

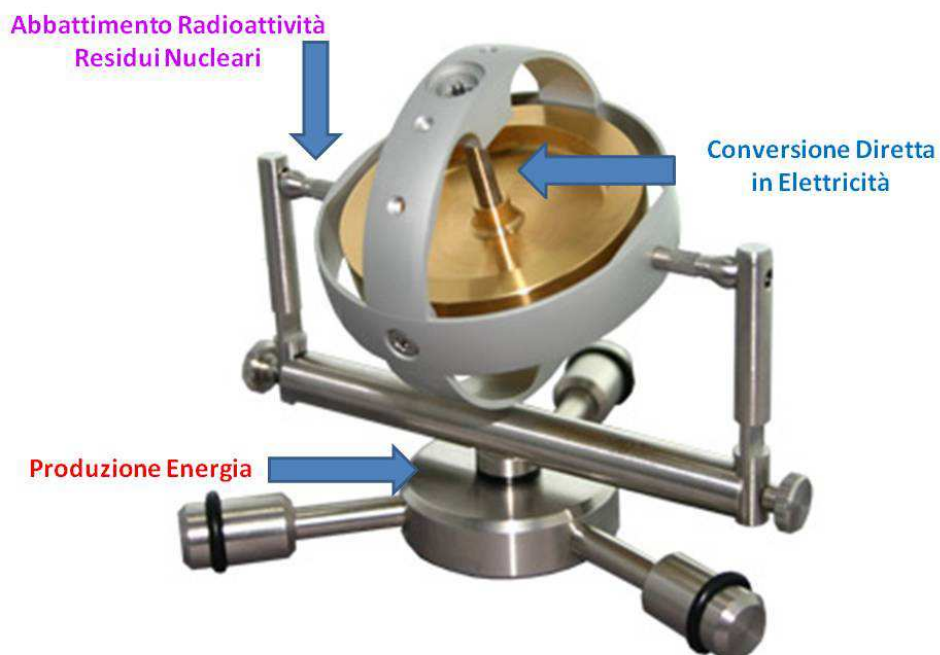
ITAbetatron

PNH Pulsed Nanostructures Hydrobetatron

Una ricerca LENR tutta italiana sulle nanostrutture pulsosollecitate.

Abstract : obiettivi della ricerca

Questa ricerca mira a costruire un approccio teorico-sperimentale **unitario** alle LENR e ai problemi che possono risolvere; essa si impernia **cardanicamente** su tre assi, per condurre verso soluzioni tecnologiche atte ad abbattere la radioattività residua di rifiuti radioattivi ed estrarre energia convertendola direttamente in forma elettrica:



L'associazione **Open Power** ha fatto nascere a Roma **OpenShareLab**, il laboratorio aperto e condiviso (www.opensharelab.org) e vara l'apertura del laboratorio con il progetto **PNH**



Siamo ormai giunti alla versione 3.0 del “*Ponte sulle conoscenze*”; dalla precedente stesura (<http://www.hydrobetatron.org/files/Ponte2.pdf>) riportiamo il concetto fondante :

“Il titolo volutamente richiama un paradigma esposto tempo fa a quattro mani con Francesco Santandrea su 22Passi, secondo il quale le diversissime interpretazioni sperimentali di questo settore di ricerca possono ricondursi ad un *nucleo concettuale centrale* comune, la cui individuazione ed approfondimento non solo promettono di migliorare la comprensione delle dette specifiche interpretazioni, ma di dar luogo ad una progettazione “sinergica” che si arricchisca di tutti gli aspetti e soprattutto eviti il rischio di fenomeni *antagonisti*”.

Nella cornice degli Stati Uniti che riconoscono con brevetti l'interesse strategico delle LENR e ne organizzano la ricerca sistematizzata, del Giappone che vede l'ingresso di Toyota e Mitsubishi nel settore, in Italia, nella tradizione pionieristica di De Ninno, Preparata, Del Giudice, Celani, Focardi, Piantelli, Rossi, Iorio, Cirillo, Cardone, Carpinteri, Mastromatteo e tanti altri ricercatori, **Open Power** disegna l'omonimo reattore **ITAbetatron** per la sperimentazione condivisa, nell'ottica *Open Source*, mirante a verificare le fondamentali prospettive attese e ad **integrare** i diversi fenomeni in un unico apparato in cui si intersechino condizioni finora rimaste divergenti, per l'ottenimento contemporaneo di:

- **Eccessi energetici**
- **Estrazione diretta di energia elettrica dal plasma**
- **Stabilizzazione rifiuti radioattivi**

mediante trasmutazioni a bassa energia (macroscopica) su nanostrutture pulsosollecitate.

Il quadro in cui si opera

Sono ben noti (e quindi basterà appena richiamarli) i problemi concernenti ciascuno dei tre aspetti evidenziati:

la sempre crescente necessità di **energia** che caratterizza l'attuale fase di sviluppo delle attività umane, associata all'azione frenante che la carenza energetica esercita sui processi di progresso sociale e democratico nei paesi che non dispongono di idonee fonti, spingono alla ricerca di energie rinnovabili la cui produzione non incida sugli ecoequilibri del pianeta;

un importante settore è quello degli utilizzi dell'idrogeno (praticamente illimitato sulla Terra) nell'ambito dei processi LENR;

poi la bassa resa dei cicli termodinamici di conversione spinge a cercare nuove tecniche per produrre direttamente **elettricità**, che costituisce la forma più facilmente trasportabile ed impiegabile di energia;

per il terzo aspetto, resta ancora irrisolto il problema dello smaltimento dei residui del funzionamento dei reattori nucleari, costituito da **sostanze radioattive** che per migliaia di anni emetteranno radiazioni nocive all'intero ecosistema biologico, a partire dal genere umano;

contemporaneamente all'avvento delle centrali nucleari è poi nata l'emergenza relativa agli incidenti (spesso di gravissima estensione) che si sono verificati e che hanno condotto all'inquinamento radioattivo di aree anche molto lontane dal luogo dell'evento, con ripercussioni sulla intera catena alimentare a scala planetaria.

Fondamenti teorici sull'uso delle nanostrutture e delle sollecitazioni impulsive

Come esposto al convegno **Coherence** di Roma del 15 ottobre 2013 e riportato sinteticamente su hydrobetatron.org (http://www.hydrobetatron.org/files/NUOVI-IMPULSI-alle-LENR-per-COHERENCE_SINTETCA_ie420seq.pdf), durante la sperimentazione con catodi a **micropolveri** abbiamo rilevato la presenza di spikes autoelettroindotti di entità compatibile con la generazione di densità energetiche, localizzate nello spazio e nel tempo, dell'ordine delle energie di legame per nucleone, e potenzialmente ulteriormente elevabili utilizzando **nanopolveri**.

Ipotesi di cavitazione elettroindotta: CALCOLO DENSITA' CRITICHE (ordini di grandezza)

Pressione critica nucleare di legame (per nucleone) : 100 M Pa

Picco di Potenza : 10^4 Watt (raggio micropolveri impiegate: 50×10^{-6} m)

Velocità del suono in acqua : 1500 m/sec (1800 per l'onda d'urto)

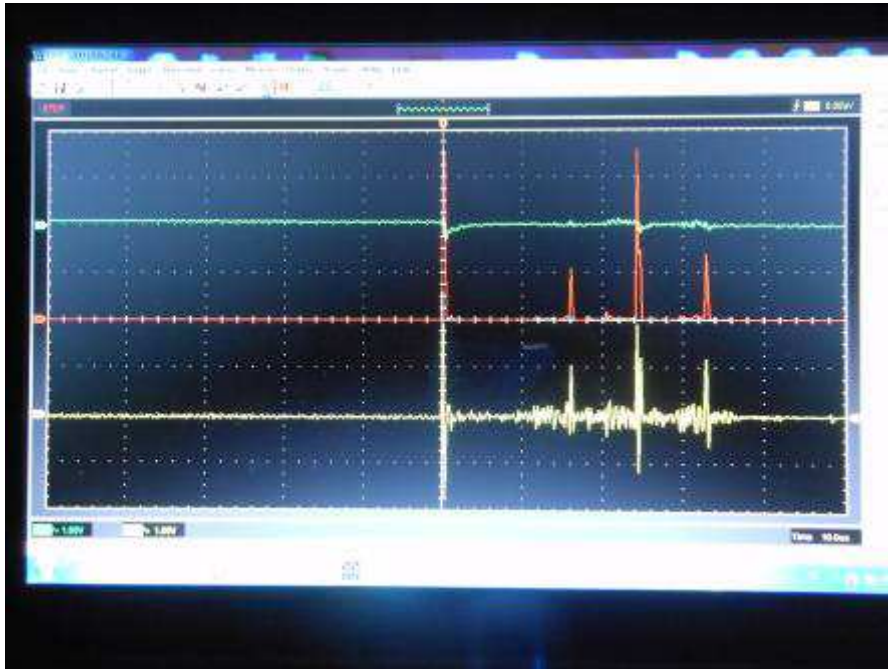
Dimensione interessata dall'onda d'urto in 10 nsec : 10^{-5} m

