

# Material transformation into Pd-H<sub>2</sub> and Pd-D<sub>2</sub> systems induced by laser irradiation

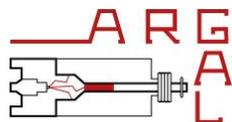
**Ubaldo Mastromatteo**

[\(ubaldo.mastromatteo@libero.it\)](mailto:ubaldo.mastromatteo@libero.it)

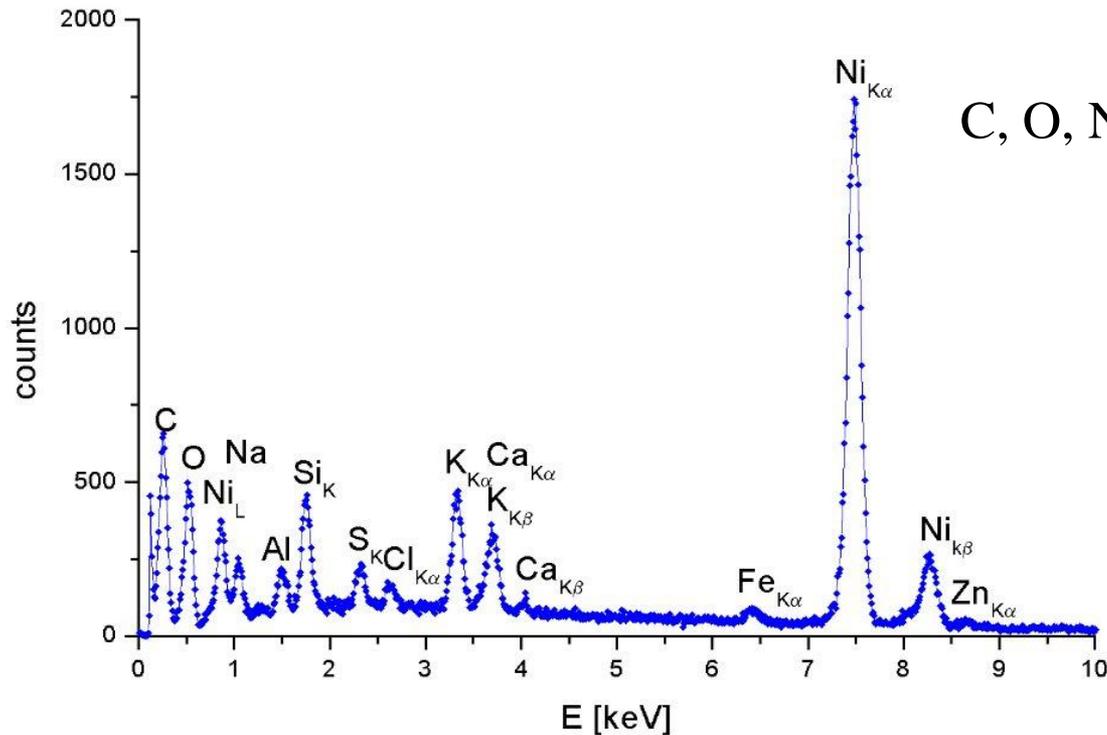
**A.R.G.A.L. association, via S. Stefano, 27 – 20010 Bareggio (MI), Italy**

# Sommario

- Esperimenti di riferimento con evidenze di trasmutazioni
- Esperimenti con LASER He-Ne
- Esperimenti con LASER a stato solido da 405 nm
- Osservazioni finali
- Conclusioni



S. Focardi, V. Gabbani, V. Montalbano, F. Piantelli, S. Veronesi, "On the Ni-H System", SIF Conference Proceedings, Vol. 64, pp. 35-47, 1997.



C, O, Na, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, Zn

EDX su una barretta di Ni che ha prodotto calore in eccesso in atmosfera di H<sub>2</sub> alla temperatura di alcune centinaia di gradi.

