



Università di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Chimica



CULTURA E VITA
Via Buon Pastore 126 - 41100 Modena

NANOTECNOLOGIE

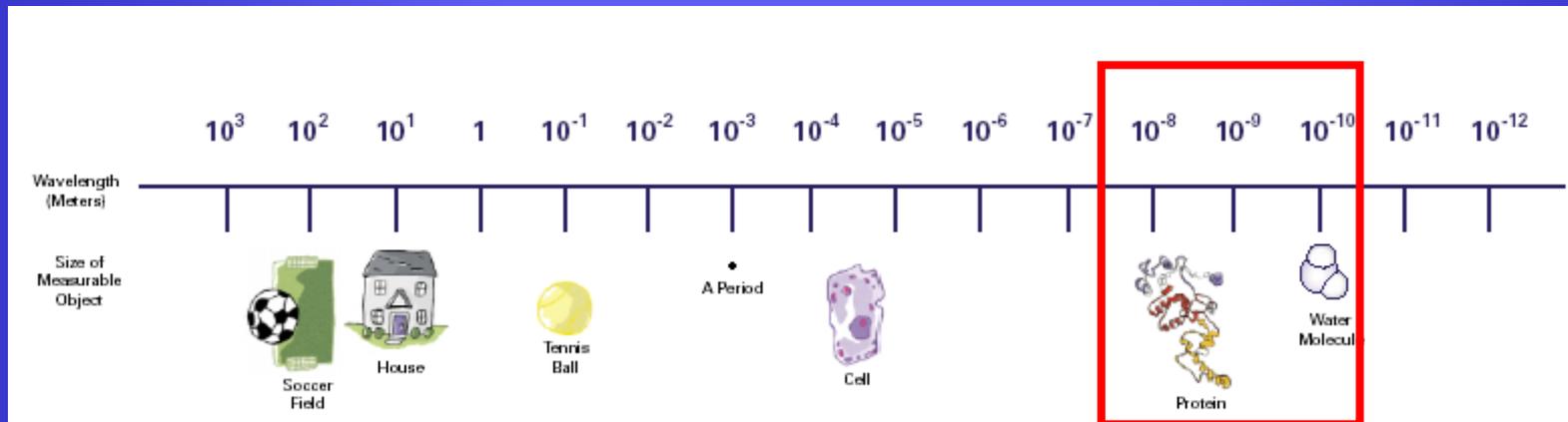
PERCHÈ CAMBIERANNO IL

MONDO

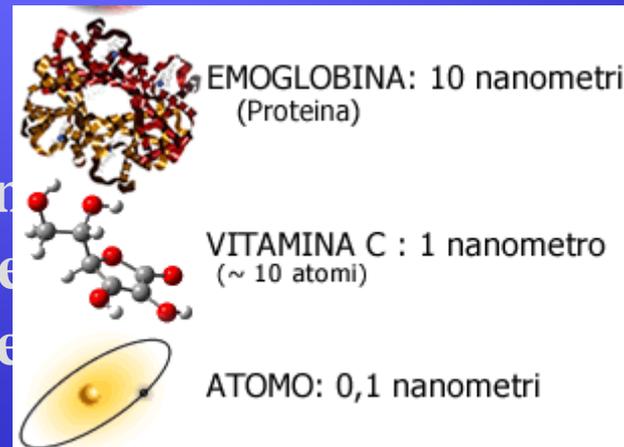
Gianantonio Battistuzzi

Il prefisso nano- indica “un miliardesimo” di una determinata quantità fisica

1 nano-metro → 1 miliardesimo di metro (10^{-9} m)



globulo rosso 100 nm
 piccola proteina 10 nm
 La scala nanometrica comprende
 piccola molecola 1 nm
 comprese fra 1 e 100 nm, che
 legame chimico 0.1 nm
 molecole fino alle macromolecole



ioni alle

Nanosciienze: si occupano dello studio dei fenomeni e della manipolazione di materiali su scala nanometrica (cioè su scala atomica, molecolare o macromolecolare, compresa fra 1 e 100 nm), condizioni nelle quali le proprietà chimiche e fisiche della materia differiscono sensibilmente da quelle osservate su scala macroscopica.



Nanotecnologie: si occupano della progettazione, caratterizzazione, produzione e applicazione di materiali, dispositivi e sistemi, che contengono parti di dimensioni nanometriche.

Col termine “Nanotecnologie” si intende la capacità di osservare, misurare e manipolare la materia su scala atomica e molecolare

La “rivoluzione nanotecnologica” dipende da due fattori

Su scala nanometrica le proprietà chimico-fisiche della materia differiscono radicalmente da quelle osservate macroscopicamente. Perciò, quando le dimensioni delle particelle di un qualsiasi materiale si avvicinano al nanometro, esso assume proprietà completamente nuove, che sono influenzate profondamente dalle dimensioni delle nanoparticelle stesse

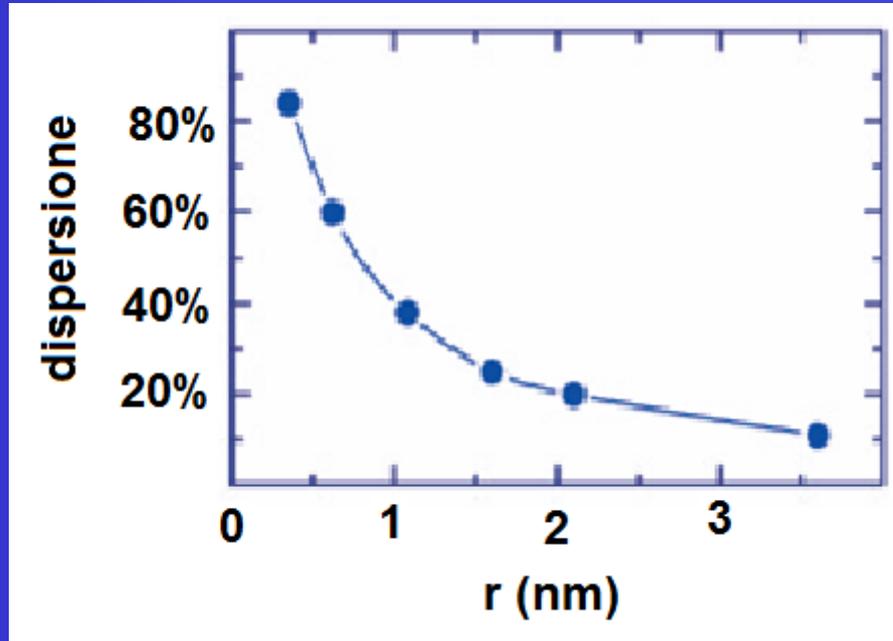
I metalli diventano semiconduttori o isolanti