Volume interessato: 10^{-15} m³

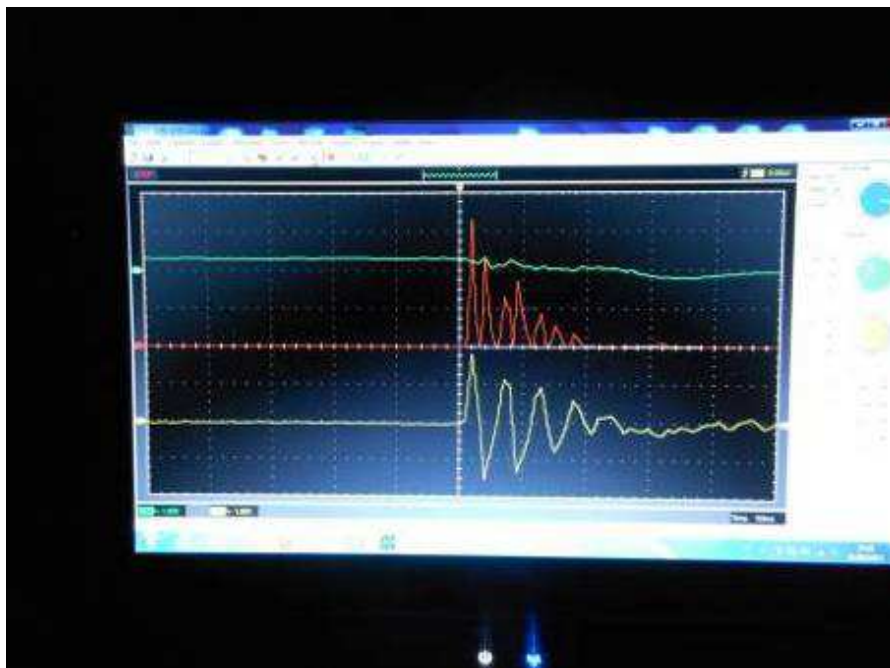
Energia nello spike : 10^{-4} J

Densità volumetrica di energia : 10^{-4} J / 10^{-15} m³ = 10^{11} Pa = 100 G Pa

Dalla stessa relazione si riportano qui alcune rilevazioni osciloscopiche che individuano i suddetti spikes, attribuendo loro una ampiezza di circa **20 nanosecondi**:



Scala tempi: 10 microsecondi



Scala tempi: 100 nanosecondi

Per generare impulsi controllati si è allora costruito l'apparato impulsore mostrato in figura:



F-pulsator, laboratorio Fondazione J. Von Neumann

SCATOLA DI POTENZIALE

È noto come dall' Equazione di Schrödinger originale

$$\left(\frac{-\hbar^2}{2m} \right) \nabla^2 \Psi + V\Psi = E\Psi$$

con soluzioni spaziali

$$\Psi = Ae^{ikx} + Be^{-ikx} \quad \text{dove} \quad k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

è il numero d'onda nel caso particolare di $V=0$ (elettrone libero), si rilevi che non vi sono limitazioni per k , che può assumere valori continui.

Se invece l'elettrone si trova in una "buca di potenziale", cioè una scatola in cui $V=0$ ma con pareti a $V=\infty$, è costretto ad assumere solo alcuni livelli energetici, con oscillazioni compatibili, tramite il n° onda k , con l'avere in $x=0$ e $x=L$ due nodi.

Poiché per definizione

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

cioè

$$\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{\hbar^2}{2mE_r}}$$

e dovendo L essere un n° intero n di semilunghezze d'onda :

$$L = \frac{n}{2} \lambda = n\pi \sqrt{\frac{\hbar^2}{2mE_r}}$$

E_r non può più assumere valori continui, ma esclusivamente valori quantizzati al variare di n

Ben si vede come per avere alti valori di energia E , al fine di realizzare poi la cattura elettronica, si ha vantaggio che gli elettroni risuonino entro cavità geometriche a dimensione L micrometrica e nanometrica, ottenibili condizionando la superficie del metallo (deposizioni, trattamento termico, chimico, *contatto con micro e nanopolveri*, ecc).

La somministrazione di impulsi *forzanti* che si accordino con le frequenze proprie di oscillazione degli elettroni nelle citate condizioni geometriche farà sì che si attivino tali modi di oscillazione innalzandone l'entità in modo **risonante**, conferendo agli elettroni la massa energetica utile per provocare la transizione protone-neutrone.

Per ulteriori approfondimenti, si consultino i lavori di F. Santandrea e Ugo Abundo:

- a) *F.Santandrea, U.Abundo* (The Quantum Space Theory **QST** could explain the LENR)

<http://www.journal-of-nuclear-physics.com/?p=748>

- b) *U.Abundo*, ([Le LENR ed una possibile analogia tra reti neurali e spazio fisico](#))

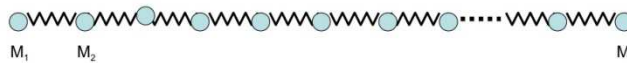
<http://22passi.blogspot.it/2012/12/nuove-energie-nella-scuola-web-cronaca.html>

Si passa ora ad esaminare le ipotesi di B. Ahern sul non-equilibrio energetico

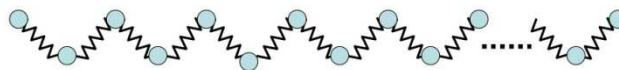
(<http://www.slideshare.net/ecatreport/ahern-lenr-theories>)

Come già E. Fermi intuì nel 1954, le particelle di dimensione nanometrica hanno un numero di atomi insufficiente per garantire una statistica che obbedisca all'evoluzione monotona verso l'equilibrio. B. Ahern ipotizza che, in condizioni di disposizione degli atomi principalmente in superficie, il numero di atomi nel corpo della particella esercita uno smorzamento insufficiente e le oscillazioni possono differire da quelle armoniche, mostrando localizzazioni di maggiore energia a spese di quella di altre zone, non rispettando il principio di equipartizione.

Enrico Fermi, 1954 Los Alamos MAINIAC I



Ideal Springs obey Hooke's Law $F = -k_1 X$



Equipartition of Energy

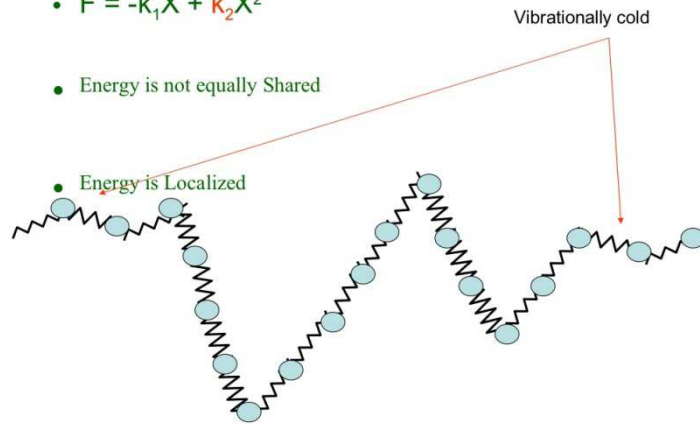
Every mass has the same vibrational energy

Non ideal Springs

- $F = -k_1X + k_2X^2$

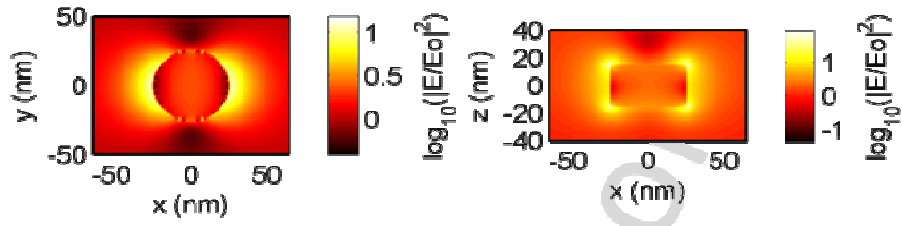
- Energy is not equally Shared

- Energy is Localized

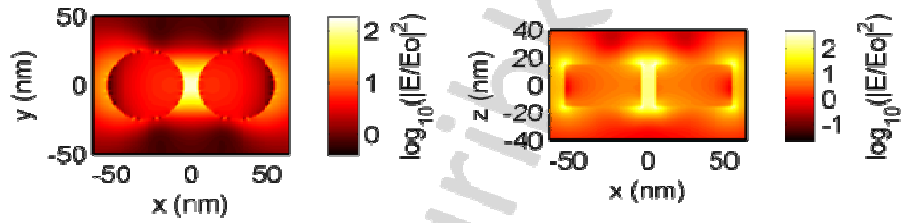


P.Soininen (<http://www.google.com/patents/WO2013076378A2?cl=en&hl=it>) riporta una simulazione estratta da <http://juluribk.com/2011/04/09/electric-field-in-metal-nanoparticle-dimers/> in cui sono stati previsti campi elettrici, in prossimità dei gap tra nanoparticelle, fino a quattro ordini di grandezza maggiori del campo medio.