# Possibile spiegazione mediante la teoria TSC di Takahashi (professore emerito dell'Università di Osaka)

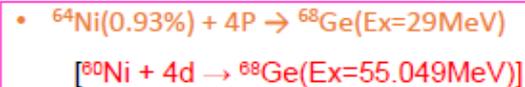
## Major Fission Channels from Ni + 4p (2)



- 11.0MeV + n +  $^{65}\text{Ge}(\text{EC})^{65}\text{Ga}(\text{EC})^{65}\text{Zn}$
- 21.4MeV +  $^4\text{He} + ^{62}\text{Zn}(\text{EC})^{62}\text{Cu}(\text{EC})^{62}\text{Ni}$
- 11.5MeV +  $^8\text{Be} + ^{58}\text{Ni}$
- 18.9MeV +  $^{12}\text{C} + ^{54}\text{Fe}$
- 10.5MeV +  $^{14}\text{N} + ^{52}\text{Mn}(\text{EC})^{52}\text{Cr}$
- 8.2MeV +  $^{16}\text{O} + ^{50}\text{Cr}$
- 13.9MeV +  $^{20}\text{Ne} + ^{46}\text{Ti}$
- 15.2MeV +  $^{24}\text{Mg} + ^{42}\text{Ca}$
- 13.7MeV +  $^{27}\text{Al} + ^{39}\text{K}$
- 18.9MeV +  $^{28}\text{Si} + ^{38}\text{Ar}$
- 18.6MeV +  $^{32}\text{S} + ^{34}\text{S}$

Near  
Symmetric  
Fragmentation

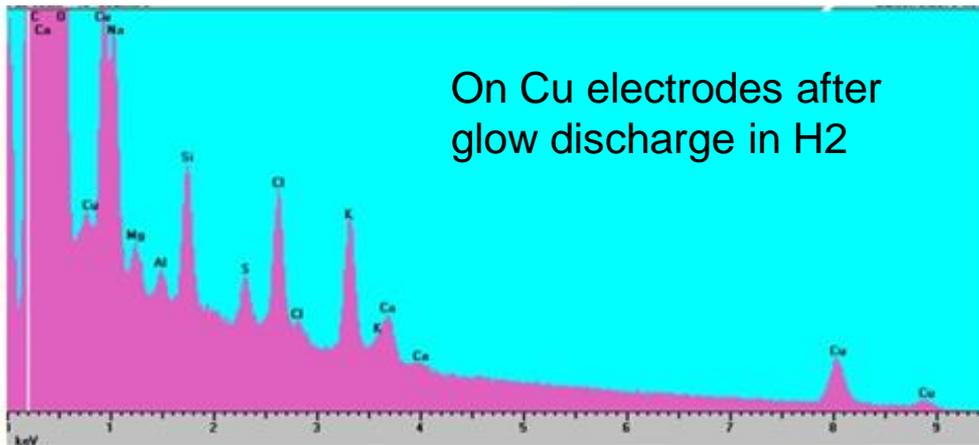
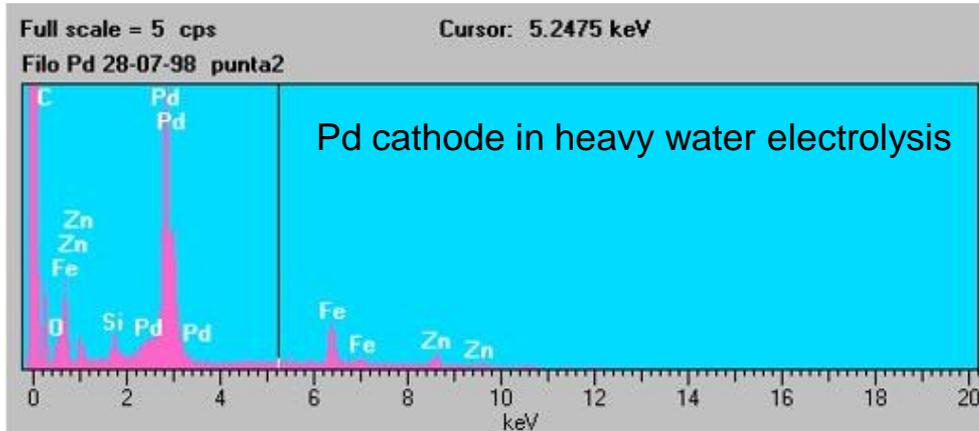
- Neutron emission channel may open!
- S-values for higher mass Ni may be larger than Ni-58 and Ni-60, due to more p-n PEF interaction.