Alcune sostanze convertono la luce in corrente elettrica



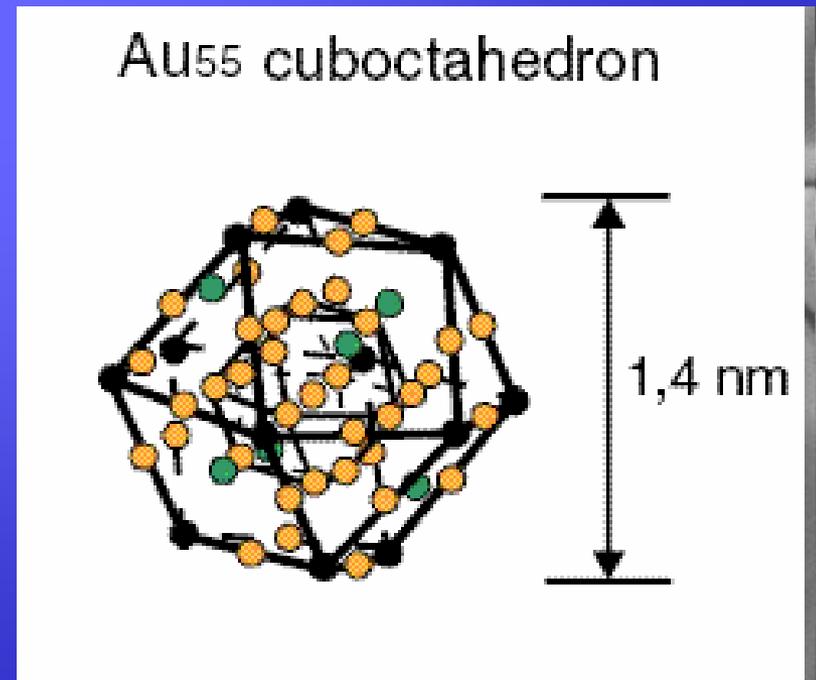
Altre, come il selenuro di cadmio (CdSe), diventano fluorescenti, emettendo luce di colore differente a seconda delle grandezza delle nanoparticelle

Perché nano- è strano ?

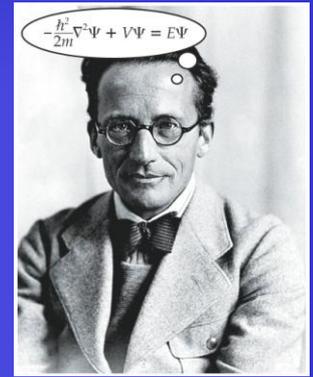


Dispersion: % di atomi sulla superficie rispetto agli atomi totali

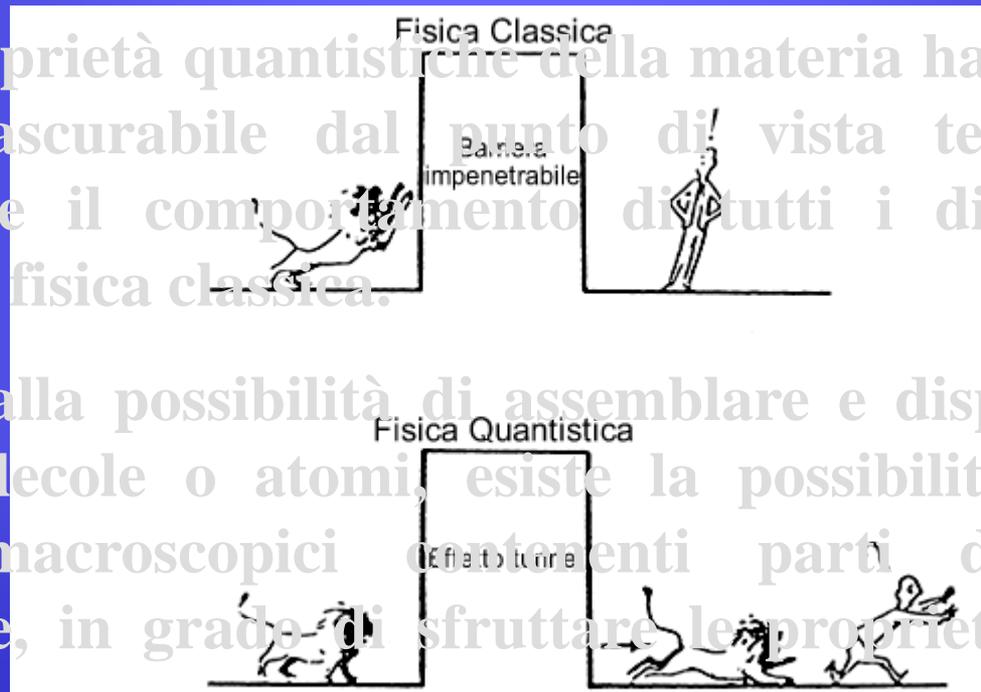
Le proprietà delle nanoparticelle differiscono da quelle delle particelle macroscopiche, perché sono profondamente influenzate da quelle degli atomi superficiali



Il fatto che il comportamento dei singoli atomi e dei loro aggregati (molecole) sia regolato da leggi diverse da quelle del mondo macroscopico e spesso controintuitive è noto a fisici e chimici dall'inizio del XX secolo e ha portato alla *meccanica quantistica*



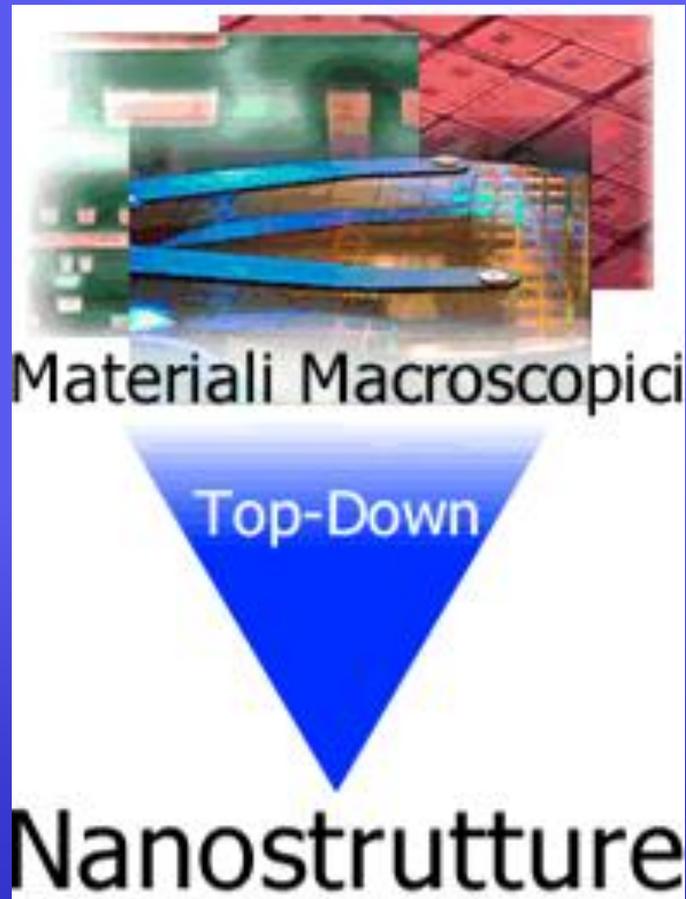
Finora le proprietà quantistiche della materia hanno avuto una influenza trascurabile dal punto di vista tecnologico, dal momento che il comportamento di tutti i dispositivi resta ancorato alla fisica classica.