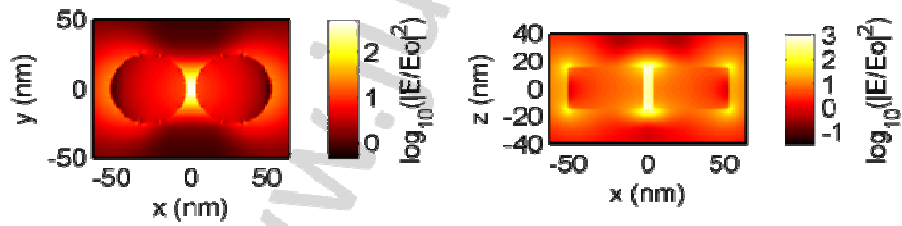
Single Nanodisc @ LSPR peak



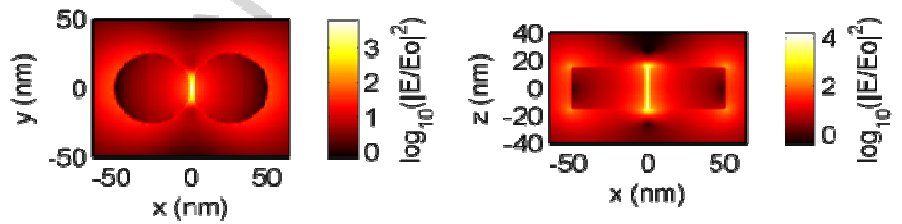
Nanodisc Dimer gap = 10 nm @ LSPR peak



Nanodisc Dimer gap = 6 nm @ LSPR peak



Nanodisc Dimer, gap = 2 nm @ LSPR peak



c)

Importanza della struttura dei reagenti e delle sollecitazioni

Durante la campagna sperimentale all'Istituto d'Istruzione Superiore "L. Pirelli" (settembre-dicembre 2011) emerse che mescolando micropolvere di ferro a micropolvere di tungsteno migliorava l'eccesso termico, così come aggiungendo polvere di inerti (allumina) e il massimo si ottenne con Fe e W di due diverse granulometrie mescolate, osservando inoltre grandi spikes spontanei nella corrente che fecero pensare di sottoporre i reagenti ad impulsi volutamente creati (i claims di cui alla richiesta di brevetto dell'aprile 2012 riportano appunto anche tali versioni a mix di diversi componenti micro e nano dimensionati, e impulsi di loading e/o di deloading)

L'obiettivo di raggiungere elevate densità energetiche (spaziali e temporali) è quindi perseguibile utilizzando strutture nanometriche a più componenti, sfruttando i potenziali d'interfaccia; sollecitando il materiale (dal plasma al laser, agli ultrasuoni, a campi elettrici, magnetici, onde ad alta frequenza, ecc); per mantenere le dimensioni nanometriche e impedire la sinterizzazione si utilizza l'interposizione di inerti tra i granuli.

L'aggiunta di materiali piro-piezoelétrici, o magnetoelettrici, che P.Soininen nel suo brevetto (<http://www.google.com/patents/WO2013076378A2?cl=en&hl=it>) propone per autogenerare impulsi elettrici a causa di gradienti termici, può convenientemente essere prevista anche alla luce degli effetti inversi, per generare concentrazioni energetiche localizzate indotte da alimentazione elettrica impulsata

F. Celani, G. Vassallo et al. concordano (ICCF18, luglio 2013)

(http://www.francescocelanienergy.org/files/Presen_Finale-ICCF18Celani_E.pdf) sia sul piano teorico che sperimentale con la visione di Ahern relativamente all'importanza delle **nanostrutture pulsosollecitate**.

B. Ahern (maggio 1995) (<http://www.archpatent.com/patents/5411654>) riporta, tra gli altri, esempi di nanostrati alternati Cu/Ni e Ni/Pd sottoposti ad **elettrolisi pulsata**.

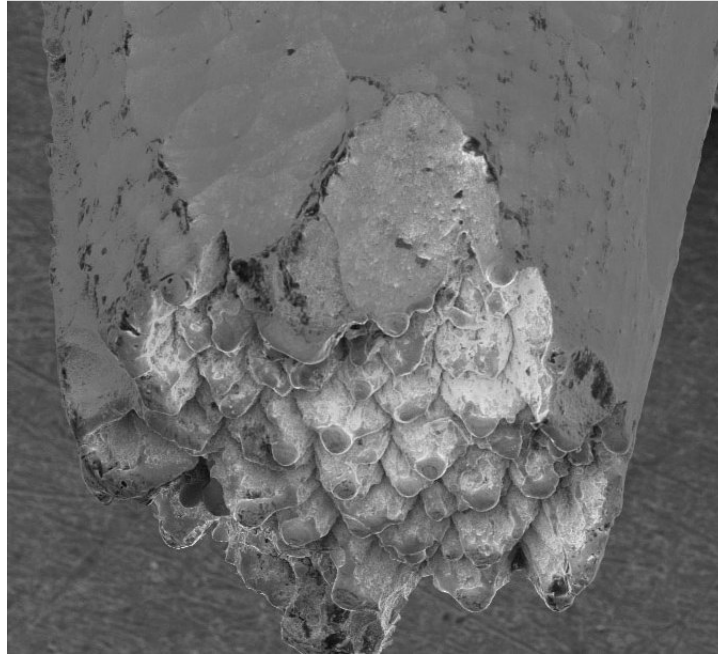
G. H. Miley (novembre 2013) (<http://www.google.com/patents/US20130295512>) riporta eccessi termici in nanostrati alternati, ad es. di Ni/Ti, Ni/Ag (con aggiunta di nanoparticelle intrastrato) quando sottoposti, in elettrolisi, a **rapide variazioni di tensione agli estremi**.

Tipologie di nanostrutture

Si esperimenteranno miscele di nanopolveri, anche a diversa composizione granulometrica, materiali (micropolveri, fili, granuli) nanostrutturati superficialmente, schiume porose, strutture dendritiche, sinterizzati ceramico-metallici, nanostrati alternati, nano deposizioni su supporto inerte, catalizzatori industriali per la idrogenazione con aggiunta di cationi quali donatori di elettroni.

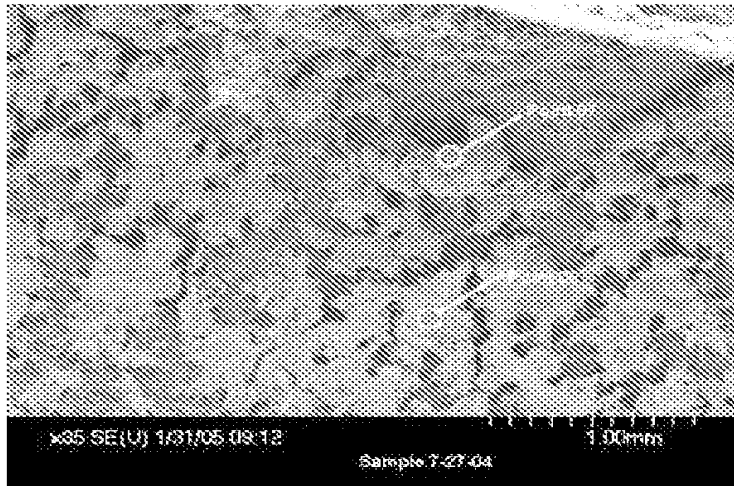
Si riporta una casistica in cui la preparazione del materiale reagente avviene nello *stesso apparato di reazione*:

nella cella **Iorio-Cirillo** il catodo monolitico si attiva dopo un condizionamento in plasma, durante il quale si creano difetti superficiali (<http://www.progettomeg.it/all/relazione10.04.pdf>)



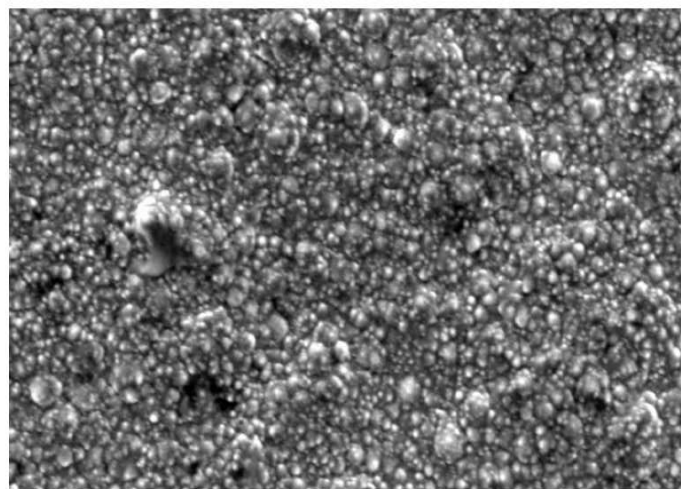
Anche durante la sperimentazione all'**Istituto L. Pirelli** si è trovato che catodi “usati” mostravano effetti più vistosi, come confermato indipendentemente da **P. Clauzon et al.** (http://jnlabs.online.fr/cfr/nfrenam/NFR_CNAM.pdf)

Nel recente brevetto **US Navy US8419919** (<https://www.google.com/patents/US8419919>) **P.A.Boss** riferisce circa la deposizione di uno strato poroso nanostrutturato di Palladio su Oro



T. Mizuno (<http://lenr-canr.org/acrobat/YoshinoHreplicable.pdf>)

attiva una griglia di Nickel mediante scariche al plasma che ne rendono la superficie nanostrutturata.



Accensione plasma mediante catodo a polvere all' Istituto L. Pirelli

Si è acceso il plasma con un catodo a polvere attraverso il quale si è stabilita una caduta di potenziale atta a sollecitare il materiale e far migrare l'idrogeno:

(<https://www.youtube.com/watch?v=DwIoHABFDwU&list=UUYQWsSxX4XiJIfNC0ySVHQ>)

La corrente è passata attraverso uno strato macroscopico di micropolveri disaggregate.

Lo scopo raggiunto dell'esperienza è stato quello di mettere a punto una elementare cella a plasma-polveri.

Nucleo Concettuale Comune

Abbiamo compreso *diverse tipologie* di sperimentazioni integrandole essenzialmente nel quadro di una matrice metallica condensata capace di accogliere idrogeno o deuterio, in presenza di una *driving force* per il caricamento (pressione, tensione, ecc) e sottoposta a sollecitazioni (plasma, laser, ultrasuoni, elettropulsazioni ecc.), anche utilizzando additivi che catalizzino uno o più step delle reazioni.