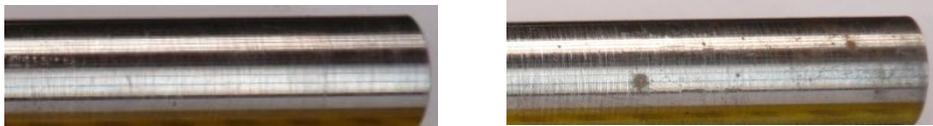
- 16.7MeV + n +  $^{67}\text{Ge}(\text{EC})^{67}\text{Ga}(\text{EC})^{67}\text{Zn}$
- 25.6MeV +  $^4\text{He} + ^{64}\text{Zn}$
- 10.0MeV +  $^6\text{Li} + ^{61}\text{Cu}(\text{EC})^{61}\text{Ni}$
- 13.2MeV +  $^8\text{Be} + ^{57}\text{Ni}(\text{EC})^{57}\text{Co}(\text{EC})^{57}\text{Fe}$
- 10.9MeV +  $^9\text{Be} + ^{59}\text{Ni}(\text{EC})^{59}\text{Co}$
- 9.9MeV +  $^{10}\text{B} + ^{58}\text{Co}(\text{EC})^{58}\text{Fe}$
- 22.7MeV +  $^{12}\text{C} + ^{56}\text{Fe}$
- 14.8MeV +  $^{14}\text{N} + ^{54}\text{Mn}(\text{EC})^{54}\text{Cr}$
- 12.7MeV +  $^{16}\text{O} + ^{52}\text{Cr}$
- 17.6MeV +  $^{20}\text{Ne} + ^{48}\text{Ti}$
- 12.7MeV +  $^{23}\text{Na} + ^{45}\text{Sc}$
- 17.5MeV +  $^{24}\text{Mg} + ^{44}\text{Ca}$
- 14.8MeV +  $^{27}\text{Al} + ^{41}\text{K}$
- 18.7MeV +  $^{28}\text{Si} + ^{40}\text{Ar}$
- 18.7MeV +  $^{32}\text{S} + ^{36}\text{S}$

Near  
Symmetric  
Fragmentation

# Trasmutazioni riscontrate da L. Gamberale (2001) su elettrodi di Pd (elettrolisi) e Cu (scarica in gas) – (comunicazione privata)



F. Cardone, G. Cherubini, A. Petrucci; Piezonuclear neutrons;  
Physics Letters A 373 (2009) 862-866



Analisi EDX su trasformazioni  
superficiali indotte da ultrasuoni su  
una barretta di acciaio inossidabile .  
Durata 60 minuti; potenza 19 W.  
Registrata emissione di neutroni  
durante l'esperimento.

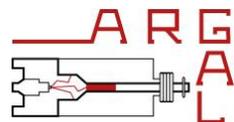
<u>Element</u>	<u>Weight %</u>
<b>C</b> Carbon	<b>19.80</b>
<b>O</b> Oxigen	<b>29.27</b>
<b>Na</b> Sodium	<b>1.20</b>
<b>Mg</b> Magnesium	<b>0.19</b>
<b>Al</b> Aluminium	<b>0.53</b>
Si Silicon	0.49
<b>S</b> Sulfur	<b>0.27</b>
<b>Cl</b> Chlorine	<b>1.61</b>
<b>K</b> Potassium	<b>0.54</b>
<b>Ca</b> Calcium	<b>0.68</b>
Mn Manganese	0.47
<b>Fe</b> Iron	<b>44.45</b>
W Wolframium	0.50

V. Violante, E. Castagna, S. Lecci, G. Pagano, M. Sansovini, F. Sarto, “RF detection and anomalous heat production during electrochemical loading of deuterium in palladium”, *Energia, Ambiente e Innovazione*, Vol 2-3, pp. 63-67, 2014.