Ora, grazie alla possibilità di assemblare e disporre in modo specifico molecole o atomi, esiste la possibilità di costruire dispositivi macroscopici contenenti parti di dimensione nanometriche, in grado di sfruttare le proprietà quantistiche della materia

**La possibilità di miniaturizzare i dispositivi oltre i limiti attuali,
a costi più limitati rispetto alle tecnologie oggi utilizzate**

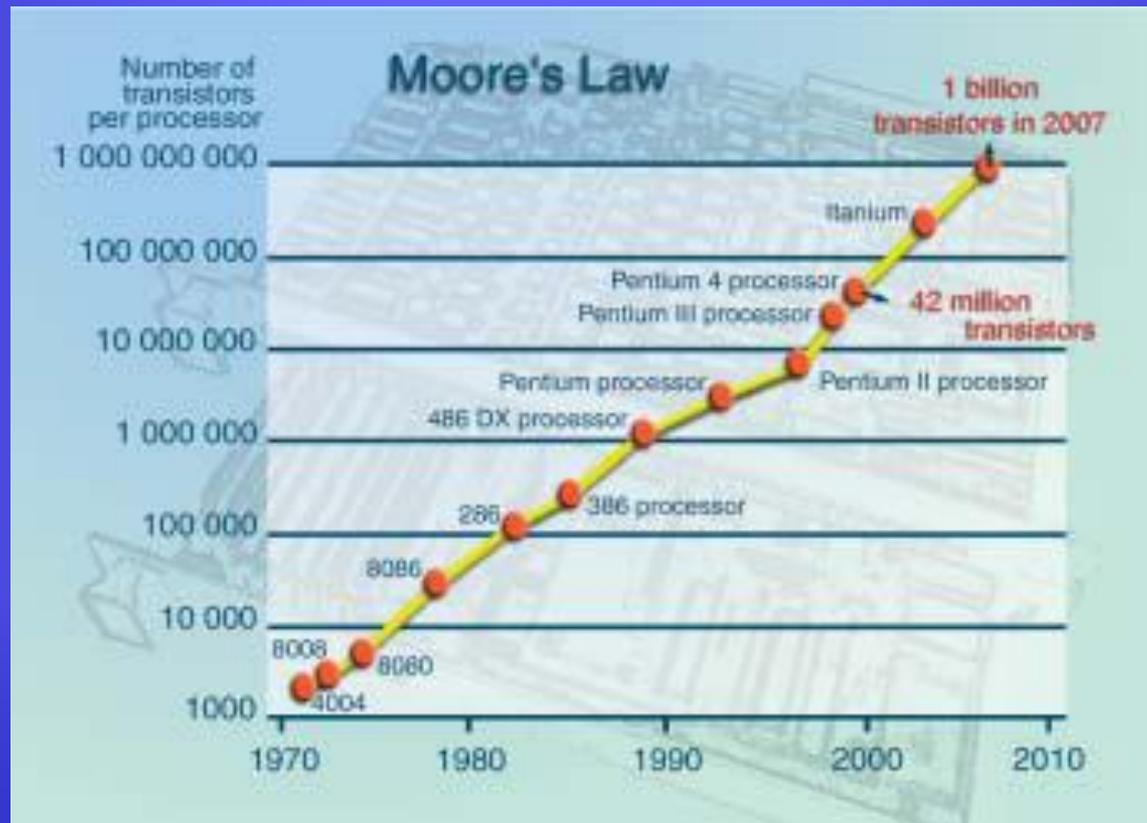
**Oggi, i microchip vengono prodotti utilizzando un approccio “top-down”,
basato sulla fotolitografia**



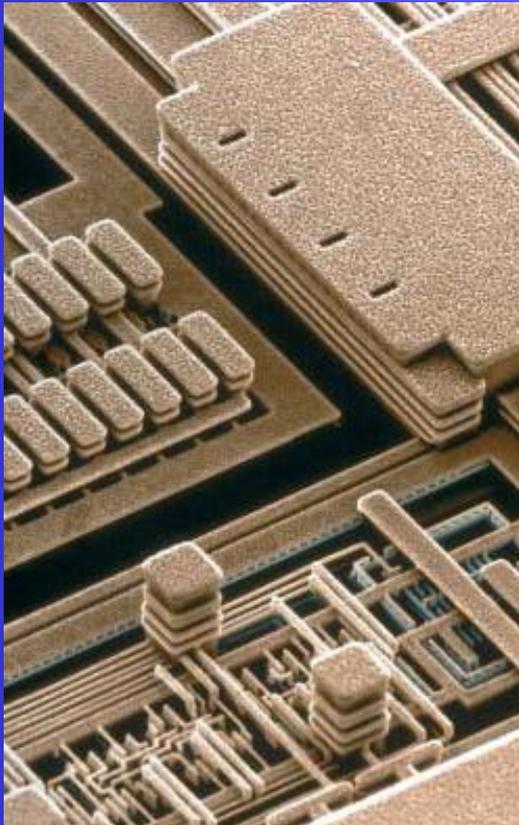
Nella *fotolitografia*, la superficie levigata di un wafer di silicio, è coperta da un rivestimento protettivo fotosensibile sul quale viene proiettata l'immagine di un circuito, opportunamente rimpicciolita grazie ad un sistema lenticolare. Lo sviluppo di questo rivestimento protettivo evidenzia le zone esposte del wafer, che acquisiscono in seguito le proprietà elettriche richieste mediante processi quali l'incisione, l'impianto ionico e la deposizione.



L'utilizzo della fotolitografia ha finora permesso di dimezzare le dimensioni dei microchip ogni 18 mesi (a parità di capacità), cioè di quadruplicarne la capacità a parità di dimensioni, secondo quanto previsto dalla “1° legge di Moore” (1965).



