

Nanotecnologie e catalizzatori

di Nicola Pernicone

Nanomateriali e nanotecnologie sono termini ormai di ampio uso nella chimica e nella fisica del nostro tempo. Nel mondo della politica della ricerca si ritiene che il progresso scientifico in tali discipline non possa prescindere da un'intensa attività nel campo delle nanoscienze, con conseguente massiccio impegno di risorse. Non tutto però è così chiaro in questo settore. La presente nota richiama l'attenzione su alcuni aspetti controversi, che sembra opportuno discutere e approfondire.

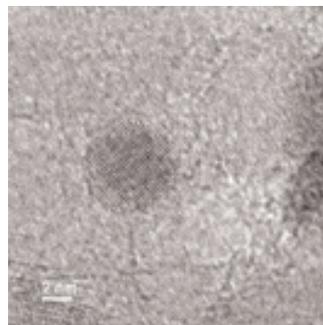


Figura 1
Particella monodominio (diametro circa 6 nm) di palladio in catalizzatori Pd/Al₂O₃

Numerosi articoli sono apparsi recentemente su *La Chimica e l'Industria* a proposito di nanotecnologie e di nanomateriali. Si tratta infatti di uno dei temi scientifici più di moda e sul quale affluiscono ingenti fondi per ricerca e sviluppo. Esiste quindi da qualche tempo una corsa ad autodefinirsi cultori di nanotecnologie e a negare questa qualifica ai potenziali concorrenti (per l'aggiudicazione dei citati fondi). Così stando le cose, appare necessario fare un po' di chiarezza. I catalizzatori eterogenei rappresentano la più antica applicazione (risale agli anni Venti) delle nanotecnologie, scrive Somorjai [1], che vede lo sviluppo futuro della nanocatalisi nel miglioramento della selettività di numerosi processi industriali, fino a raggiungere l'agognato 100%. Qui può essere posto il problema: la catalisi eterogenea è sempre nanocatalisi? Non potendo adesso dilungarmi su questo argomento, rimando ad una recente dissertazione sul tema [2].

Catalizzatori come nanomateriali

Come riporta Trifirò [3], questa lunga esperienza di preparazione e caratterizzazione di catalizzatori nanofasici potrebbe, e dovrebbe, essere utilizzata anche per nuovi e diversi nanomateriali. A questo proposito è significativo che, per evidenziare la ricaduta sociale delle nanotecnologie, ad un recente convegno europeo (Grenoble, giugno 2002) non sia stato trovato niente di meglio che citare i catalizzatori di idrogenazione a base di palladio su carbone e le leghe metalliche supportate su ossidi per la catalisi Fischer-Tropsch [3]. Anche Centi [4] come esempio tipico di nanomateriale presenta un normale ca-

talizzatore supportato a base di platino, opportunamente definito "nanomateriale catalitico". Nonostante qualche sporadica opinione contraria [5], si può quindi affermare che una buona parte dei catalizzatori eterogenei, e in particolare i metalli supportati, rientrano tra i nanomateriali. Come ulteriore evidenza posso ricordare di aver tenuto nel giugno 2002 a Houston, nell'ambito del convegno CatCon 2002 organizzato dal Catalyst Group, una conferenza dal titolo "Nanoparticles in Supported Metal Catalysts" e di avere revisionato pochi mesi dopo un ponderoso studio "multiclient" dal titolo "Advances in Nanocatalysts and Products". Anche una recentissima trattazione dell'argomento [6] sottolinea la natura nanostrutturale dei catalizzatori. Peraltro sembra essere in atto un tentativo di estromettere i catalizzatori dai nanomateriali. A tale proposito posso citare alcune recenti pubblicazioni e manifestazioni sull'argomento, nelle quali i catalizzatori sono stati a malapena citati [7-11]. Vengono invece trattati i materiali più vari, della nanolegittimità di alcuni dei quali si dovrebbe quanto meno discutere.

Limiti dei nanomateriali

In pratica questa proliferazione di nanomateriali e di nanotecnologi si sta sviluppando in totale assenza di precise definizioni in merito. Il problema è stato ben evidenziato da Centi [4], ma rimanendo abbastanza sul generale. Credo invece che sia arrivato il momento di proporre limiti ben definiti, altrimenti si può arrivare al paradosso di considerare nanomateriale qualsiasi entità, la cui dimensione venga semplicemente espressa in nanometri. Per inciso, è stato recentemente rilevato [2] che le nanoscienze hanno avuto inizio, come per incanto, quando il nanometro è

stato introdotto come unità di misura ufficiale delle lunghezze microscopiche al posto dell'angstrom. In realtà in alcune discipline, catalisi in particolare, si è fatta da sempre nanoscienza. Tornando al problema della definizione di "nanomateriale", credo che non si possa prescindere dal porre un limite superiore di dimensioni. Come dimensioni tipiche dei nanomateriali si trovano citate sia decine di nm [9] che fino a 100 nm [7], ma anche dimensioni superiori a 100 nm vengono prese in considerazione [12]. Credo che un limite serio non possa superare di molto i 10 nm. Si è mai sentito definire "micronica" una polvere da 100 µm? Appare anche ragionevole che i nanomateriali comprendano i solidi al cui interno o alla cui superficie si trovino entità nanometriche di rilevante importanza per le loro proprietà. La creazione di tali entità nanometriche e il controllo delle loro dimensioni dovrebbero costituire il tipico campo di azione delle nanotecnologie.