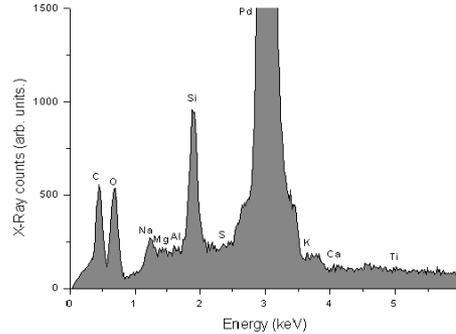
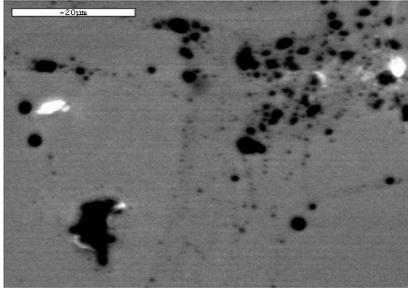
## RILIEVI

- Rilevate oscillazioni elettromagnetiche ad alta frequenza al catodo durante il test;
- Rilevata produzione di calore in eccesso;
- La successiva analisi EDX su tre aree del catodo di Palladio con alterazioni sospette ha messo in evidenza i seguenti elementi:

C, O, F, Mg, Al, Si, Ca, Cr, Fe, Ni



V. Nassisi et al., Modification of Pd–H<sub>2</sub> and Pd–D<sub>2</sub> Thin Films Processed by He–Ne Laser; J. Condensed Matter Nucl. Sci. Vol. 5 , pp. 1–6, 2011.

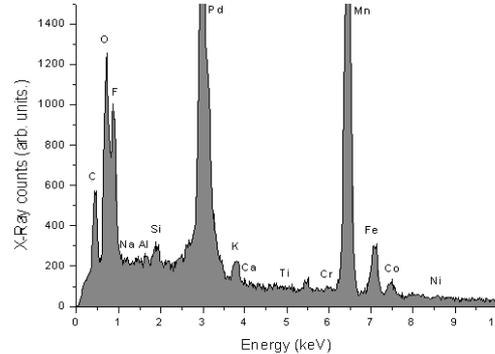
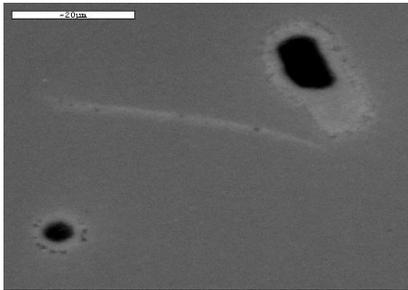


H<sub>2</sub>  
no LASER  
Si  
Pd  
Ti

H<sub>2</sub>  
LASER  
Si  
Pd  
Ti  
C  
O  
F  
Na  
Mg  
Al  
P  
S  
K  
Ca  
Cr  
Mn  
Fe  
Co  
Ni

D<sub>2</sub>  
no LASER  
Si  
Pd  
Ti  
C  
O  
Na  
Mg  
Al  
K  
Ca

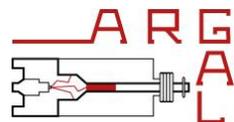
D<sub>2</sub>  
LASER  
Si  
Pd  
Ti  
C  
O  
Na  
Al  
Cl  
K  
Mn  
Ni



EDX su aree alterate dopo test di irraggiamento con LASER a bassissima fluensa su strati sottili di Pd in atmosfera di H<sub>2</sub> o D<sub>2</sub> .

# Sommario

- Esperimenti di riferimento con evidenze di trasmutazioni
- **Esperimenti con LASER He-Ne**
- Esperimenti con LASER a stato solido da 405 nm
- Osservazioni finali
- Conclusioni



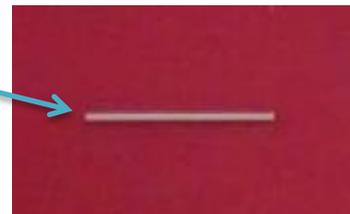
# Esperimenti con LASER He-Ne su strati sottili di Pd



Foto della base del reattore dove viene alloggiato il campione trattenuto mediante sottili fermagli in rame.