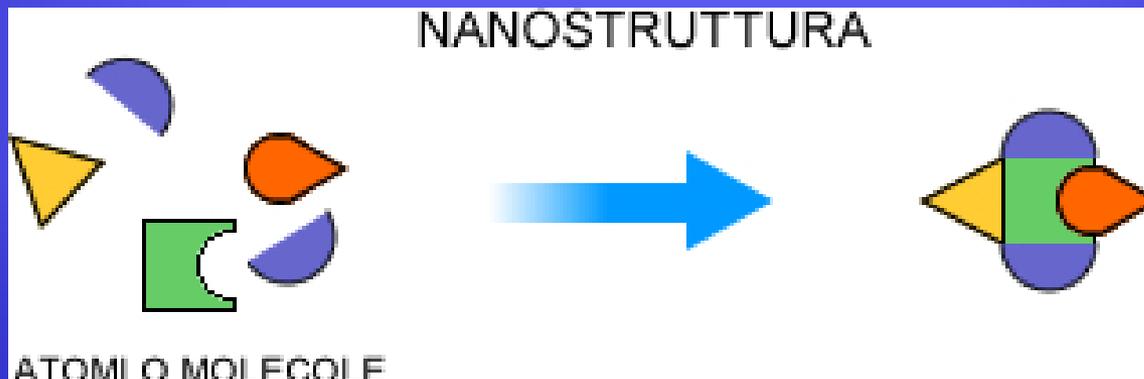
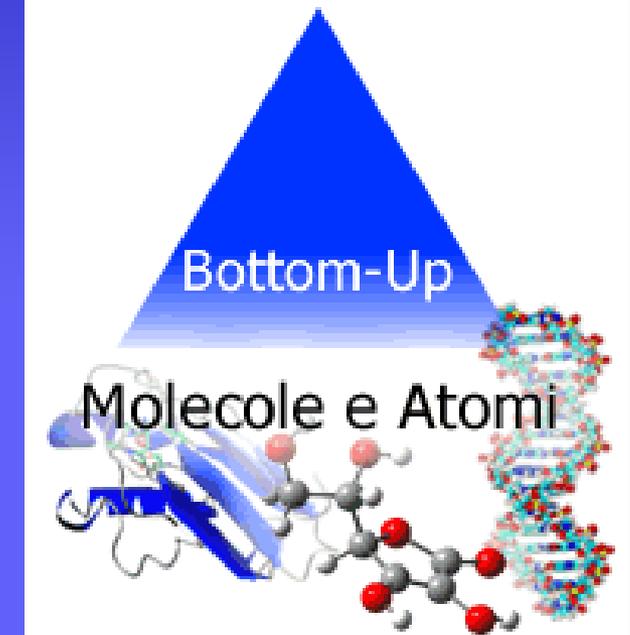
Le tecniche di fotolitografia oggi utilizzate permettono di costruire microchip contenenti più di 100 milioni di transistor, aventi dimensioni dell'ordine dei 100 nm. Scendere al di sotto di tale soglia implica due serie di problemi

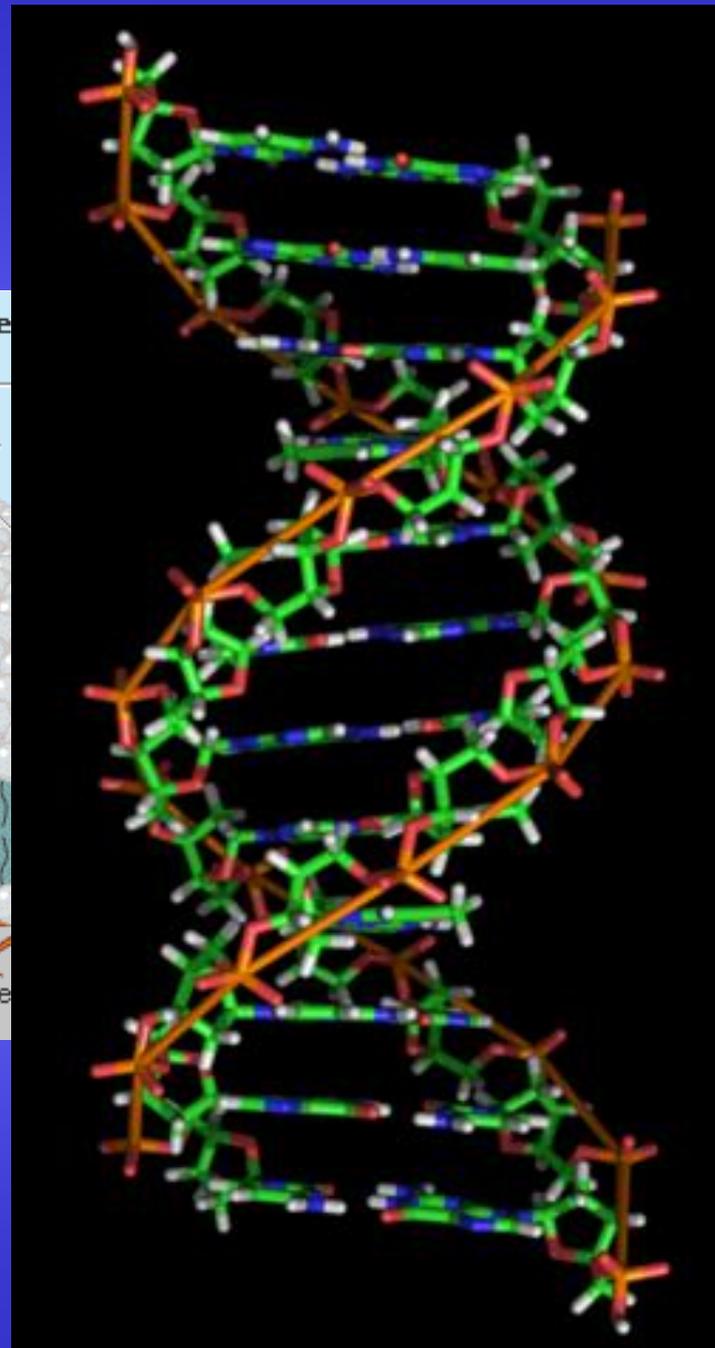
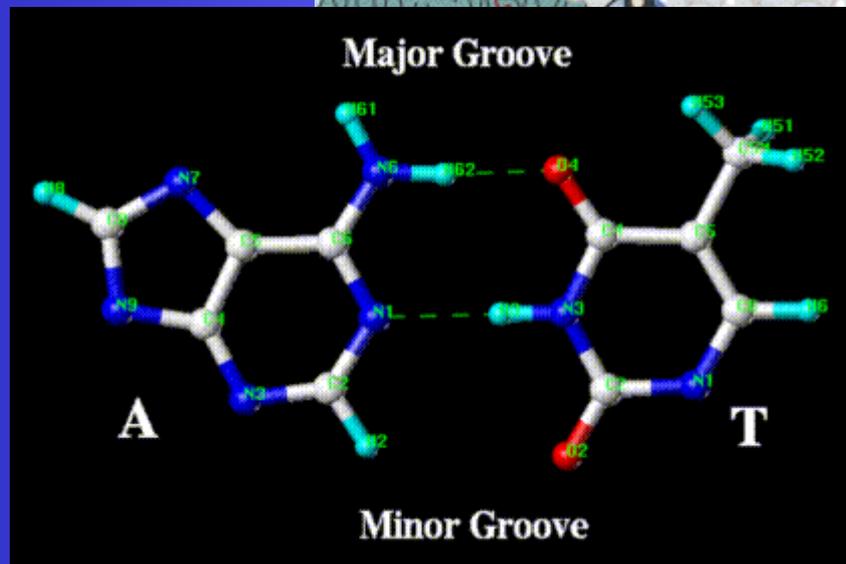
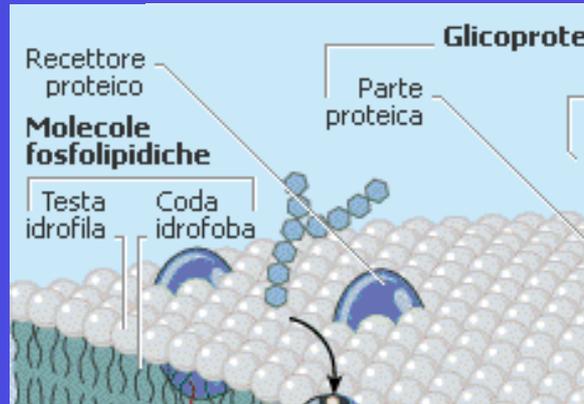


