i fili, sempre come nostra consuetudine, venivano ricoperti da numerosi strati (con spessore ognuno di 10-100nm) di materiali “terzi” sia per creare nano-particelle superficiali che per ridurre fenomeni di auto-sinterizzazione di tali nanoparticelle dovuti alle alte temperature locali (tipicamente 250-500°C, in alcuni casi fino a 900°C).
- In uno specifico esperimento, durato 6 giorni nella fase “iper-attiva” e circa 2 mesi in totale, siamo riusciti ad ottenere un eccesso di potenza macroscopico di circa 26W alla temperatura di circa 900°C. Il guadagno, espresso come  $P_{out\_termico}/P_{in\_elettrico}$  è arrivato fino a circa il 20%.
- La densità di potenza emessa ha raggiunto il valore di 1800 W/g di Ni.

- Purtroppo tale eccellente risultato si è mostrato essere di bassissima riproducibilità, molto più bassa degli usuali esperimenti con Pd-Deuterio in fase gassosa.
- Abbiamo quindi deciso di utilizzare **NUOVE leghe** non usualmente utilizzate negli esperimenti di LENR.
- La nostra scelta, dopo varie (e spesso contrastanti) considerazioni d'ordine teorico, è caduta sul materiale avente la formula: **Cu<sub>55</sub>-Ni<sub>44</sub>-Mn<sub>1</sub>**. Il nome generico è costantana e quello commerciale **ISOTAN44** della Società Tedesca **Isabellenhutte**.
- Il materiale, sotto forma di fili (diametro 200micron), è stato preventivamente trattato (con complessi cicli termici ad alta temperatura) per ottenere superfici con dimensionalità sub-micrometrica e spessori del materiale modificato dell'ordine di 20-30 micron. Analisi al SEM hanno mostrato che la dimensionalità è dell'ordine di 100-500nm con piccole (1-2%) percentuali di materiali a dimensionalità di 50-100nm.
- Tale materiale è stato da noi studiato, in maniera “segreta”, per circa 1 anno. Alcuni dei risultati sono stati interessanti, soprattutto dal punto di vista della relativa insensibilità a fenomeni di auto-sinterizzazione e lento aumento, nel tempo, dell'eccesso termico per temperature >250°C.

- E' stata per noi una grossa sorpresa apprendere, a Gennaio 2012, in occasione di una mia presentazione al WSEC2012, organizzata dall'ISEO (ong-ONU), Ginevra, che anche il gruppo Giapponese facente capo alle Università di Osaka&Kobe, congiuntamente con la Toyota, aveva sviluppato un materiale con composizione media simile alla nostra, a base di Ni-Cu disperso nella solita matrice di Zirconia (sotto forma di polveri, non fili), sempre utilizzando il costoso metodo del melt-spinning e quenching.
- *I loro e nostri risultati erano qualitativamente simili, perfino nei comportamenti con D<sub>2</sub>.*
- Dato l'evolversi della situazione e per una fuga di notizie, alla fine di marzo siamo stati "costretti" a mostrare e discutere, in dettaglio, i nostri risultati in occasione del *X International Workshop on Anomalies on Metal-Hydrogen System (Pontignano, 10-14 Aprile 2012)*.
- **Recentemente abbiamo ulteriormente migliorato la tecnica di fabbricazione e siamo riusciti a dimostrare sperimentalmente, MISURA DIRETTA per la prima volta al mondo, che la lega CU55-Ni44-Mn1, con superficie nanostrutturata, assorbe l'idrogeno, a valori probabilmente elevati, a partire da temperature di 130°C. L'Idrogeno in oggetto viene "trattenuto" e ri-emesso, sotto vuoto, a partire da temperature di CIRCA 500°C.**
- Riteniamo che il fenomeno di **marcata isteresi termica** possa essere proficuamente utilizzato sia per lo storage dell'idrogeno che, soprattutto, per la generazione di anomalie termiche di nostro specifico interesse.



## Piano economico

L'esperimento avrà durata triennale, in collaborazione con l'ENEL, e prevediamo una ripartizione dei fondi annuale, di origine diretta INFN, come di seguito dettagliato:

- \* Missioni Interne: 10kE
- \* Missioni Estere: 10k€
- \* Materiale di consumo: 80k€, di cui la maggior parte per analisi **SISTEMATICHE ed in tempo reale** dei fili utilizzati, con tecniche: SEM con microanalisi, TEM, ICP-MS.
- \* Materiale inventariabile. Primo anno: 30k€ (riparazione/svecchiamento strumentazione pre-esistente, anni successivi 15k€).

**Commenti:** una **primaria azienda Internazionale** ha mostrato (da circa 4 mesi) vivo interesse per i nostri risultati e, ad esempio, una parte delle spese di missione per la mia Conferenza per ICCF17 (Korea) verrà da loro coperta.

Proprio ieri tale azienda (**National Instruments**), tramite il **Direttore** della sezione "Big Physics", ha tenuto una relazione nell'ambito di un Convegno sulle LENR alla **Camera dei Deputati** ed ha pubblicamente espresso il loro punto di vista, ed interesse scientifico→tecnologico→industriale. Il nostro gruppo è stato espressamente citato (Top Ten a livello Internazionale).

## ULTIMISSIME NOTIZIE

Il 29 Giugno 2012 è stato tolto l'Idrogeno, tramite degassing ad alta temperatura, ed immesso il **Deuterio** per la prima volta sul *nuovo filo e nuovo reattore trasparente "veloce-semplificato"*.

- 1) Il terzo ciclo di degassing, forse perché effettuato rapidamente, non ha ottenuto il completo svuotamento dall'Idrogeno precedente. Viene effettuata la misura della R/Ro residua, cioè valore della resistività del filo, correlata al valore di Idrogeno, o Deuterio, assorbito dal filo. Di fatto, la R/Ro è rimasta ferma a 0.93.
- 2) Dopo stabilizzazione della pressione, è stata aumentata la temperatura per provocare il "solito" assorbimento a circa 125°C. Purtroppo il **significativo** usuale caricamento NON si è evidenziato.
- 3) Sono stati comunque osservati i seguenti fenomeni:
- 4) Significativa emissione di radiazione elettromagnetica (X e/o gamma, energia compresa tra 25 e 2000keV) durante il periodo di riscaldamento tra circa 100 e 180°C;
- 5) Il valore di equilibrio termico della cella è INFERIORE a quella della calibrazione. Tale fenomeno era stato osservato anche dal gruppo della Toyota con materiale simile (a loro torna a "zero" dopo 14 giorni).