Si schematizzano gli apparati come triodi generalizzati (eventuale terzo elettrodo per la regolazione) proponendo di introdurre, ove non fossero già costruttivamente presenti, un catodo (la matrice metallica), un anodo, una tensione interelettrodica, una tensione intracatodica, un mezzo conduttore (elettrolita o gas ionizzato, ad es. idrogeno).

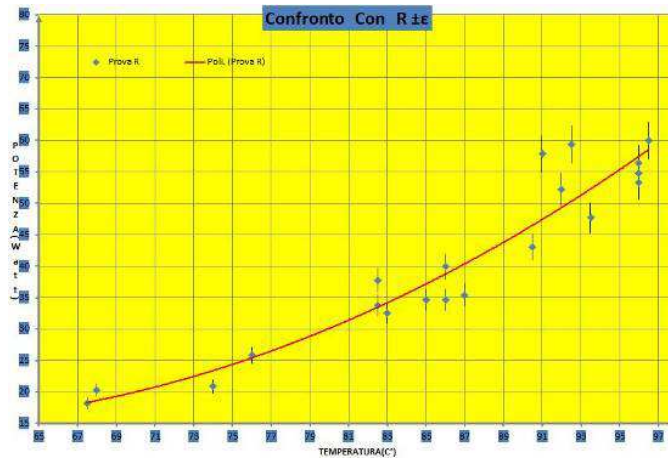
Per fare un esempio concreto di adattamento al paradigma suggerito, in un reattore a catodo a filo nanostrutturato (o catodo monolitico, a strati metallici, a polveri o composito) è possibile introdurre un anodo affacciato da cui parta una tensione rispetto al catodo pur alimentato ai suoi capi sotto minore tensione; il loading non è più creato dalla pressione del gas ma dalla tensione interelettrodica attraverso il vuoto di idrogeno ionizzato (o dalla tensione di cella elettrolitica); un circuito RC potrebbe estrarre energia elettrica, mediante la scarica autopulsante in regime di resistenza negativa (vedasi più avanti), dalla sorgente di reclamato eccesso anomalo, sia essa di Zero Point o LENR (finanche, eventualmente, come riportato in alcuni lavori, dal contenuto energetico termico dell'ambiente esterno).

I tre obiettivi singoli

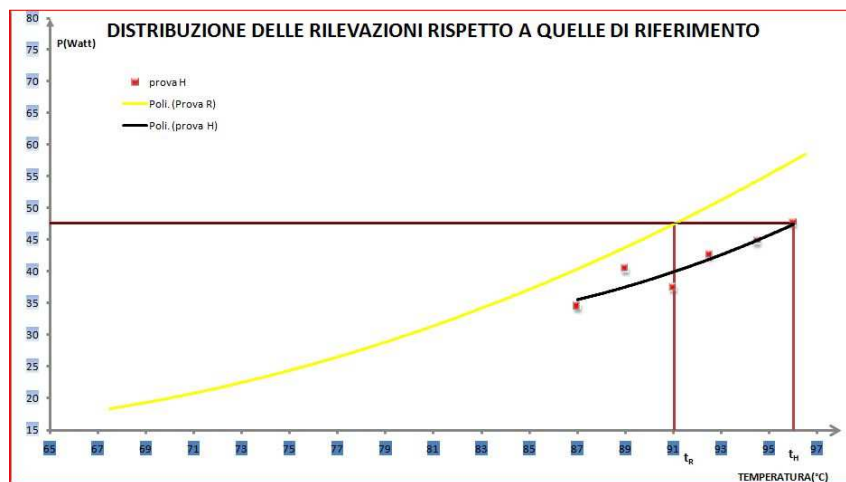
a) Overunity:

Nel settembre 2012 ottenemmo, in una campagna di prove col nuovo reattore **Hydrobetatron**, la dimostrazione di un eccesso di calore anomalo del 20 %, mediante il **confronto** tra il reattore e un **apparato** di riferimento.

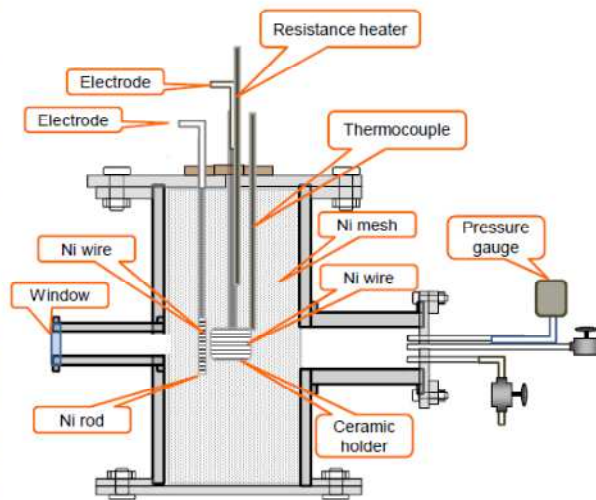
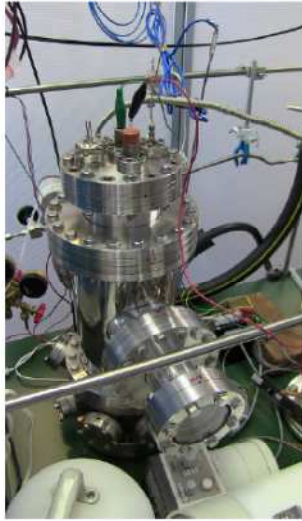
Successivamente, una nuova campagna di prove mise a confronto i comportamenti, misurati in un **unico** apparecchio, delle reazioni e di una **situazione** presa come riferimento, mostrando, a parità di potenza immessa, uno scarto di 5 gradi tra il reattore con 150 ml di elettrolita, alimentato a micro polveri, e la situazione di riferimento (overunity del 30%).



Curva di riferimento

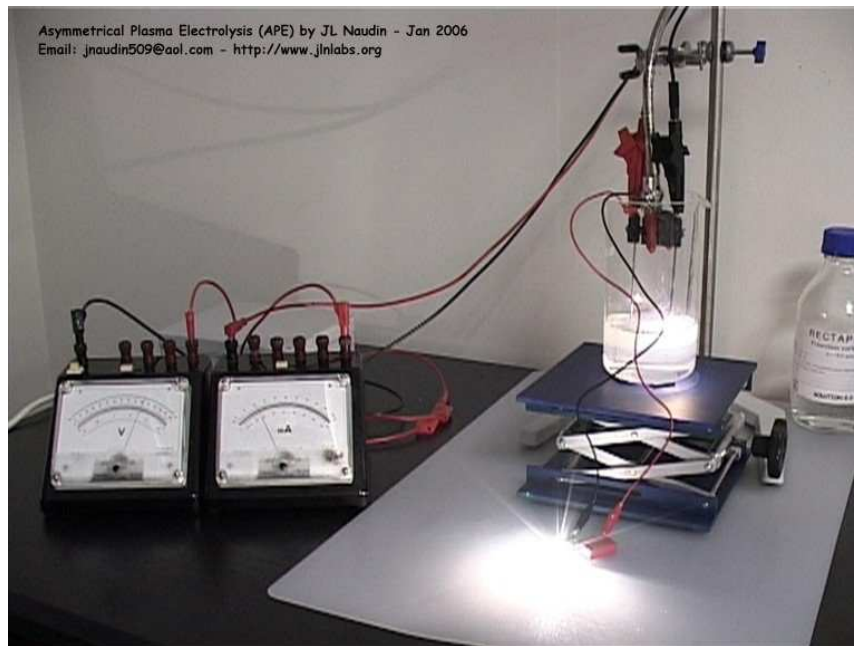


Recentemente **T. Mizuno** ha ottenuto un eccesso del 90% con un reattore a gas deuterio a bassa pressione (<http://lenr-canr.org/acrobat/YoshinoHrepliable.pdf>)



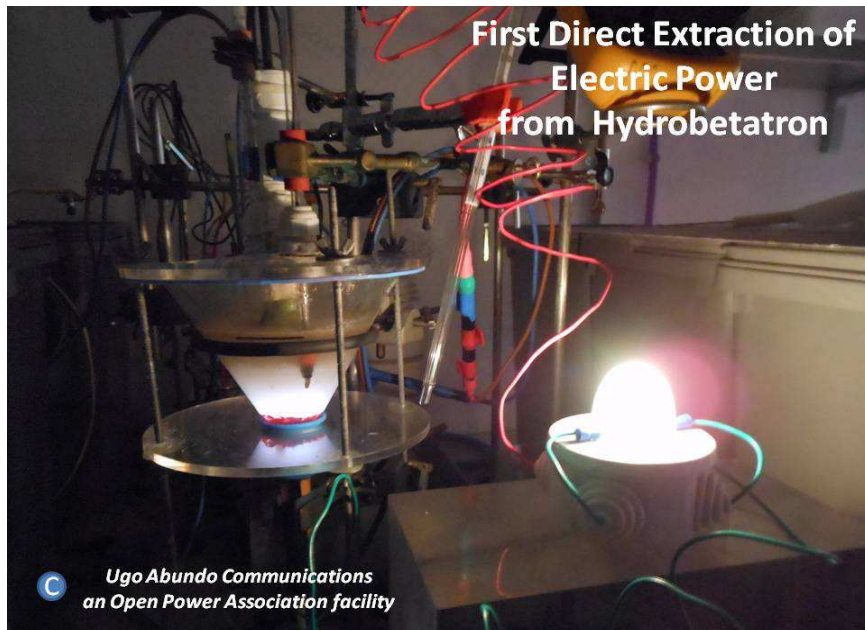
b) Estrazione diretta di corrente:

