

INTRODUZIONE

CARLO PELLICCIARI (*)

Secondo la definizione data nel 2000 nell'ambito del programma federale americano per la ricerca e lo sviluppo (National Nanotechnology Initiative), la Nanotecnologia è un ramo della scienza applicata e della tecnologia che si occupa dello studio e del controllo della materia alle dimensioni comprese fra 1 e 100 nanometri. La nanotecnologia, dunque, si occupa della progettazione, realizzazione e visualizzazione di materiali e dispositivi, che possiamo definire “nanoprodotti”, su tale scala.

Le prospettive rivoluzionarie associate alla nanotecnologie derivano dal fatto che, a questi livelli dimensionali, le caratteristiche e il comportamento della materia cambiano drasticamente, e i materiali acquistano proprietà fisiche, chimiche e biologiche uniche e completamente diverse da quelle della materia di base.

Alcuni materiali nanostrutturati sono più resistenti o hanno proprietà magnetiche differenti rispetto agli stessi materiali in forme dimensionalmente maggiori; altri materiali presentano maggiore conduttività del calore o dell'elettricità; altri diventano chimicamente più reattivi, o riflettono maggiormente la luce, o cambiano colore, in relazione alla struttura ed alla dimensione. Un esempio può essere offerto dai *quantum dots*, piccolissime particelle semiconduttrici (tra 2 e 6 nm di diametro) le cui caratteristiche ottiche ed elettroniche dipendono dalle dimensioni: a parità di composizione chimica, quando esposti ad una luce di eccitazione, emettono fluorescenze di diverso colore, a seconda delle dimensioni.

(*) Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano, Presidente della Società Italiana di Istochimica, Milano, Italia. E-mail: pelli@unipv.it

Senza che noi ce ne possiamo rendere direttamente conto, in natura esistono moltissimi esempi di nanostrutture, sia nel mondo inorganico che in quello vivente. Per ricordarne solo alcuni, la caratteristica iridescenza degli opali è dovuta alla presenza di nanosfere di silice idratata disposte regolarmente in strati, che diffrangono la luce; le foglie di molte piante (ad esempio quelle del loto) sono rivestite da nanocristalli di cera di circa 1 nm, che ne rendono idrorepellente (e autopulente) la superficie; le ali di alcune farfalle Brasiliane sono ricoperte da minute scaglie nanostrutturate che filtrano la luce e riflettono un'unica lunghezza d'onda, conferendo colori brillanti alle ali pur in assenza di pigmenti.

Relativamente ai nanocostrutti di sintesi, le loro applicazioni sono molteplici e vanno dalla metallurgia all'industria cosmetica, dall'elettronica alla biomedicina. Sono state realizzate, per esempio, strutture molecolari molto più leggere dei metalli, ma con caratteristiche di resistenza meccanica o di conducibilità elettrica paragonabili se non addirittura migliori. Numerosi prodotti, già sul mercato, sono basati sull'utilizzo delle nanotecnologie: nanofilm vengono impiegati su lenti solari o sui visori delle macchine fotografiche digitali, per renderli antiriflesso, resistenti ai graffi e idrorepellenti; nanoparticelle si trovano nei cosmetici, per promuoverne l'assorbimento, o nelle creme solari, per aumentarne la capacità protettiva contro i raggi ultravioletti; nell'industria automobilistica si usano nanoprodotto per la costruzione di batterie ricaricabili o come additivi per carburanti; c'è un crescente impiego di nanoparticelle per la catalisi nei processi di raffinazione del petrolio o nelle marmitte catalitiche delle automobili. Nel settore della nanoelettronica, queste tecnologie trovano, ad esempio, applicazione nella realizzazione di supporti per la memorizzazione dei dati con superfici nanostrutturate più capienti dei convenzionali *hard disk* e in grado di aumentare la velocità di elaborazione dei computer. Infine, numerose sono le applicazioni in ambito farmacologico e medico.

Il sempre crescente interesse per le nanotecnologie è chiaramente dimostrato dal numero di pubblicazioni scientifiche in argomento (oltre 115.000, dalla metà degli anni '90 del secolo scorso ad oggi), ed è interessante notare come, negli ultimi dieci anni, si sia progressivamente accentuato l'interesse per le applicazioni biomediche.

L'odierno incontro di studio è dedicato ad uno dei possibili impieghi delle nanotecnologie in medicina: si parlerà, in particolare, di nanovettori destinati alla somministrazione di farmaci. Verranno illustrate le caratteristiche di preparazione di alcuni nanovettori, le moda-

lità di interazione di questi con la membrana e gli organuli cellulari, la loro applicazione alla terapia di alcune patologie. Questi diversi aspetti saranno illustrati da esperti del settore (tecnologi, farmacologi, biologi cellulari e clinici) che operano presso le Università di Milano, Pavia, Torino e Verona.

According to the National Nanotechnology Initiative (the United States federal government program for research and development for nanoscale projects: <http://www.nano.gov/>), “Nanotechnology is science, engineering, and technology conducted at the nanoscale, which is about 1 to 100 nanometers”. Thus nanotechnology deals with the project, manufacturing and visualization of materials and devices at the nanoscale size.

Materials reduced to the nanoscale exhibit different properties compared to what they show on a macroscale: some materials become stronger or exhibit different magnetic features; others have higher thermal or electrical conductivity; others become chemically more reactive or more light-refractive or change their color. An example is given by quantum dots, very small (2 to 6 nanometers in size) semiconducting nanocrystals, whose fluorescence color changes depending on the size.

Very numerous examples of nanostructures may be found in nature: precious opal shows a variable interplay of internal colors due to the presence of light-diffracting silica nanospheres regularly arranged in staked planes; the leaves of several plants (among which lotus) are covered by hydrophobic wax crystals of about 1 nm which make their surface highly water-repellent and, consequently, self-cleaning; the surface of the wings of some Brazilian butterflies are covered by tiny scales with multilayer nanoscale patterns which filter light by reflecting mostly one single wavelength (thus conferring brilliant color in the absence of pigments).

The unique chemical, mechanical, optical and biological properties of nanostructured materials may be exploited for a wide variety of applications, from metallurgy to cosmetics industry, from electronics to biomedicine. For instance, nanoscale additives in polymeric materials can make them lighter, harder and more durable; thin nanofilms on eye-glasses or camera displays make them antireflective, scratch-resistant, water-repellent and self-cleaning; nanoscale materials are added to cos-

metic products to promote absorption or to sunscreens for increasing protection against ultraviolet light; in automobile industry, nano-engineered materials are used for rechargeable batteries or as fuel additives; nanoparticles are increasingly applied as catalytic materials in petroleum refining or in automotive catalytic converters; in the field of electronics, nanostructured surfaces are used to manufacture high-density and faster memory devices; and wide are the implementations in pharmacology and the biomedical field.

More than 115,000 articles on nanotechnology have been published during the last twenty years, with a tremendous increase of biomedical publications since 2005.

Today's meeting is devoted to one of the possible applications of nanotechnology in medicine, namely to nanovectors suitable for drug administration. Scientists expert in technology, pharmacology, cell biology and therapy from the Universities of Milan, Pavia, Torino and Verona will give lectures on the techniques used for manufacturing nanovectors, on the interactions of nanoparticulates with the cell membrane and intracellular organelles, and on the use of drug-loaded nanocarriers for the therapy of some diseases.