- difficoltà di ottenere strutture accurate e riproducibili
- necessità di utilizzare radiazioni di piccola lunghezza d'onda ed elevata energia (fasci di elettroni o Raggi X)

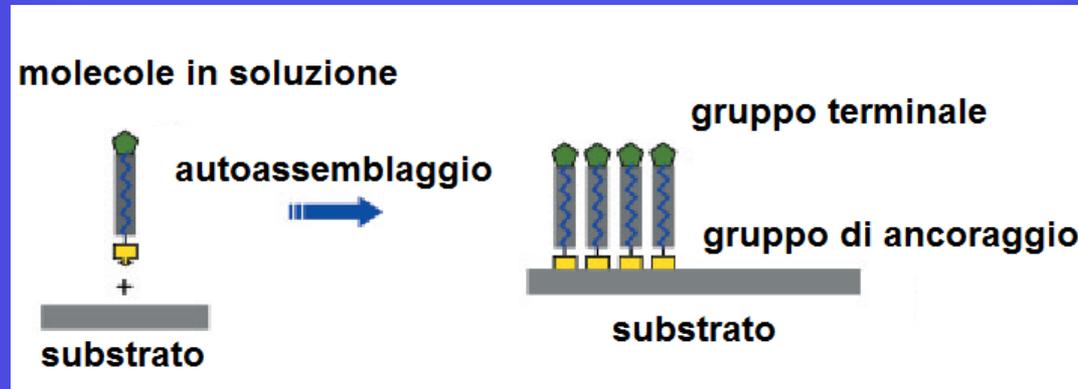
Tali difficoltà possono essere risolte utilizzando un approccio nanotecnologico di tipo “bottom-up”, che prevede la costruzione di dispositivi elettronici di dimensioni nanometriche, ottenuti assemblando e disponendo in modo specifico molecole (o atomi) dotate di proprietà opportune ed in grado di autoorganizzarsi su opportuni supporti (**Computers molecolari ?**)

Nanostrutture





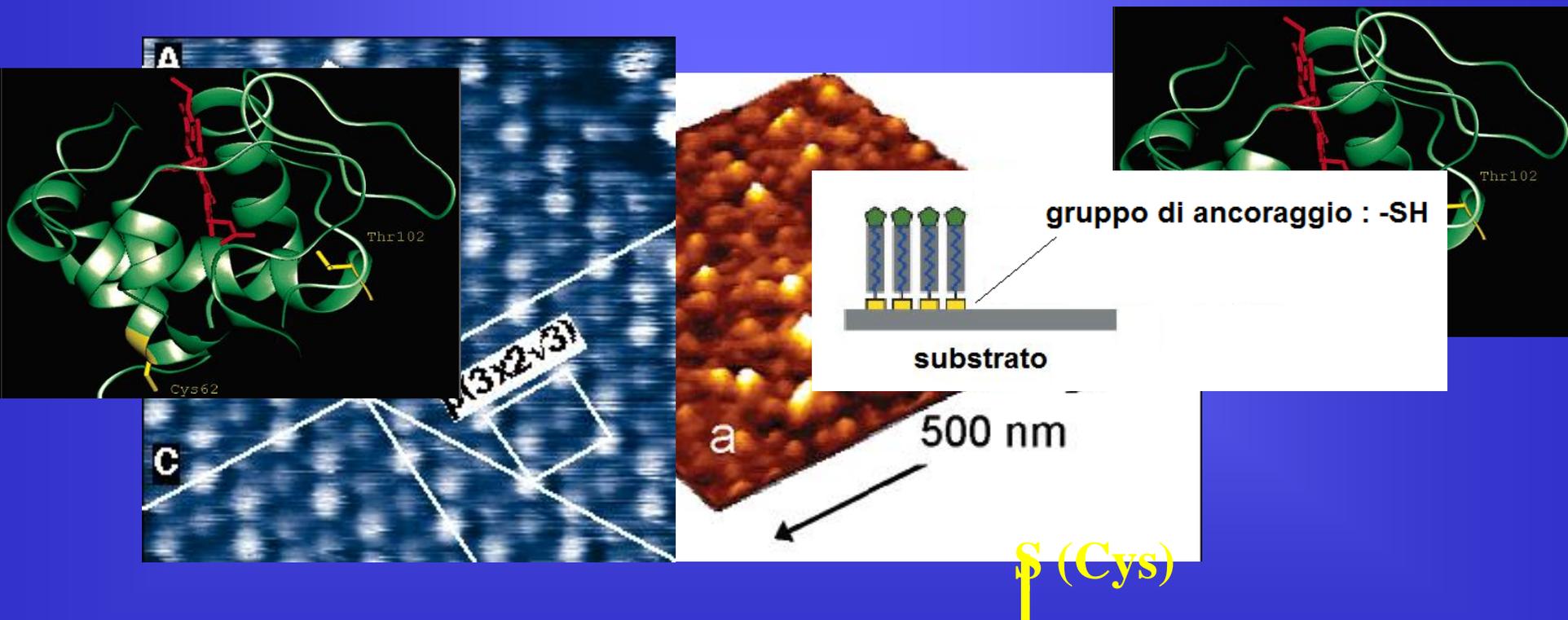
L'auto-assemblaggio chimico permette di disporre in modo ordinato e ripetitivo molecole su un opportuno supporto, realizzando strutture funzionali con un livello dimensionale superiore.



Le strutture così ottenute (monostrati)

- sono facili da preparare e veloci da fabbricare a partire da soluzioni delle molecole da assemblare
- sono ordinate a livello molecolare e robuste
- sono termodinamicamente stabili, si formano spontaneamente e tendono a limitare i difetti

