

Semplicemente NANO

Amici e Nemici dell'Acqua

-  Effetto Loto
-  Sabbia Idrofobica
-  Spray Anti-Nebbia

Magneti e Nanoparticelle

-  Ferrofluido
-  Carta Magnetica
-  Sonda Magnetica

Atomi, Molecole e Cristalli

-  Colloidi d'Oro
-  Metallo a Memoria di Forma
-  Albero di Cristallo
-  Cuori Caldi
-  Termometro a Cristalli Liquidi

Progettazione e Schede a cura di: Massimo Panzica – Associazione PalermoScienza

Bibliografia: www.timefornano.eu – www.nanoyou.eu – www.grand-illusions.com

Amici e Nemici dell'Acqua

EFFETTO LOTO

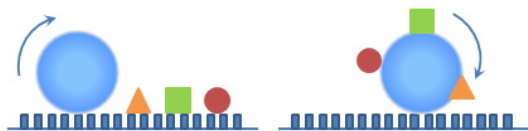
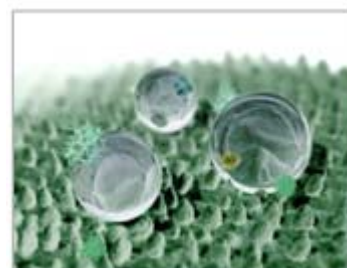


Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Lascia cadere delle goccioline d'acqua sulla superficie della foglia di Loto ed osserva come queste vengono respinte dalla foglia stessa.

Cosa Accade e Perché:

L'**idrofobicità**, ossia la capacità di respingere l'acqua, delle foglie della pianta *Nelumbo*, nota volgarmente col nome di Fior di Loto, è dovuta alla presenza di **nanocristalli** di cera sulla loro superficie. Questi cristalli di dimensioni nanometriche, cioè un milione di volte più piccoli di un millimetro, sostengono le gocce d'acqua, impedendo loro di aderire alla superficie e permettendo all'aria di avvolgerle completamente. La tensione superficiale dell'acqua ne induce una forma sferica, piuttosto che l'appiattimento che si avrebbe in assenza di questi nanocristalli. Rotolando, la goccia porta via con sé le eventuali particelle di sporcizia presenti sulla foglia.



Questa proprietà della pianta è stata riprodotta artificialmente nella creazione di materiali auto-pulenti, come ad esempio vetri e tessuti.

Amici e Nemici dell'Acqua

SABBIA IDROFOBICA



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Versa una goccia d'acqua sulla sabbia asciutta ed osserva come si comporta.
- * Immergi la sabbia magica nell'acqua ed osserva cosa succede.
- * Raccogli la sabbia dall'acqua ed esaminala.

Cosa Accade e Perché:

La sabbia magica è ottenuta esponendo una comunissima sabbia, costituita da particelle di biossido di silicio (SiO_2), a vapori di tetrametilsilano ($(CH_3)_4Si$). Questo procedimento, infatti, genera uno **strato idrofobico** dello spessore di decine di nanometri (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro), che riveste le particelle di sabbia rendendole repellenti all'acqua. Se un po' di sabbia viene immersa in acqua, essa si comporta come l'olio: non si mescola, ma galleggia. Quando però la massa è tale da rompere la tensione superficiale del liquido, essa sprofonda poiché la sua densità è maggiore di quella dell'acqua.

Inizialmente la sabbia idrofobica fu inventata per intrappolare il petrolio lungo le coste dell'oceano dal momento che, mescolandosi con esso, generava dei blocchi solidi che, sprofondando, potevano essere rimossi facilmente. Tuttavia l'elevato costo di produzione ne ridusse l'impiego a tale scopo. Adesso essa è utilizzata come guaina per dispositivi elettrici nelle zone artiche, sfruttando la sua caratteristica di non congelare.

Amici e Nemici dell'Acqua

SPRAY ANTI-NEBBIA

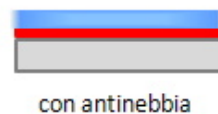
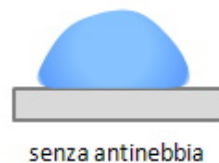


Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Poni il vetrino a contatto con il vapore ed osserva cosa succede.