Fin dalle prove di **Renzo Mondaini**, dalle esperienze di **J.L.Naudin**
(<http://jlnlabs.free.fr/cfr/ape/index.htm>)

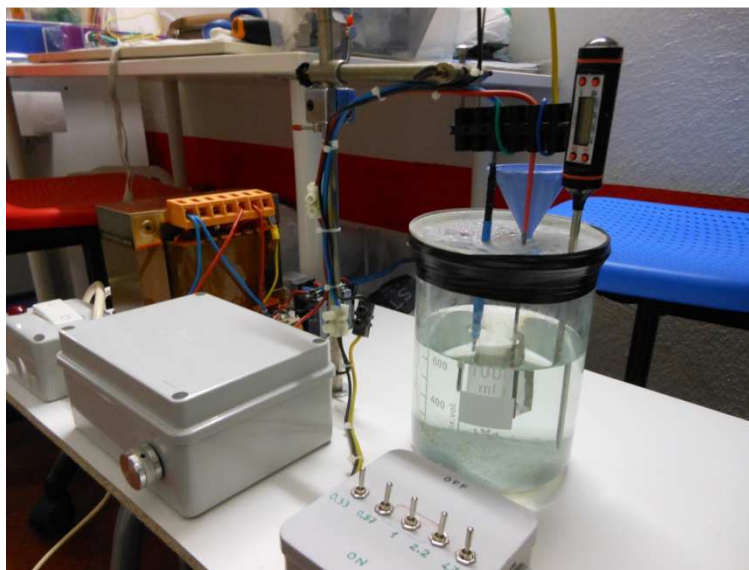


si è mostrata la possibilità di estrarre energia sotto forma direttamente elettrica, evitando cicli di conversione termodinamica, da plasma elettrolitico.

Recentemente abbiamo estratto energia elettrica anche dal nostro reattore Hydrobetatron
(<https://www.youtube.com/watch?v=a0Cu7KWddZM&list=UUYQWsSxX4XiJIftNC0ySVHQ>)



Stiamo ora approntando un set-up semplificato per studiare come siano coinvolti fenomeni quali la emissione di onde elettromagnetiche durante la fase di plasma e parametri come la frequenza della corrente estratta, nel determinare la risposta *con memoria* del plasma alle sollecitazioni (ad es. ultrasuoni), con la collaborazione del ricercatore Eugenio Martucci.

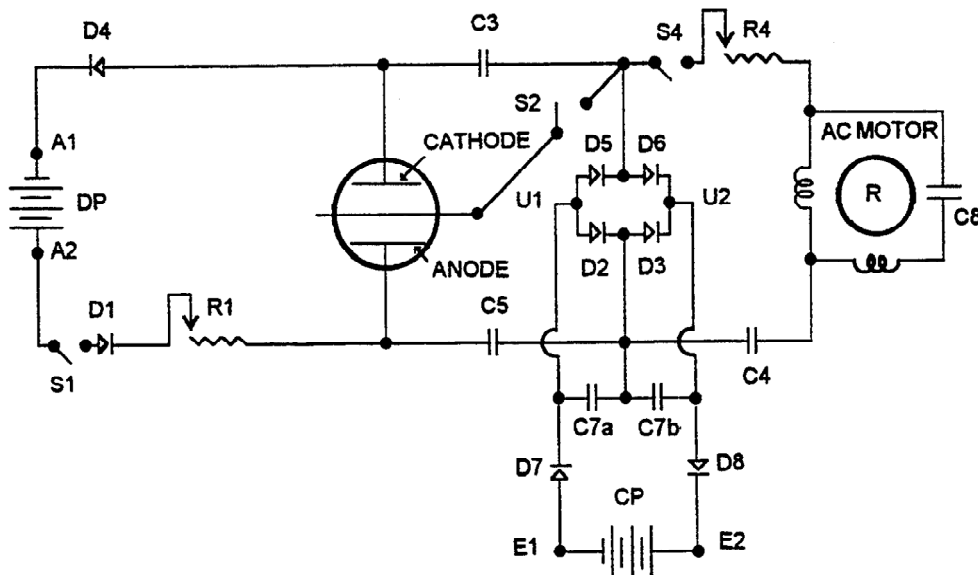


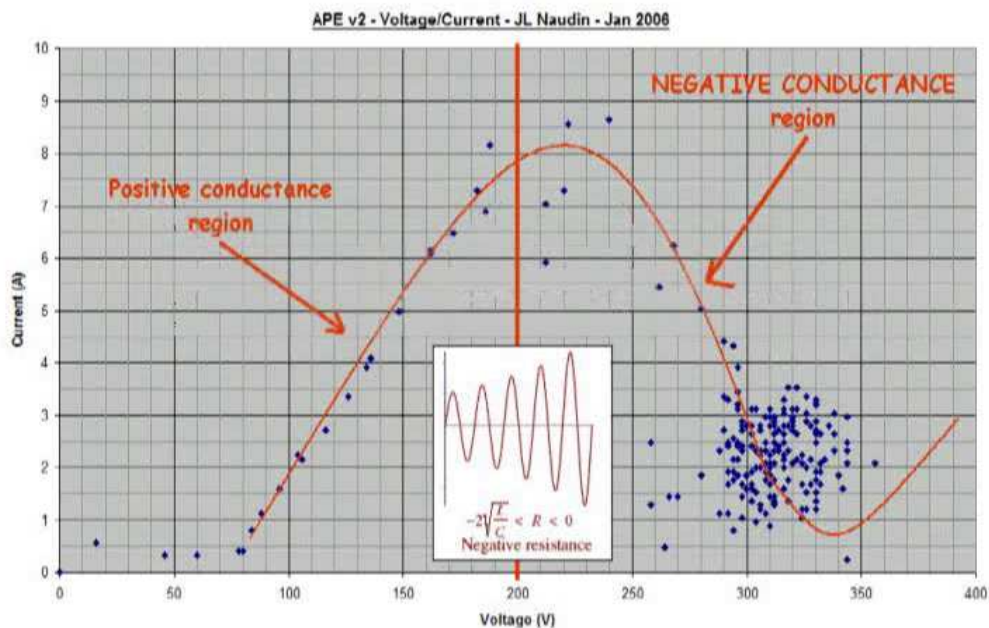
P. & A. Correa (<http://www.google.com/patents/US5416391>) sostengono che il plasma può essere esercito in regime di “**resistenza negativa**” della curva I-V, in cui autopulsazioni autosostenute permettono l’estrazione di energia direttamente sotto forma elettrica, aggirando la conversione attraverso il ciclo termodinamico, probabilmente perché si è prudentemente rinunciato,

nello step precedente, a degradare l'energia da corrente a calore, e si innescano processi autoorganizzativi del plasma (**negentropia**).

I Correa propongono di alimentare in corrente continua una **plasma glow discharge**, in definite condizioni tali da non lasciare stabilirsi una scarica continua, e di estrarre l'energia delle oscillazioni mediante un circuito passivo essenzialmente costituito solo da condensatori, resistenze, raddrizzatori, ricaricando batterie da riutilizzare ciclicamente in alimentazione, garantendo così **l'autosostentamento** del sistema, con estrazione del surplus, probabilmente ottenuto dall'ambiente mediante effetto a **"pompa di elettricità"**, simile alla pompa di calore.

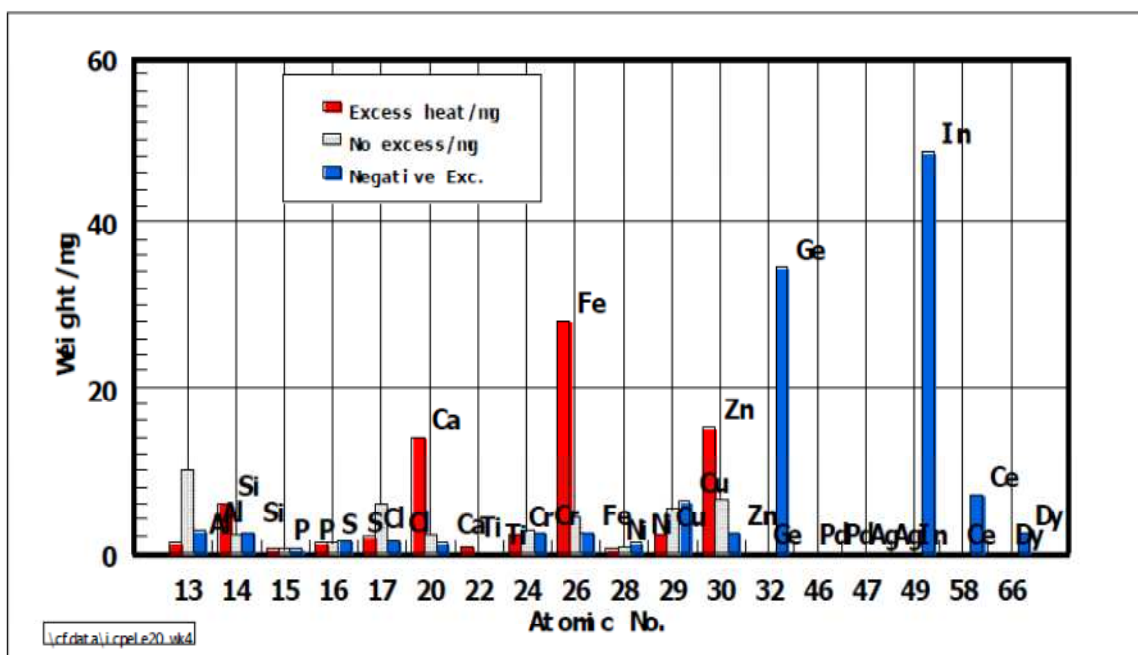
Si riporta qui uno degli schemi di Correa, col reattore schematizzato come triodo sotto bassa pressione di argon, e di seguito una tipica zona di comportamento "a resistenza negativa" in plasma elettrolitico.

