HIGHLIGHTS
TECNOLOGIE INNOVATIVE

a cura di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica organica - Università di Milano

Prosegue l'excursus del settore nanotecnologie, dopo un primo contributo "etico" di alcune rubriche fa. Ho pensato di dividere i lavori che ho raccolto in due categorie: quelli attinenti al settore farmaceutico (la mia passione, come ormai vi sarà chiaro) e quelli ad esso invece non collegati (o almeno, non esclusivamente). Partirò da questi ultimi.

Nano-movimento - Il primo gruppo che vorrei citare attraverso due lavori (J. Wang *et al., JACS*, 2008, **130**, 8164; *Angew. Chem. Int. Ed*., 2008, **47**, 9349) parla di "nanostrutture in movimento" interamente sintetiche, contrapposte a nanobiomacchine (di cui parleremo in futuro). Nel primo lavoro viene mostrato come "nanowires" (nanofili?) composti da Au, Pt e Ni e incorporanti nanotubi al carbonio possano muoversi a velocità elevate sia "liberi" in soluzione (fino a 51 μm/sec) che introdotti in microcanali complessi, sfruttando l'energia liberata dalla decomposizione elettrocatalitica dell'acqua ossigenata; disegni e, soprattutto, filmati allegati al lavoro stesso mostrano come i nanofili possano venire "caricati" con un carico (ad esempio, nanoparticelle magnetiche) e possano trasportarlo a velocità dipendenti dalle dimensioni del cargo, per poi anche cambiare direzione, seguendo percorsi specifici nei microcanali usando campi magnetici agenti sul Ni nel nanofilo, fino a scaricarlo in tempi e luoghi determinati. Il secondo lavoro riporta un notevole incremento prestazionale di queste nano strutture mobili (arrivando fino al triplo della velocità) usando delle leghe Au-Ag al posto dell'oro, che provocano un'accelerazione nella decomposizione elettrocatalitica del carburante chimico (lega ideale: 75% Ag/25% Au).

Nanovetture - Da buon italiano, la performance e il design delle auto mi ha sempre affascinato. Che ne dite del composto **1** in Fig. 1 (S. Link *et al*., *ACS Nano*, 2009, **3,** 351)?

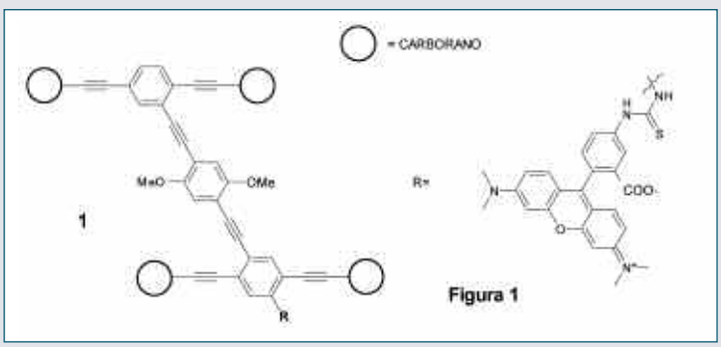

Figura 1

I quattro carborani (agglomerati poliedrici a base di boro e carbonio, non rappresentati in dettaglio in figura) possono "ruotare" liberamente, e così facendo provocano il movimento dello chassis aromatico-alchinico in varie direzioni; il lavoro citato dimostra (tramite l'uso di un pendaglio fluorescente **R** in Fig. 1, che permette attraverso spettroscopia di fluorescenza miniaturizzata l'osservazione di singole molecole in movimento!) come il movimento sia effettivamente basato sul rotolamento dei carborani; come sia fortemente influenzato dalle irregolarità della superficie (ostacoli provocano ridirezionamenti, o addirittura stop improvvisi); e come l'obiettivo lontano di nano automobili per le più svariate applicazioni (computing, medicina, ecc.) sia intravedibile all'orizzonte.

Nanomuscoli artificiali - Nonostante la promessa di non occuparmi di bioscienze, devo citare dei nanorotaxani simmetrici chiamati $\mathbf{R}^{8+}$, contenenti fra gli altri due unità tetratiofulvaleniche sensibili ad ambienti ossidoriducenti (J.F. Stoddart *et al*., *ASC Nano*, 2009, **3**, 291). Queste molecole complesse, sottoposte a condizioni redox, possono generare movimento controllabile. Ad esempio, un microcantilever (microleva?) ricoperto da $\mathbf{R}^{8+}$ si può muovere in maniera reversibile, sfruttando il comportamento di $\mathbf{R}^{8+}$ che ricorda appunto la contrazione (ossidazione di $\mathbf{R}^{8+}$) e l'estensione (riduzione di $\mathbf{R}^{8+}$ ossidato) di un fascio muscolare, una volta sottoposto ad appropriato stimolo esterno, come soluzioni ossidanti o riducenti/stimolo chimico; redox-stimolato fotochimicamente; redox-stimolato elettrochimicamente. Fra queste, il lavoro mostra come gli stimoli elettrochimici siano più convenienti, più rapidi nel provocare movimento e più potenti nell'indurre movimenti più pronunciati.

Nanopermeabilità - Un primo lavoro (P. Kral *et al., JACS*, 2008, **130**, 16448) riporta la modellizzazione al computer (dinamica molecolare) di un monostrato di "graphene" (grafene?) strutturato così da contenere dei nanopori che siano delimitati da atomi carichi negativamente (azoti e fluori, pori F-N) o positivamente (idrogeni, pori H). La modellizzazione effettuata aggiungendo al monostrato miscele di ioni (Li^+, Na^+ e K^+ come cationi, F^-, Cl^- e Br^- come anioni) in presenza di un campo elettrico applicato perpendicolarmente al monostrato dimostra come i nano pori siano selettivi (anioni attraverso F-N, cationi attraverso H); sensibili alle dimensioni dello ione (ioni piccoli meno permeabili, a causa della maggiore difficoltà nel rompere il "guscio di idratazione" dello ione più piccolo); e teoricamente concepibili come nanomateriali atti a rivoluzionare, fra le altre, le tecniche di dialisi e desalinizzazione. Un secondo lavoro (A.G. Skirtach *et al., JACS*, 2008, **130**, 11572) ha introdotto delle microcapsule contenenti oro e capaci di assorbire luce nel vicino infrarosso, emessa da laser in maniera localizzata, e convertirla in energia termica; ciò avviene quando le microcapsule sono aggregate per azione di sali, come NaCl (le singole microcapsule non hanno questo comportamento se irradiate analogamente). Quando all'interno di una microcapsula "aggregata" è contenuto un riempimento, per irradiazione localizzata il riscaldamento (controllabile attraverso modulazione del laser) provoca graduale rilascio del riempimento per "fluidificazione" termica della microcapsula, che però riprende le sue caratteristiche non appena viene sospesa l'irradiazione (quindi, permeabilizzazione reversibile e dipendente da irradiazione nel vicino infrarosso); microcapsule nelle immediate vicinanze dell'irradiazione mantengono le loro proprietà originali e non rilasciano il proprio riempimento.

Vi rimando ad un prossimo appuntamento per la discussione, fra gli altri, di nanomemorie, nanomagnetismo e sistemi nanocatalitici.