Foto del supporto in silicio ossidato su cui è depositato lo strato di Pd 250 nm di spessore; le dimensioni sono: 1mm x 28 mm

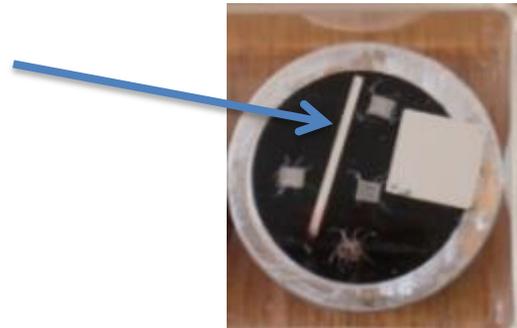


# Descrizione del test

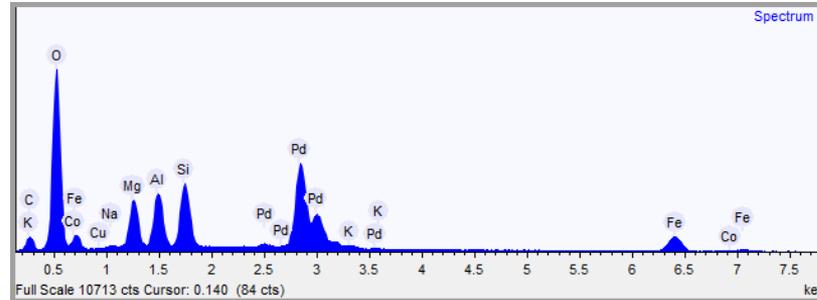
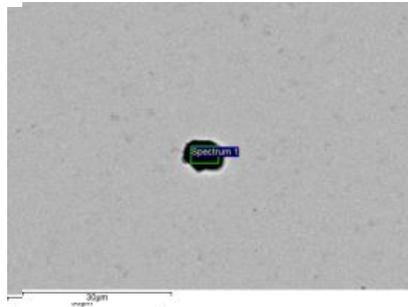
Il campione mostrato nella foto sotto è rimasto per 2 settimane nel reattore della slide precedente e irradiato attraverso una finestra ottica in vetro con un LASER He-Ne (633 nm, 0.9 mW) in ambiente di idrogeno a temperatura ambiente. Un sistema ottico è stato usato per allargare il fascio laser fino ad 1 cm<sup>2</sup>.

Dopo il trattamento la superficie del campione è stata accuratamente esaminata al SEM per individuare possibili tracce di cambiamenti morfologici: diverse cavità nello strato di Palladio sono state trovate e sottoposte all'analisi mediante microsonda EDX.

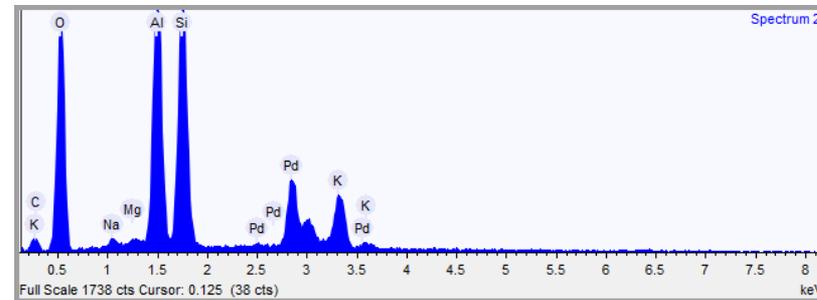
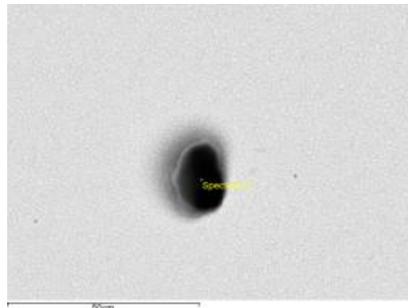
La piccola barretta di silicio col sottile strato di Pd (250 nm) estratto dal reattore e posta sul supporto per l'esame al SEM ed analisi EDX.