Cosa Accade e Perché:

Il vetrino è ricoperto da uno strato di particelle di Biossido di Titanio (TiO_2) di dimensioni nanometriche, cioè un milione di volte più piccole di un millimetro. Queste particelle sono **idrofiliche**, ossia possono legarsi alle molecole d'acqua con ponti ad idrogeno, riducendone così la tensione superficiale. L'acqua sul vetro è soggetta a due tipi di forze contrastanti: la tensione superficiale, che tende a formare gocce sferiche, e le interazioni tra l'acqua e le nanoparticelle idrofiliche, che tendono invece ad appiattire il liquido. L'effetto complessivo è un sottile strato di acqua che, scivolando dal vetrino, lo lascia trasparente.



Come la super-idrofobicità per le foglie di Nelumbo (Loto), anche la super-idrofilicità può essere sfruttata per ottenere superfici auto-pulenti, poiché quando l'acqua vi scorre sopra si porta con sé lo sporco. Oltre all'effetto di anti-appannamento su finestre e dispositivi ottici, tra le possibili applicazioni vi sono strati sigillanti, lubrificanti e rivestimenti protettivi contro le abrasioni.

Magneti e Nanoparticelle

FERROFLUIDO



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Avvicina la calamita alla polvere di magnetite ed osserva cosa succede.
- * Avvicina la calamita al ferrofluido ed osserva cosa succede.

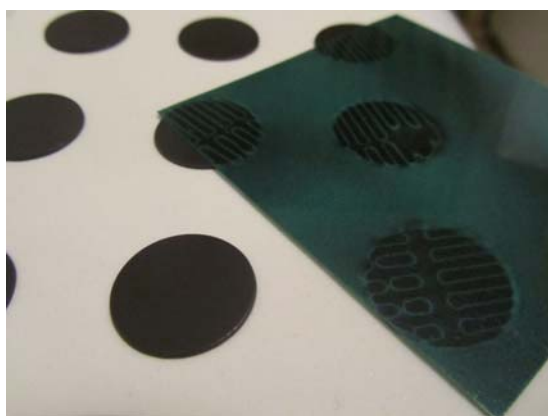
Cosa Accade e Perché:

Il ferrofluido è un **colloide** di magnetite, ossia una sospensione di cristalli di magnetite di dimensioni nanometriche (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro). I singoli nanocristalli sono isolati dall'attrazione delle molecole vicine da uno strato di un tensioattivo che, riducendo le forze di coesione tra le molecole del liquido, impediscono loro di aggregare in un unico ammasso. Quando non sono presenti campi magnetici esterni il ferrofluido si comporta come un liquido non magnetico. Tuttavia, in presenza di un campo magnetico esterno, esso si comporta come un solido magnetico, generando cuspidi orientate secondo le linee del campo. Tale fenomeno si chiama **superparamagnetismo**. In natura esistono alcuni organismi, quali ad esempio le trote, che utilizzano nanocristalli di magnetite come una bussola per orientarsi durante le migrazioni.

Sviluppato inizialmente per muovere i carburanti nello spazio, adesso trova diverse applicazioni nella meccanica e nell'elettronica, tra cui l'isolamento delle vibrazioni negli altoparlanti. I ricercatori stanno cercando dei metodi per poterlo utilizzare anche all'interno del corpo umano per il trasporto di farmaci.

Magneti e Nanoparticelle

CARTA MAGNETICA



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Passa la carta magnetica sopra diversi tipi di magneti ed osserva cosa succede.
- * Fai oscillare la carta nelle vicinanze di diversi magneti ed osserva quando l'immagine visualizzata inizia a muoversi in sincronia con l'oscillazione data.

Cosa Accade e Perché:

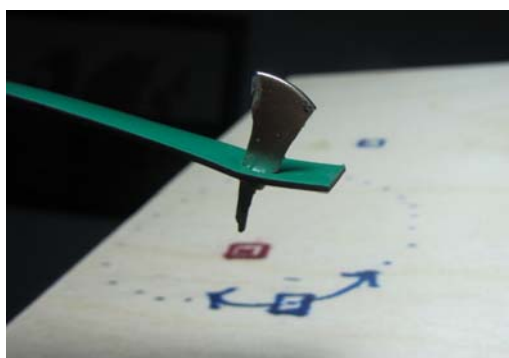
La carta magnetica è costituita da una pellicola di plastica verde, il cui retro è rivestito da microsfere cave. Dentro queste microsfere vi è un **colloide** di magnetite, cioè una sospensione di particelle di magnetite di dimensioni nanometriche (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro). Quando la carta viene esposta ad un campo magnetico, la magnetite si addensa nei punti in cui il campo ha maggiore intensità, dando luogo a zone scure.