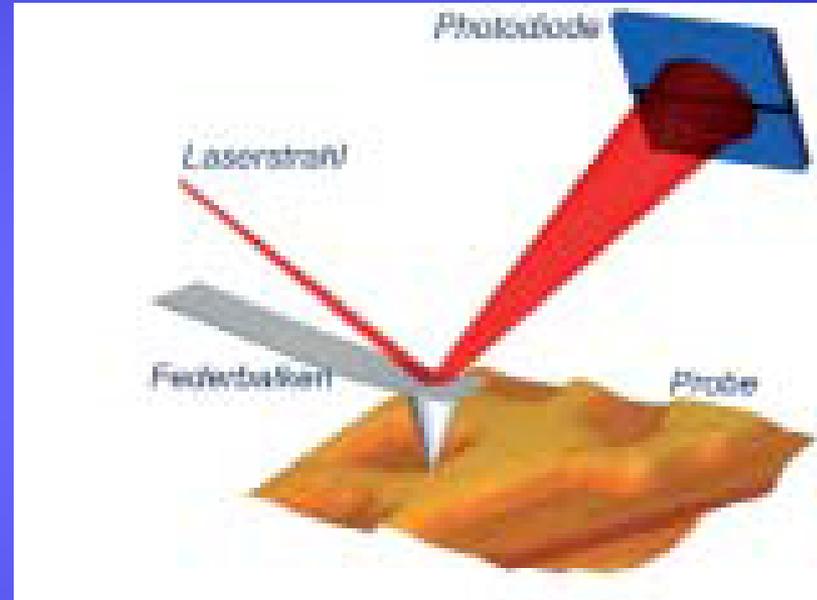
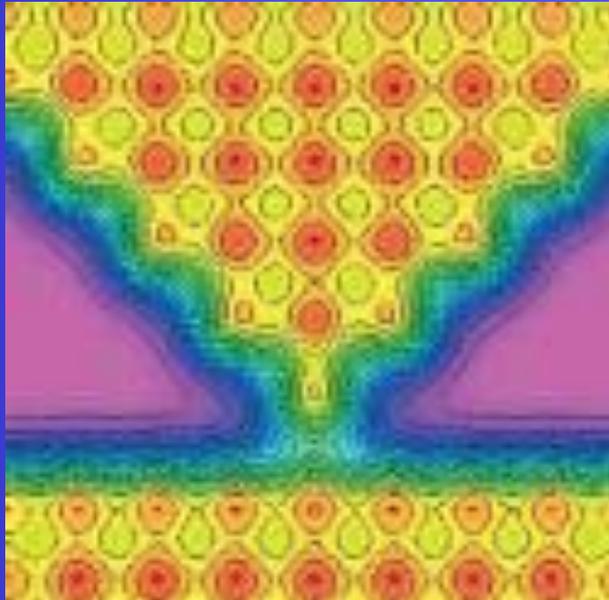
L'auto-assemblaggio chimico permette controllare la struttura e le proprietà del sistema ordinato risultante, semplicemente giocando sulla struttura delle unità molecolari di partenza, che possono essere molecole organiche relativamente semplici o macromolecole biologiche (come proteine, enzimi o acidi nucleici)



Au

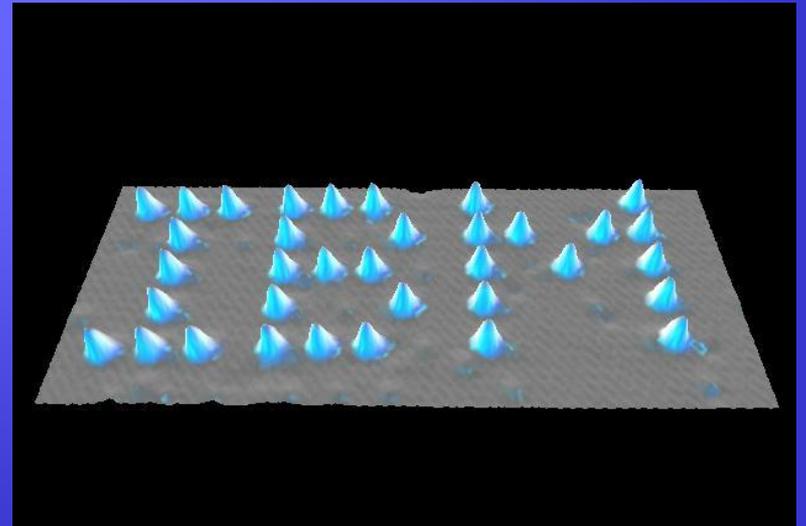
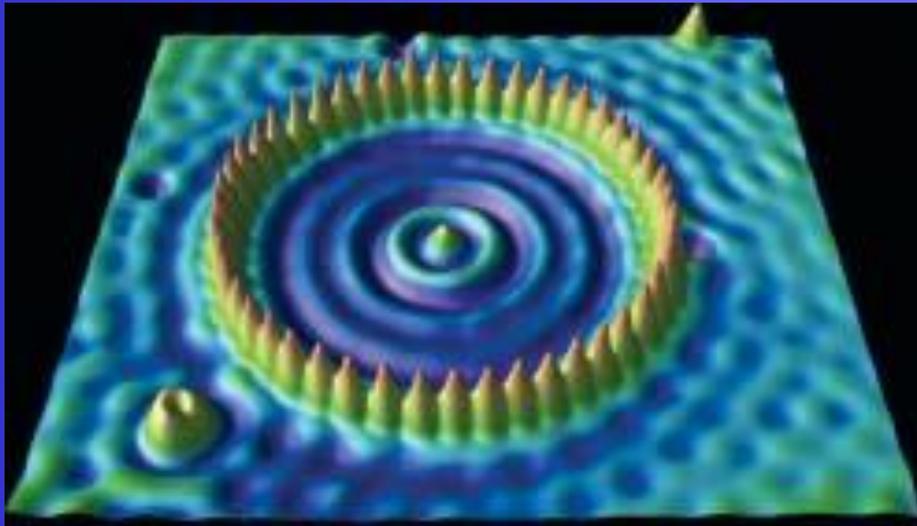
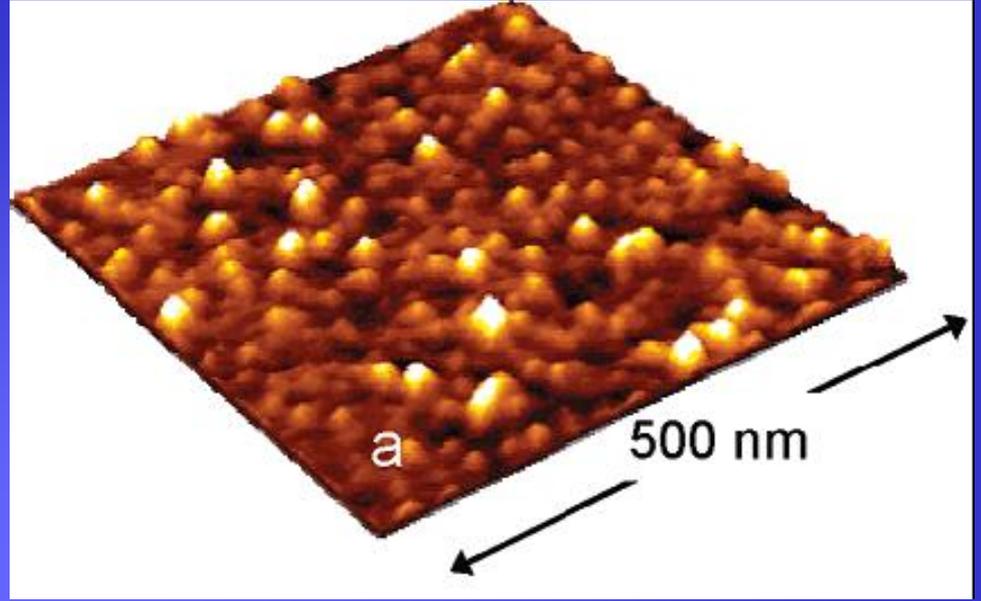
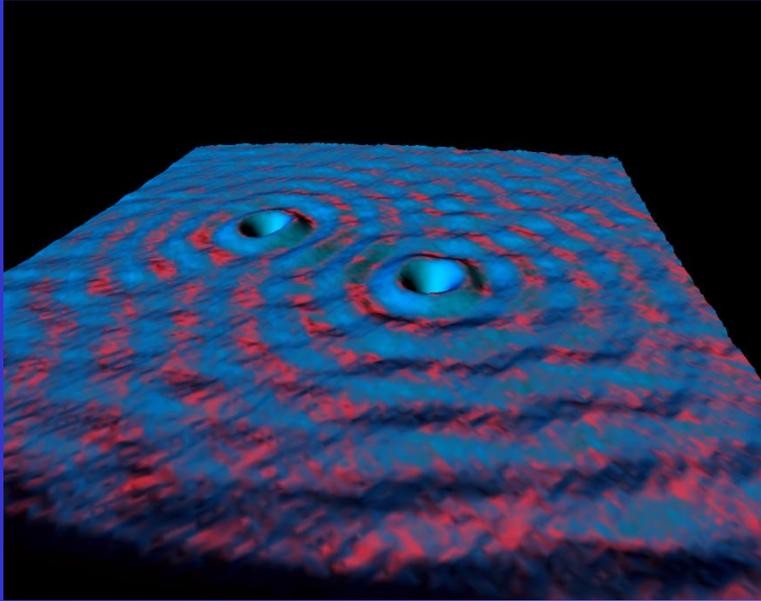
SPM: Scanning Probe Microscopy