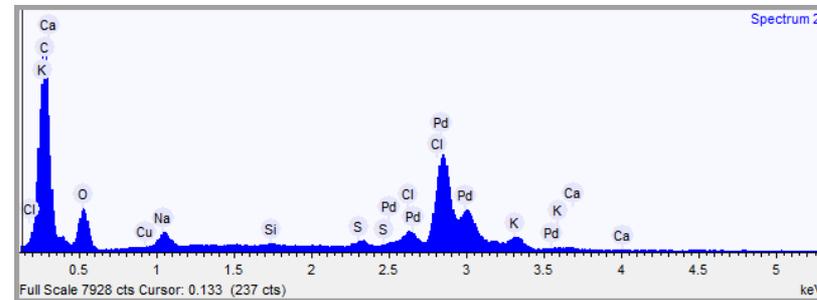
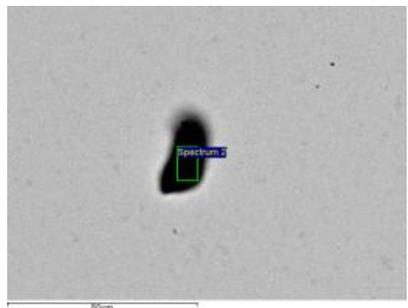
# Analisi EDX delle cavità nello strato di Pd dopo il trattamento LASER



C  
O  
Na  
Mg  
Al  
Si  
K  
Fe  
Co  
Cu



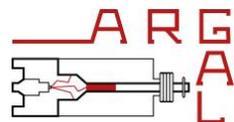
C  
O  
Na  
Mg  
Al  
Si  
K



C  
O  
Na  
Si  
S  
Cl  
K  
Ca  
Cu

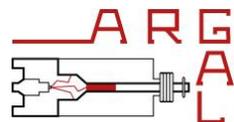
# Sommario

- Esperimenti di riferimento con evidenze di trasmutazioni
- Esperimenti con LASER He-Ne
- **Esperimenti con LASER a stato solido da 405 nm**
- Osservazioni finali
- Conclusioni



# Esperimenti con LASER da 405 nm

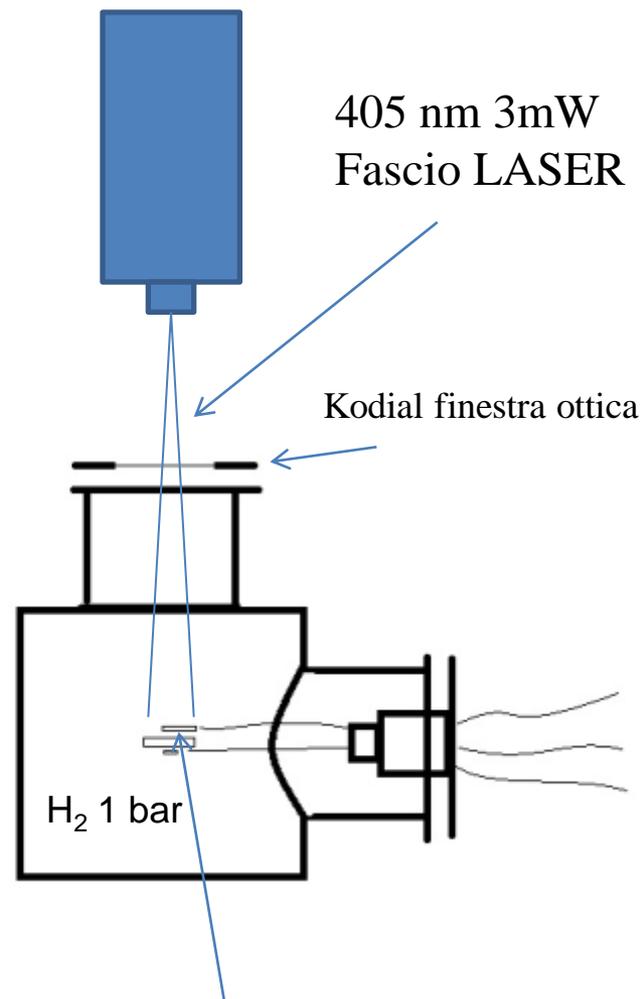
- Un altro esperimento è stato condotto su un chip quadrato di area  $1 \text{ cm}^2$  avente su una faccia uno strato sottile di Pd del tutto simile a quello del test precedente (250 nm di spessore), ma ora irradiato con un LASER a stato solido con lunghezza d'onda 405 nm e 3 mW di potenza; anche in questo caso il fascio è stato allargato per irradiare l'intera superficie del campione a circa  $1 \text{ cm}^2$ . Dopo due settimane di irraggiamento il campione è stato estratto dal reattore ed esaminato al SEM (Hitachi TM 3030). Anche in questo caso esaminando accuratamente la superficie sono state individuate alterazioni morfologiche su cui è stata effettuata l'analisi EDX.