Inoltre, facendo oscillare la carta vicino ad un magnete ed osservando quando l'immagine visualizzata inizia a muoversi in sincronia con l'oscillazione è possibile avere un'idea di quanto si estende il campo magnetico del magnete.

Poiché la carta visualizza le caratteristiche dell'ultimo campo magnetico a cui è stata esposta, è necessario "cancellarla" tra un utilizzo e l'altro. Per fare ciò, basta uniformarne la superficie muovendo un magnete a distanza.

Magneti e Nanoparticelle

SONDA MAGNETICA

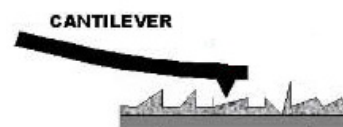


Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Muovi la sonda magnetica sulla tavoletta di legno ed osserva come essa interagisce con i vari punti della superficie.

Cosa Accade e Perché:

Sotto la tavoletta di legno sono presenti dei magneti che interagendo con la punta magnetica della sonda ne causano la deflessione, attraendola in alcuni punti e respingendola in altri. Questo modello riproduce in scala macroscopica quello che fa nella nanoscala il **microscopio a scansione di sonda**, che permette di ottenere informazioni su oggetti di dimensione nanometrica (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro). Questa scala non è accessibile al microscopio ottico che è limitato, per questioni fisiche, alla risoluzione di circa 250 nanometri. Esso funziona mediante una sonda costituita da un cantilever, dove vi è una nanopunta, in genere di diamante o di silicio, che scorrendo sul campione risente delle interazioni con le singole macromolecole presenti in superficie. Questa tecnica è utilizzata sia per ottenere informazioni sulla morfologia di macromolecole e superfici, sia come tecnica litografica.



Atomi, Molecole e Cristalli

COLLOIDI D'ORO

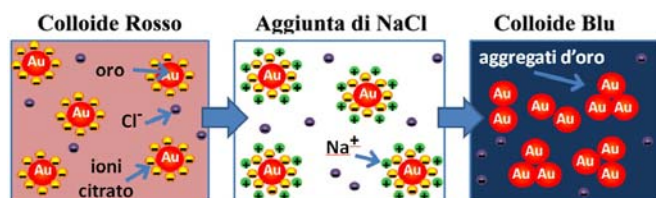


Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Osserva il colore dell'oro colloidale e come questo dipende da altre molecole in soluzione.

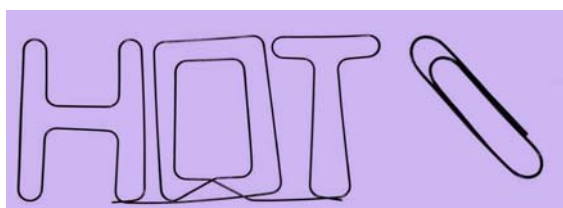
Cosa Accade e Perché:

L'oro è comunemente noto come un metallo giallo, colore dovuto alle oscillazioni collettive degli elettroni di valenza chiamate **plasmoni**, sebbene questo colore possa essere alterato dalla presenza di leghe che ne aumentano la resistenza meccanica. Tuttavia l'**oro colloidale**, ossia presente in dimensioni nanometriche (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro) in una sospensione, è rosso rubino, a causa dell'alterazione dei plasmoni per le piccole dimensioni delle particelle. La provetta col liquido giallo contiene cloruro aurico, un sale d'oro dell'acido cloridrico. Se ad esso vengono aggiunti ioni di citrato, si producono nanoparticelle d'oro di 10-20 nanometri avvolte da questi ioni che, oltre a giocare il ruolo di agente riducente, stabilizzano le particelle d'oro e ne impediscono l'aggregazione. L'aggiunta di sale (NaCl) in soluzione, i cui ioni Na^+ si legano agli ioni di citrato sulla superficie dell'oro, ne favoriscono l'aggregazione in particelle più grandi, conferendo alla soluzione una colorazione blu. Colloidi d'oro vengono usati come metodo diagnostico e terapeutico in medicina.