microscopia a scansione di sonda



STM: Scanning Tunneling Microscopy

AFM: Atomic Force Microscopy



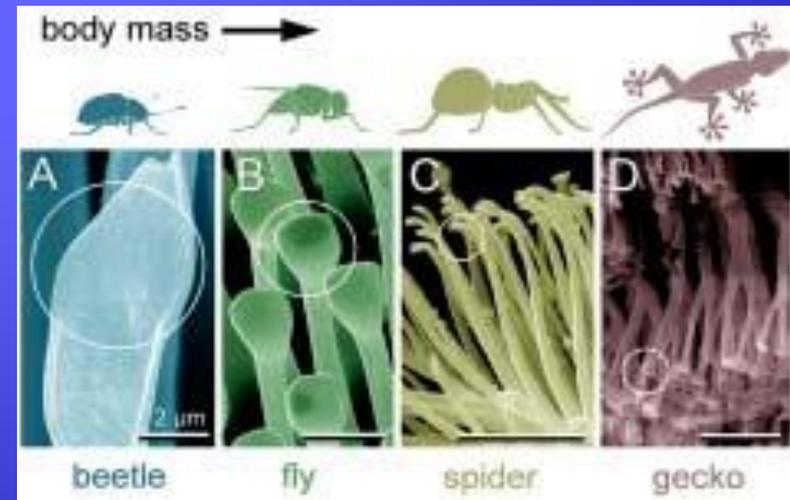


Qual'è e quale sarà l'impatto delle nanotecnologie sulla nostra vita ?



I gechi possono aderire a qualsiasi superficie poichè i loro polpastrelli sono ricoperti da miliardi di setole di dimensioni nanometriche in grado di instaurare con gli atomi della superficie interazioni di Van der Waals.

L'elevatissimo numero di setole e l'elevata superficie ricoperta moltiplica la forza dell'interazione di Van der Waals per miliardi di volte sostenendo il peso del gecko. D'altra parte, il legame viene meno facilmente, nello stesso modo con cui si stacca un nastro adesivo.

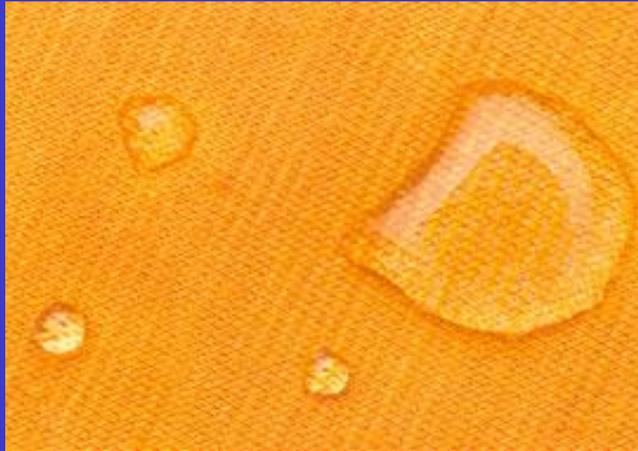


Le nanotecnologie hanno già un ruolo significativo nella nostra vita

Le nanoparticelle e i materiali nanostrutturati sono utilizzati in molti oggetti e prodotti di uso comune



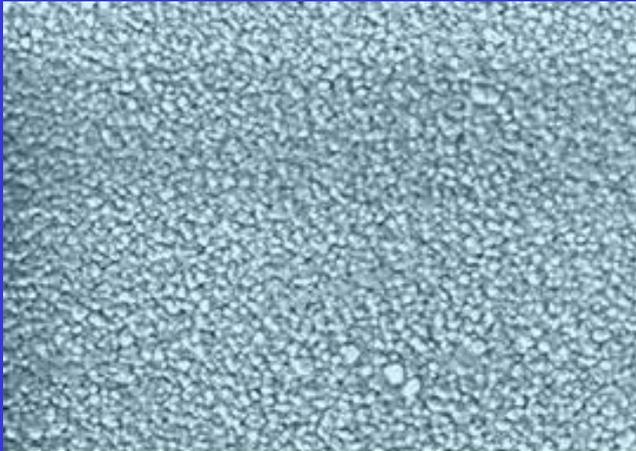
Nanotubi di carbonio sono utilizzati per rinforzare i
Le pannocchie da tennis "double core" contengono uno strato di
Nanoparticelle di ossido di zinco sono utilizzate per
Nanoparticelle di materiale ceramico aumentano la
la resistenza alla torsione del manico



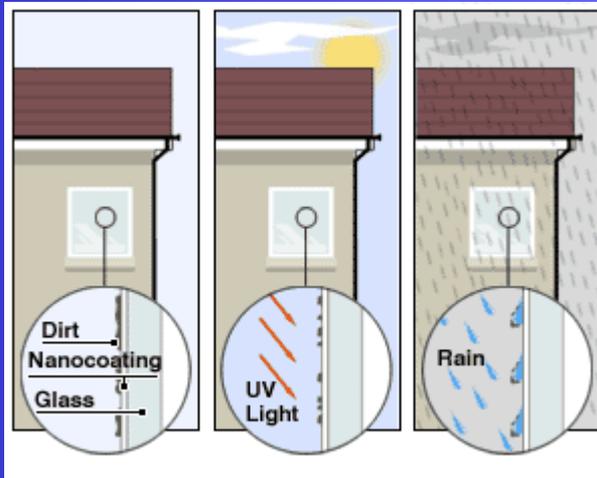
Nanoparticelle di sostanze organiche sono utilizzate per produrre tessuti traspiranti, ma perfettamente impermeabili ed autopulenti



Il vetro autopulente



Uno strato di nanoparticelle di biossido di titanio catalizza la fotodegradazione delle molecole di sporco da parte della luce solare, e forma uno strato superficiale idrorepellente, permettendo il lavaggio dello sporco da parte dell'acqua piovana