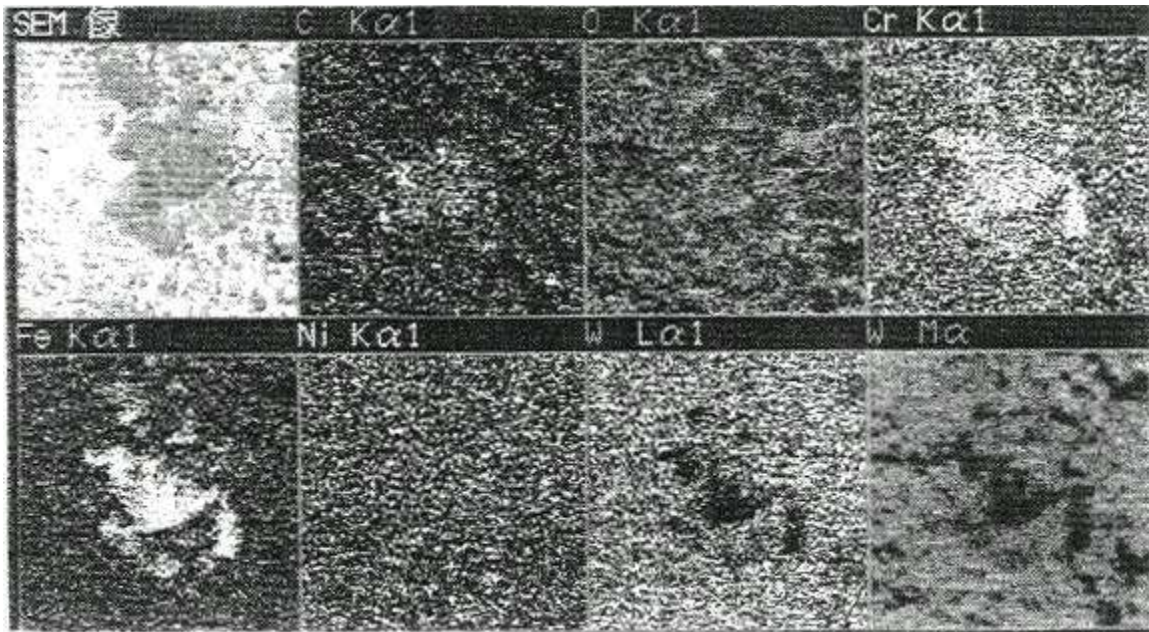




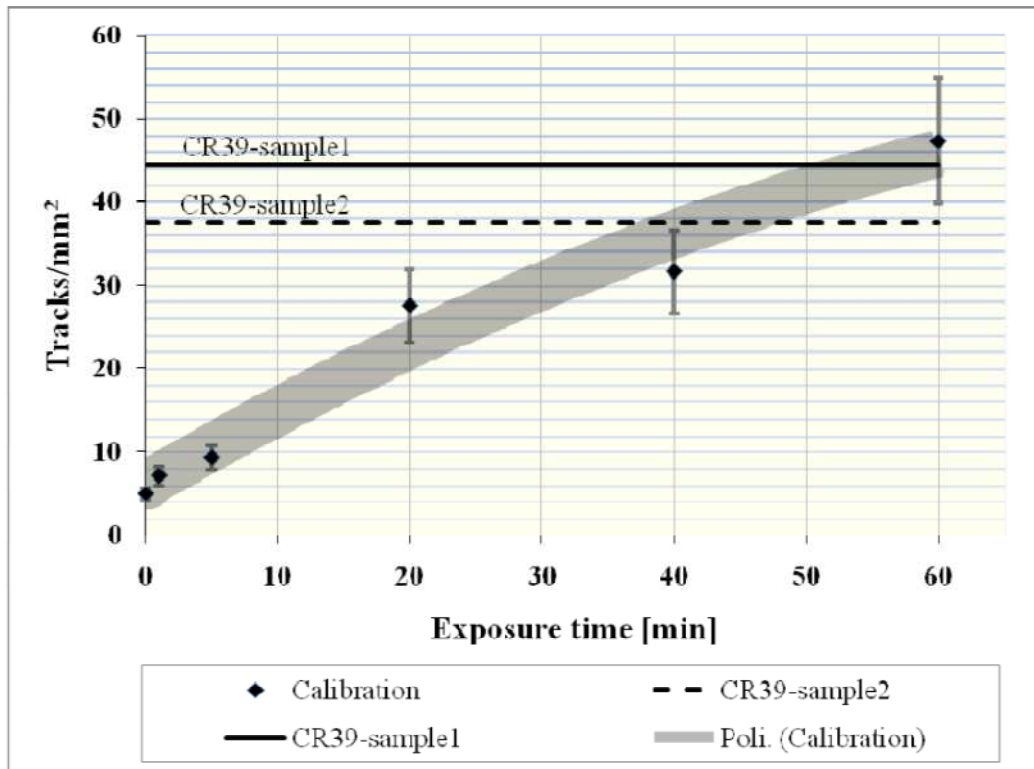
c) Abbattimento radioattività

Fin dalle prime esperienze di Mizuno (<http://lenr-canr.org/acrobat/MizunoTgeneration.pdf>) si riportano evidenze di *trasmutazione* di elementi durante reazioni LENR. Infatti vengono rilevate, dopo reazione, presenze di specie non presenti prima della stessa, nei punti del catodo ove la reazione è più evidente

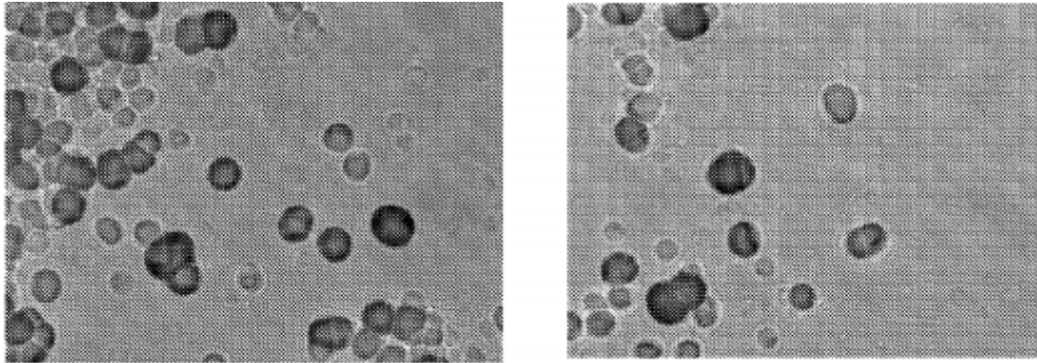




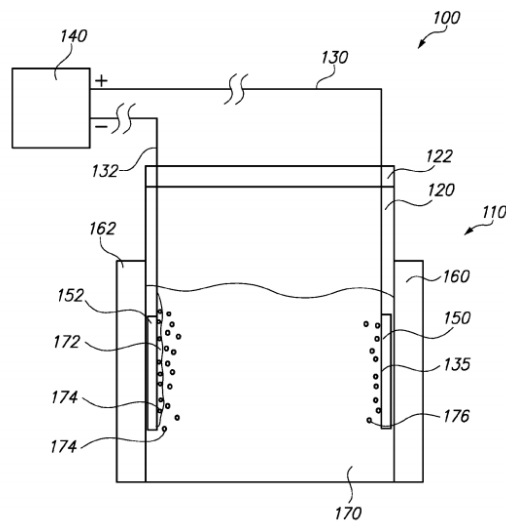
D. Cirillo (D. Cirillo, R. Germano, V. Tontodonato, A. Widom, Y. N. Srivastava, E. Del Giudice and G. Vitiello, Experimental Evidence of a Neutron Flux Generation in a Plasma Discharge Electrolytic Cell, Key Engineering Materials, in press, 2011) ha rilevato, in una cella elettrolitica, evidenze di emissione neutronica (da trasmutazioni nucleari) paragonabili a quella misurata da un emettitore neutronico di taratura.



Ancora in **P.A.Boss US Navy US8419919** (<https://www.google.com/patents/US8419919>) si dimostra la presenza di emissione di particelle pesanti riportandone gli effetti su rilevatori CR-39



Lo schema dell'apparato, riportato nel seguito, è di tipo a cella elettrolitica batch.



Y. Iwamura (<https://www.youtube.com/watch?v=OzZI9I8nn1c>) ha recentemente presentato al MIT i risultati relativi al confronto tra la permeazione di deuterio in fase gassosa e in modalità

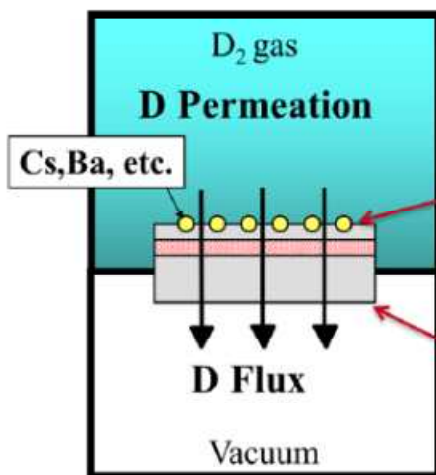
elettrochimica, con la finalità di trasmutare il Cesio radioattivo; si è poi mostrato il confronto tra il processo batch e quello continuo, paragonando le rese di trasmutazione.