# Foto del reattore e schema

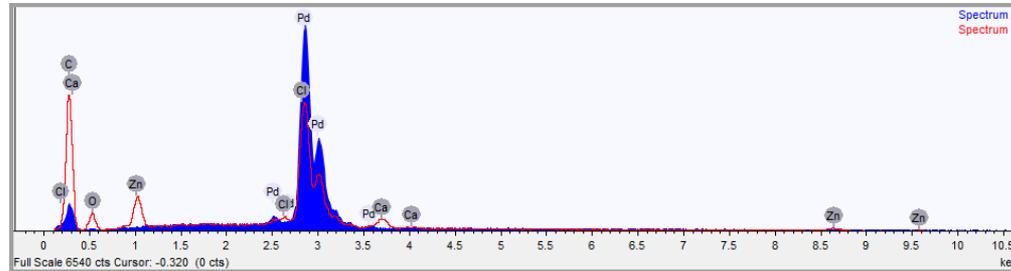
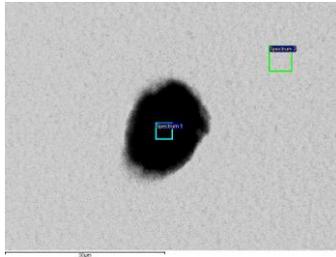


Laser spot

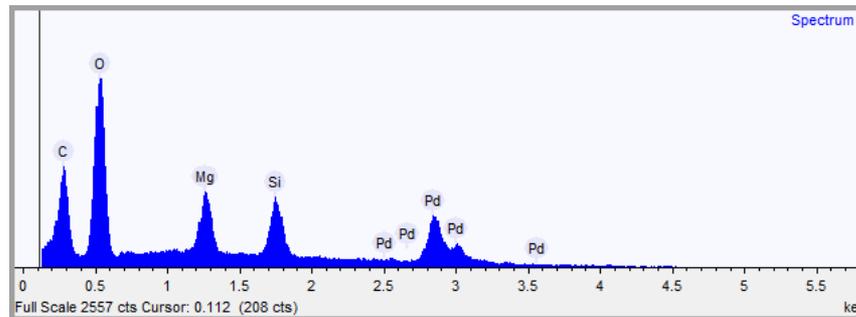
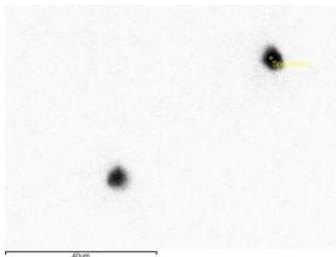