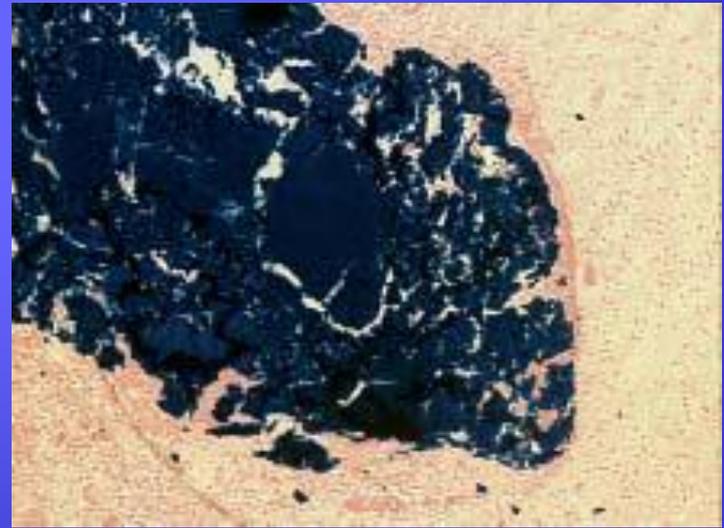
Nanoparticelle sono spesso contenute in cosmetici, shampoo e in creme per il corpo

Nanoparticelle di ossido di zinco sono contenute in alcune creme che proteggono efficacemente dai raggi solari, ma sono invisibili

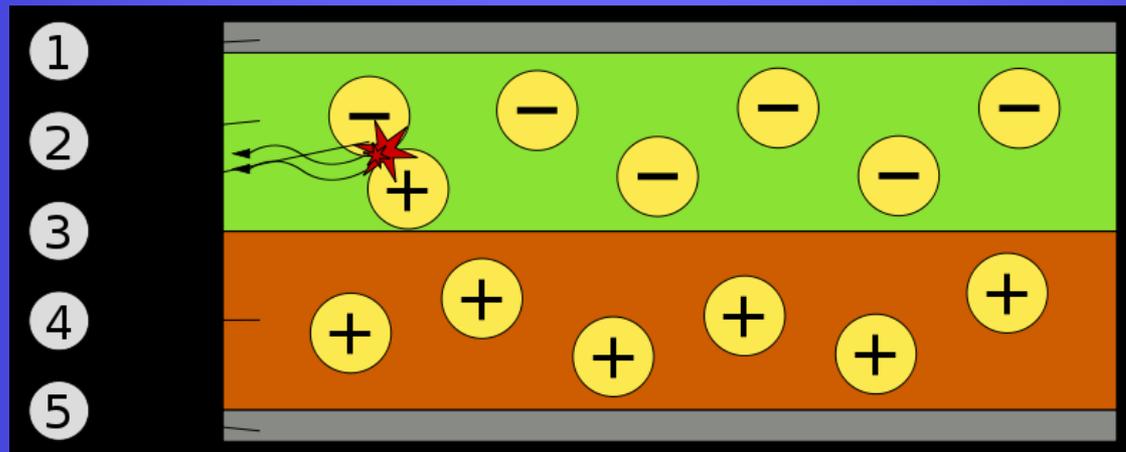
Nanoparticelle di argento vengono utilizzate come antibatterici in tessuti o nelle testine degli spazzolini



Le nanoparticelle verranno utilizzate anche in campo medico, per veicolare farmaci o agenti diagnostici in modo selettivo all'organo o alle cellule malate, diminuendo le quantità di farmaci assunti e quindi i loro effetti collaterali

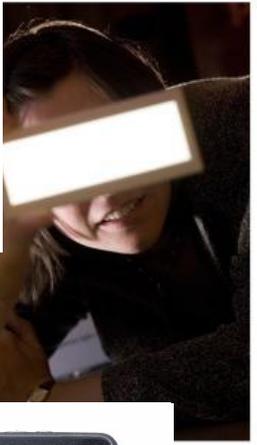
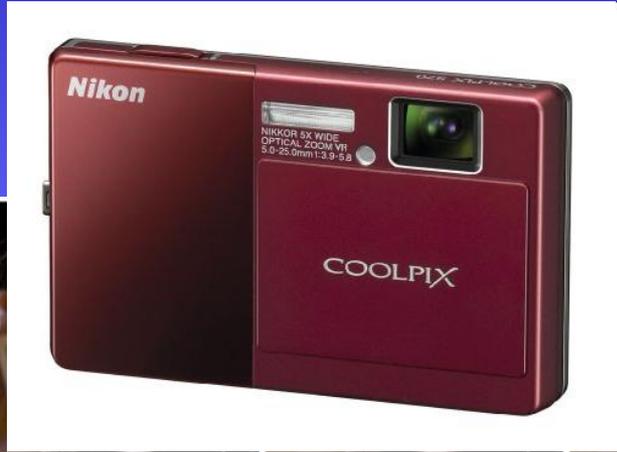
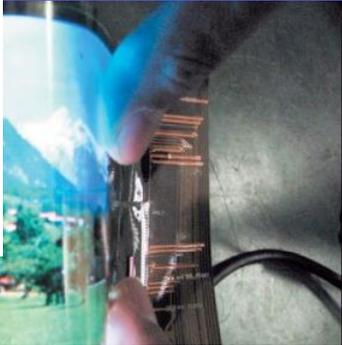


Gli OLED (Organic Light Emitting Diodes) sono formati da una serie di sottili film costituiti da molecole organiche posti fra due conduttori. Applicando a questi ultimi una differenza di potenziale, si ottiene l'emissione di radiazione luminosa.



Gli OLED possono essere utilizzati per costruire schermi che non richiedono retroilluminazione, molto più sottili e meno “assetati” di energia rispetto ai normali schermi LCD.





Nanoelettronica

Computers contenenti microchip di dimensione nanometrica,

- ottenuti con un approccio “bottom up” (computer molecolari)
- in grado di sfruttare i fenomeni quantistici (computer quantistici)
- di tipo ibrido, in grado di abbinare parti di natura inorganica (Si) con altre di origine organica (nanotubi di carbonio) o biologica (proteine o acidi nucleici)

La nano-bioelettronica studia la possibilità di costruire di apparati elettronici ibridi, ottenuti immobilizzando macromolecole di origine biologica (proteine, enzimi, recettori, anticorpi o antigeni, oligonucleotidi, frammenti di acidi nucleici, oligosaccaridi) sulla superficie di un supporto di origine inorganica, conduttore (Au, Ag, Pt) o semiconduttore (Si)

L'estrema efficienza nello svolgere la propria funzione e la grande selettività del riconoscimento molecolare tipiche delle macromolecole biologiche (le quali possono essere modificate e migliorate chimicamente o grazie all'ingegneria genetica) unite alle loro dimensioni nanometriche permetteranno costruire apparati elettronici di dimensioni più contenute e più efficienti di quelli attuali

Per saperne di più

- **Le nanotecnologie, D. Narducci, Alpha Test, 2005**
- **L'invasione delle nanotecnologie, N. Boeing, Orme, 2005**
- **Nanoscienze e nanotecnologie**

www.nanotec.it www.azonano.com www.nanovic.com.au

www.cordis.lu/nanotechnology

www.sciencemuseum.org.uk/antenna/nano/index.asp

- **Nanotecnologie e Biotech,**

www.molecularlab.it/dossier/nanotech

- **Biosensors and Biochips,**

www.ornl.gov/sci/biosensors

- **Nanomedicine**

nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/index.asp