Gas vs. Electrochemical Permeation

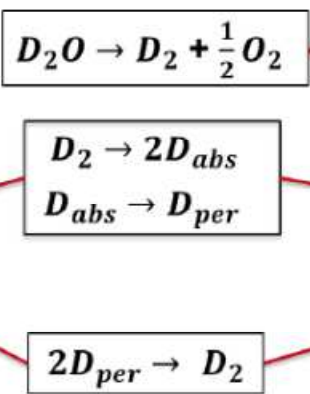
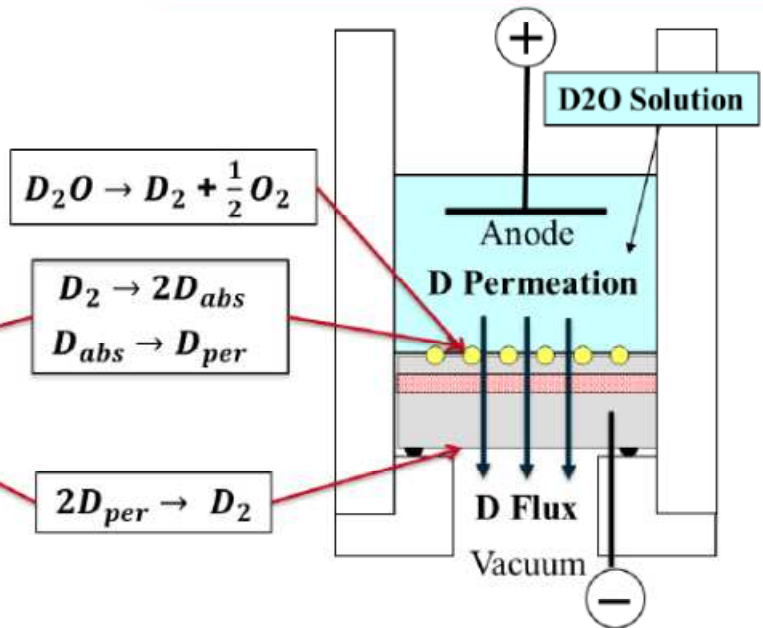


TECHNOLOGY & INNOVATION HEADQUARTERS

Gas Permeation

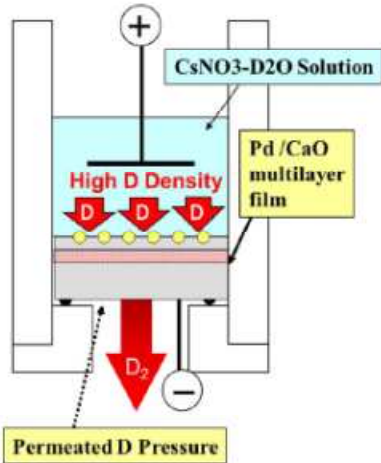


Electrochemical Permeation

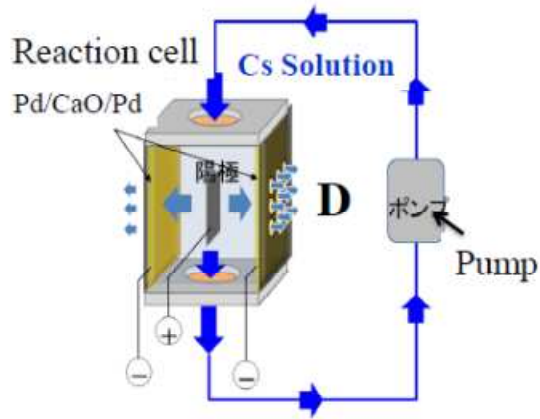


Batch vs. Consecutive Processing

Batch



Consecutive



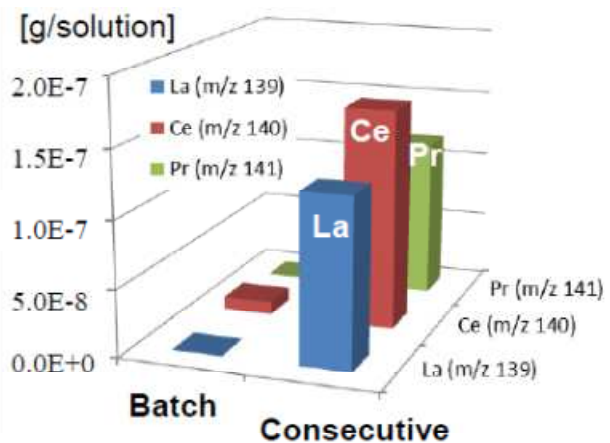
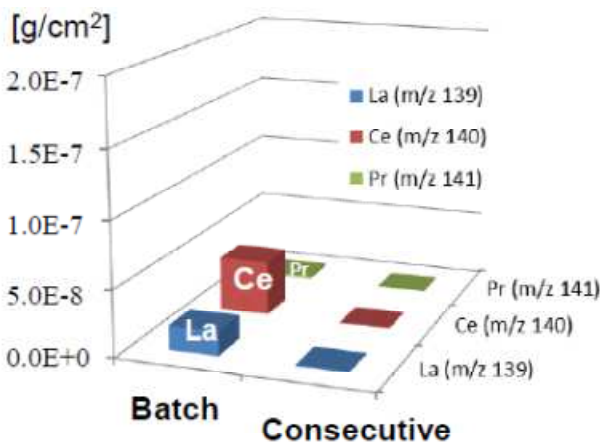
Addition of fixed quantity of Cs

Circulation of Electrolyte

Products; Batch vs. Consecutive Processing

Pd/CaO/Pd Thin Film

0.1M CsNO₃ Solution



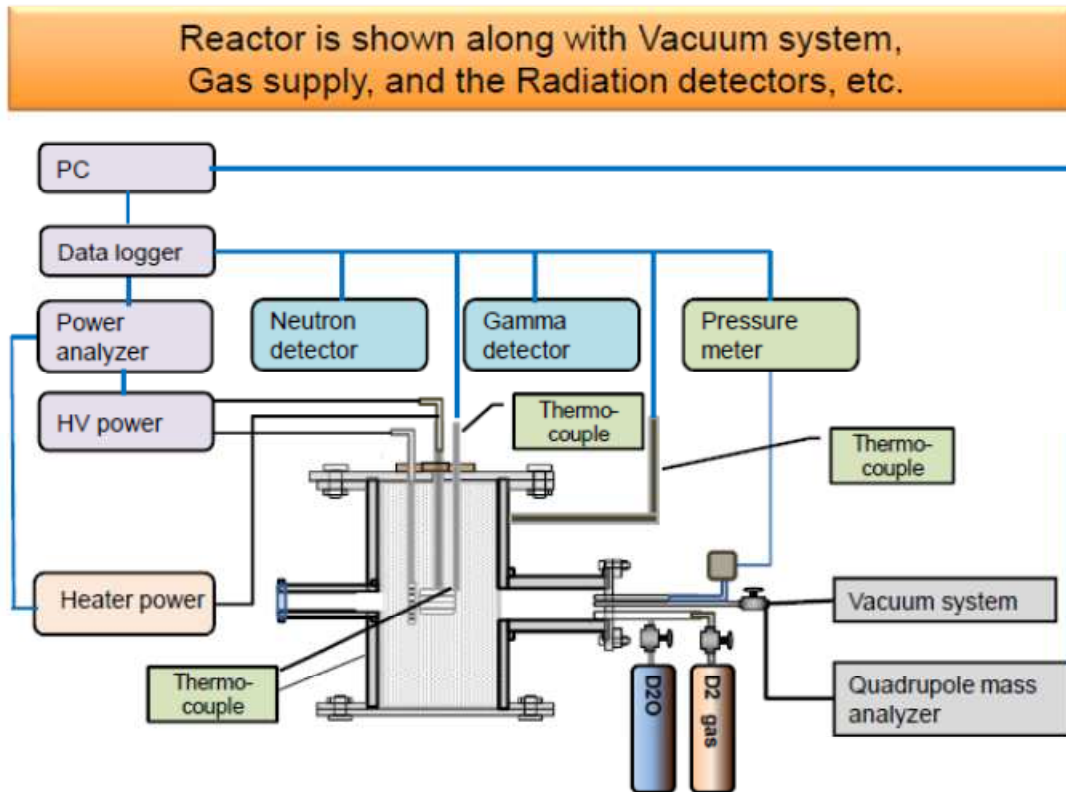
Batch : Products

On the Pd Thin Film

Consecutive : Products

In Solution

Measurement Devices Configuration



ha messo in evidenza variazioni nella composizione dei gas durante le reazioni:

- The composites of the gas in the reactor changed during the reactions.
- Gas of **$M/e=4$: (D_2^+) decreased** in the tests when excess heat was generated.
- Gas of **$M/e=3$: (HD^+ or T^+ or $^3He^+$) increased** at the beginning of the reaction and decreased later.
- Gas of **$M/e=2$ (D^+ or H_2^+) increased** virtually consistently, in the tests when excess heat was generated.
- In the tests when excess heat was **NOT** produced, the increase of gas **$M/e=2$ (D^+ or H_2^+) was only 50%**.