1 cm<sup>2</sup> Pd campione con film sottile

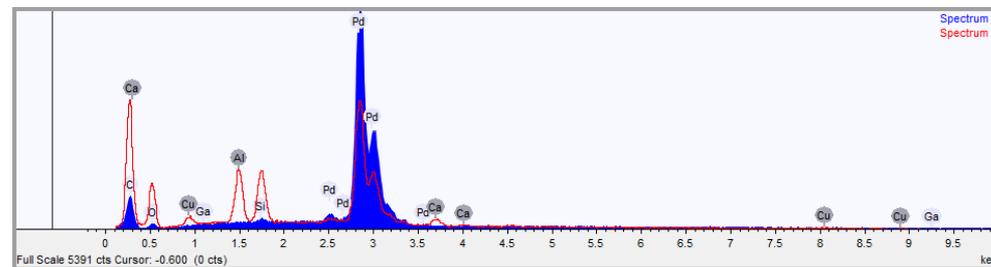
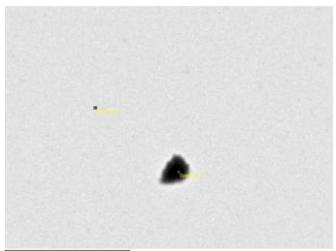
# Analisi EDX delle aree alterate



C  
O  
Cl  
Ca  
Zn



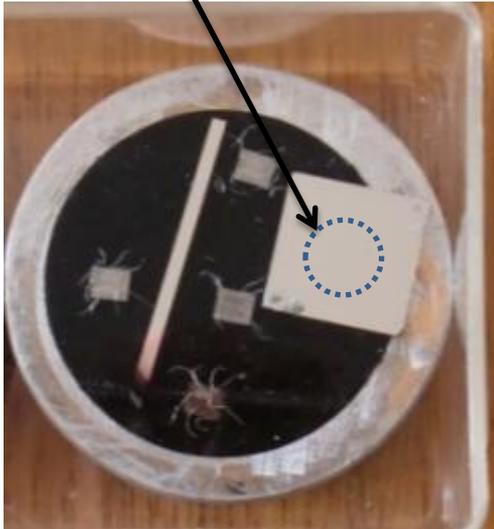
C  
O  
Mg  
Si



C  
O  
Al  
Si  
Ca  
Cu

# Analisi EDX: lista cumulativa degli elementi

Area esplorata al SEM



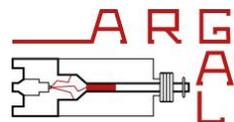
C  
O  
Na  
Mg  
Al  
Si  
S  
Cl  
K  
Ca  
Fe  
Co  
Cu  
Zn  
Mo

H<sub>2</sub>  
LASER  
Si  
Pd  
Ti  
C  
O  
F  
Na  
Mg  
Al  
P  
S  
K  
Ca  
Cr  
Mn  
Fe  
Ni

EDX elements  
cumulative list in:  
(V. Nassisi et al.,  
Modification of  
Pd-H<sub>2</sub> .....

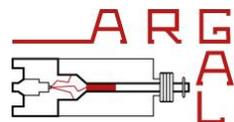
# Rilievi finali

- Gli esperimenti mostrati confermano i risultati di riferimento anche se quantitativamente di minore entità (durata 2 settimane contro 10 e senza drogaggio con Boro);
- Il LASER da 405 nm appare meno efficace di quello He-Ne da 633 nm di lunghezza d'onda;
- Il monitoraggio continuo per emissioni di neutroni e gamma non si è mai discostato dal fondo di riferimento;
- L'analisi accurata di campioni di riferimento non sottoposti al test non hanno mostrato cavità o alterazioni con gli elementi riscontrati nei campioni sottoposti ad irraggiamento in atmosfera di idrogeno.



# Conclusioni

- Gli esperimenti citati per i loro risultati analoghi a quelli qui descritti sul Palladio irradiato con LASER, confermano che trasformazioni della materia associate con altre anomalie quali emissione di neutroni e produzione di energia in eccesso sono fenomeni reali e riproducibili;
- Oscillazioni indotte nella materia, mediante ultrasuoni, radiofrequenze, radiazione LASER, impulsi di corrente elettrica, appaiono quasi sempre essenziali perché le anomalie citate si verificano;
- Infine, considerando che negli esperimenti mostrati si osserva la fusione del materiale metallico, conseguenza di un locale e rapido sviluppo di energia, non sembrerebbe lontana la prospettiva di un sistema sperimentale capace di generare energia pulita, estremamente concentrata e a basso costo, utilizzando materiali dal comportamento analogo a quello del Palladio, ma più abbondanti in natura.



Grazie per l'attenzione