Dimensioni di nanoparticelle

In tale contesto assume particolare rilevanza l'accurata misura delle dimensioni di oggetti nanometrici, in molti casi tutt'altro che facile. Per particelle metalliche depositate su vari supporti il problema è stato recentemente affrontato con criteri abbastanza diversi da quelli tradizionali [13-14]. La distinzione mediante Hrtm tra particelle metalliche e domini cristallografici (non sempre si ottengono particelle monodominio) è indispensabile nel campo dei catalizzatori. Ad esempio, in Figura 1 si può osservare una particella monodominio (diametro circa 6 nm) di palladio in catalizzatori Pd/Al₂O₃, mentre in Figura 2 è riportata una particella polidominio, sempre di palladio, in catalizzatori Pd/SiO₂. Situazioni di questo tipo condizionano la scelta e le mo-

N. Pernicone, consulente industriale - Novara. catcons@tin.it

dalità d'impiego delle tecniche di misura delle dimensioni e della superficie di nanoparticelle. È probabile che queste considerazioni debbano essere applicate anche ad altri tipi di nanomateriali.

Problemi da risolvere

Naturalmente ogni definizione pone dei problemi. Ad esempio, solidi aventi porosità di dimensioni nanometriche devono essere considerati nanomateriali? Sono nanomateriali i carboni attivi e le zeoliti? Ho qualche dubbio, poiché in questi casi la nanocaratteristica si riferisce allo spazio vuoto, ma il tema è certo da discutere. Sono nanomateriali i film sottili? Forse, se lo spessore del film si mantiene nei limiti previsti. Non va dimenticato che esistono anche posizioni di drastico scetticismo su questa materia. Ad esempio le nanotecnologie sono state recentemente definite "una tremenda montatura" (awful

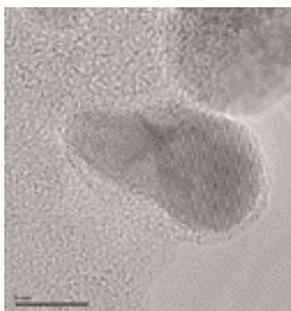


Figura 2 - Particella polidominio di palladio in catalizzatori Pd/SiO₂

lot of hype) [15]. Non condovido questa posizione estrema, che però deve indurre a qualche riflessione. Continuare a permettere l'afflusso indiscriminato di qualsiasi cosa all'interno dell'area nanotecnologie porta alla formazione di una specie di bolla speculativa, per usare un termine borsistico, che può sgonfiarsi all'improvviso con conseguenze negative per tutti. Il presente intervento vuole essere un invito

a fissare precisi paletti che delimitino quest'area, in modo che non diventi una sterminata prateria percorsa da innumerevoli cacciatori...di nanofinanziamenti.

Bibliografia

- [1] G.A. Somorjai, Y.G. Borodko, *Catal. Lett.*, 2001, **76**, 1.
 [2] N. Pernicone *et al.*, Proc. CatCon 2002, The Catalyst Group Resources Publ., Houston, Usa, June 3-4, 2002.

- [3] F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2002, **84** (7), 26.
 [4] G. Centi, *ibid.*, 2002, **84**(3), 17.
 [5] S. Carrà, *ibid.*, 2002, **84**(4), 20.
 [6] S.L. Scott *et al.*, Nanostructured Catalysts, Kluwer Acad. Publ., 2002.
 [7] P. Baglioni, M. Bonini, *Chimica e Industria*, 2002, **84**(1), 1.
 [8] Z.L. Wang *et al.*, Handbook of Nanophase and Nanostructured Materials, Kluwer Acad. Publ., 2002.
 [9] *Chem. Week*, Oct. 16, 2002, 17.
 [10] European Nanotechnology Symposium, Strasbourg, France, Nov. 25-26, 2002.
 [11] Nanotechnology Meets Business, Frankfurt, Germany, Apr. 8-9, 2003.
 [12] A. Jilavenkatesa, J.F. Kelly, *J. Nanoparticle Res.*, 2002, **4**, 463.
 [13] G. Fagherazzi *et al.*, *Langmuir*, 2000, **16**, 4539.
 [14] P. Canton *et al.*, *ibid.*, 2002, **18**, 6530.
 [15] *Chem. Eng. News*, July 22, 2002, 17.

Ringraziamenti: Si ringraziano Patrizia Canton e Stefano Polizzi del Dipartimento di Chimica Fisica dell'Università di Venezia per avere cortesemente fornito le immagini Hrtm.