In conclusione, diversi autori hanno mostrato che in processi LENR, attraverso le emissioni di particelle che si sviluppano, **è possibile** ottenere tanto trasmutazioni verso numeri atomici maggiori (fusioni) che verso Z minori (fissioni), variando opportunamente le condizioni di esercizio, conseguendo il notevole risultato di **stabilizzare** nuclei radioattivi accelerandone il decadimento verso elementi stabili.

Design integrato del reattore ITAbetatron

Integrando i concetti di cui ai punti a), b), c), si è condotta la progettazione per la costruzione di un reattore flessibile, in cui verificare gli effetti sinergici delle condizioni operative che sono state sempre mantenute alternative l'una all'altra, prevedendo di poter operare in due camere distinte di reazione, con caricamenti sia in modalità gassosa che elettroliticamente, con correnti continue sovrapposte a pulsazioni, con diverse tipologie di materiali nanostrutturati, tanto in plasmi elettrolitici (a solvente acquoso o in acqua deuterata) come in plasmi sotto condizioni di bassa pressione di idrogeno o deuterio gassosi.

La presenza di tre elettrodi consente appunto il doppio regime di operazione nelle due camere, e la circolazione dell'elettrolita (o del liquido di raffreddamento) assicura la determinazione delle rese energetiche in modalità **diretta**, permettendo nel contempo un flusso continuo di materiali radioattivi solubilizzati da stabilizzare, in ricircolazione tale da mantenere il corretto tempo di permanenza nel reattore.

Il design del reattore ITAbetatron (la cui progettazione è peraltro iniziata molto tempo prima delle presentazioni pubbliche delle relative fonti di **conferma** dei concetti fondanti) riesce ad integrare i principi costruttivi ed operativi dei tre reattori attualmente più innovativi sullo scenario scientifico internazionale : i reattori di **P.A. Boss, Y. Iwamura, T. Mizuno.**

Schema del reattore

(dettagli su www.hydrobetatron.org)

ITAbetatron

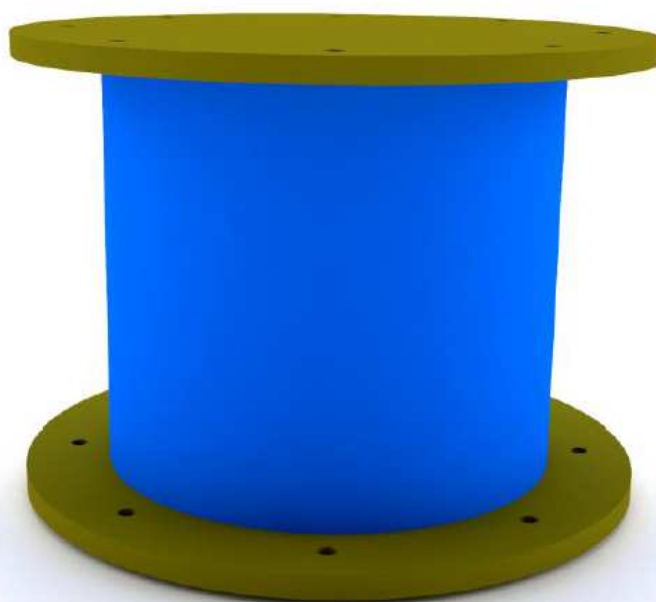


Fig.1 Contenitore esterno di sicurezza

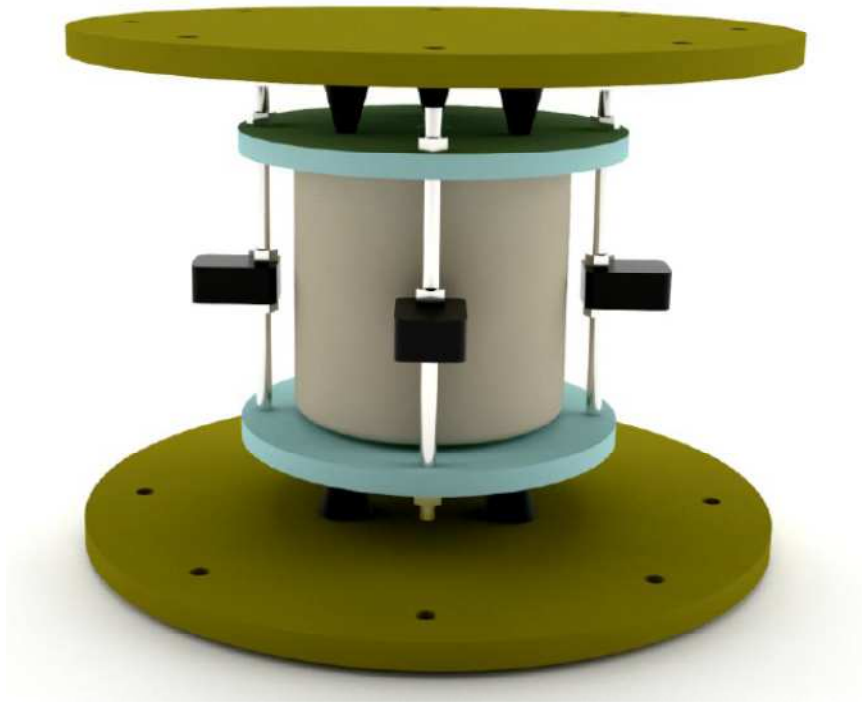


Fig. 2 Camera interna di reazione

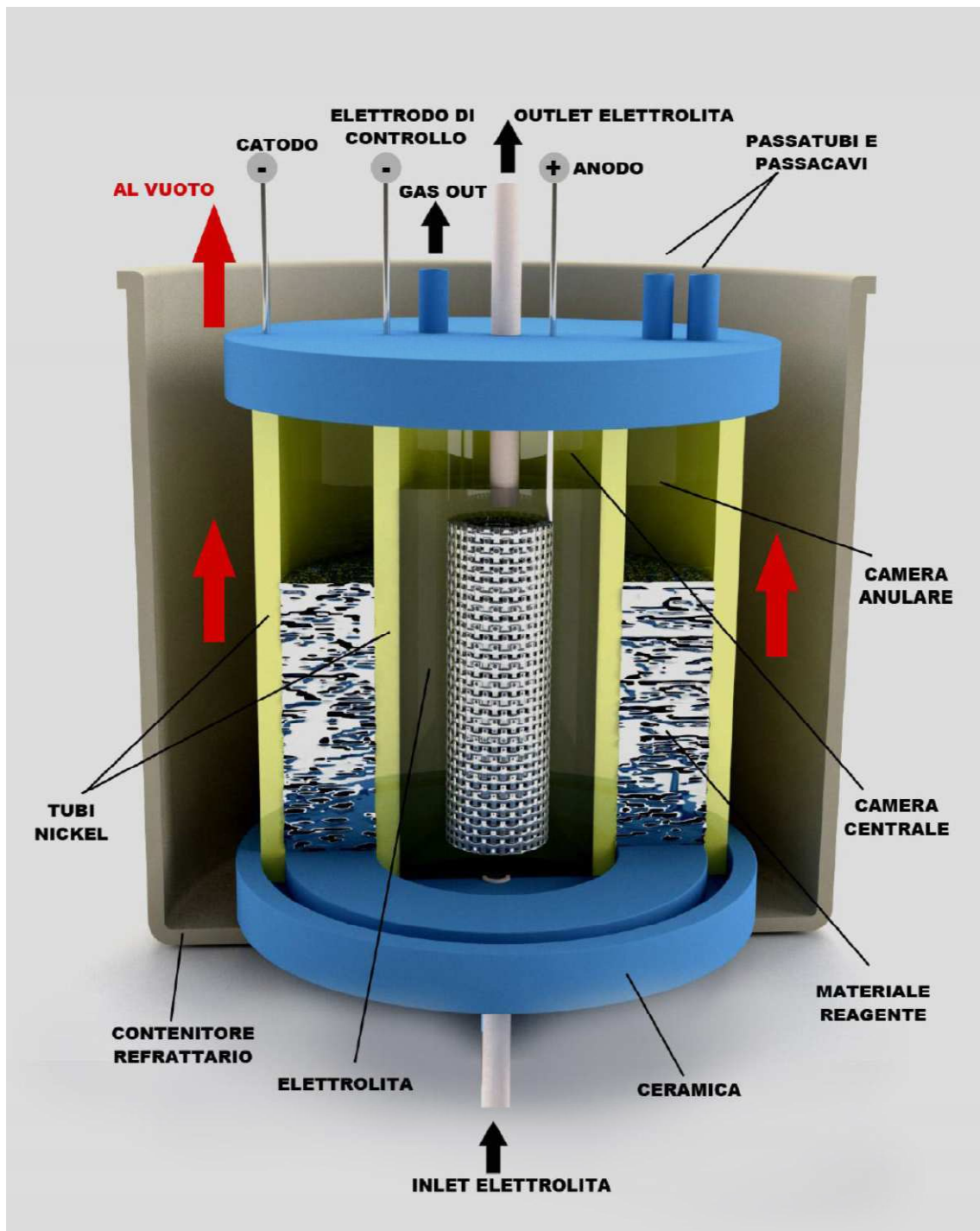


Fig. 3 Doppia camera di reazione (esercibile in elettrolisi, a plasma elettrolitico, a gas, a plasma di idrogeno a bassa pressione, con circolazione di elettrolita radioattivo, con scambiatore interno di calore, con circolazione di elettrolita raffreddato) a tre elettrodi per correnti continue e/o pulsate differenziate per camere