Atomi, Molecole e Cristalli

METALLO A MEMORIA DI FORMA

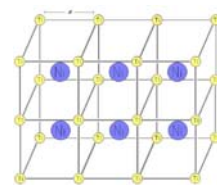


Cosa Fare e Cosa Osservare:

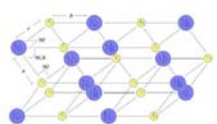
- * Deforma a piacere il filo metallico, quindi ponilo in acqua calda ed osserva cosa succede.

Cosa Accade e Perché:

I fili metallici sono costituiti da Nitinolo, una lega metallica chiamata **a memoria di forma**, che contiene Nickel e Titanio. Come suggerisce il nome, è possibile memorizzare nel filo una determinata forma, portandolo ad una temperatura di qualche centinaia di gradi centigradi. Una volta deformato, è possibile fare ritornare automaticamente il filo alla forma memorizzata semplicemente riscaldandolo ad una temperatura superiore a quella di attivazione di circa 50 °C. La spiegazione di questa peculiare proprietà risiede nel fatto che il Nitinolo possiede nella nanoscala due diverse strutture cristalline: la struttura martensitica, in cui la lega è flessibile e può essere facilmente deformata, e quella austenitica, che si manifesta sopra una certa temperatura di attivazione e dove gli atomi risultano rigidamente intrappolati in una data configurazione. Quando la lega ritorna alla sua forma memorizzata, lo fa con così tanta forza da potere essere usata per fare lavoro. Tra le applicazioni, vi sono apparecchi ortodontici e montature per occhiali, anche se si sta cercando di sfruttare questo effetto anche per creare vestiti auto-stiranti ed automobili che si riparano da sole.



Austenite



Martensite

Atomi, Molecole e Cristalli

ALBERO DI CRISTALLO



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Osserva l'alberello e cerca di capire di cosa è fatto.

Cosa Accade e Perché:

L'alberello è costituito da macrocristalli di comune sale da cucina (NaCl). Il **cristallo** è una formazione solida che ha una disposizione periodica e ordinata di atomi ai vertici di una struttura reticolare, detta reticolo cristallino, che ne determina le proprietà meccaniche, ottiche ed elettriche. Per produrre l'alberello di cristallo è stato immerso un supporto di cartoncino in una soluzione contenente NaCl , ammoniaca ed un colloide di ferro, ossia una sospensione di particelle di ferro di dimensioni nanometriche (un nanometro è la milionesima parte di un millimetro). I cristalli di sale si generano quando l'acqua, evaporando, si trova in quantità molto piccole rispetto al sale. L'ammoniaca favorisce l'evaporazione dell'acqua, così come il supporto di cartoncino che, trasportando la soluzione per capillarità, ha anche la funzione di aumentare la superficie in cui si formano i cristalli. La sospensione colloidale di ferro, infine, velocizza il processo di cristallizzazione, che invece di poche ore impiegherebbe qualche giorno. In particolare, man mano che l'acqua evapora il sale, che non può più stare in soluzione, inizia a cristallizzare attorno alle particelle di ferro, che fungono da centri di nucleazione.

Atomi, Molecole e Cristalli

CUORI CALDI



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Piega 2-3 volte il disco metallico all'interno del cuore ed osserva cosa succede.

Cosa Accade e Perché:

Questi cuori contengono un gel supersaturo di Acetato di Sodio ed un piccolo disco metallico. Piegando il dischetto 2-3 volte il gel diventa duro ed inizia a riscaldarsi, mantenendosi caldo per una ventina di minuti. La spiegazione di questo fenomeno consiste nel fatto che piegando il dischetto metallico vengono rilasciate delle **nanoparticelle** metalliche (un milionesimo di volte più piccole di un millimetro) che agiscono da centro di nucleazione per la cristallizzazione del gel. Essendo la reazione esotermica, ossia rilascia calore, il cuore si riscalda.

Per riportare il sistema nella condizione iniziale è sufficiente tenerlo in acqua bollente per un quarto d'ora circa, fornendo il calore che è stato ceduto durante la cristallizzazione: i macrocristalli si sciolgono ed è possibile attivare nuovamente il sistema appena si è raffreddato.

Atomi, Molecole e Cristalli

TERMOMETRO A CRISTALLI LIQUIDI



Cosa Fare e Cosa Osservare:

- * Confronta la temperatura dell'ambiente suggerita dal termometro a cristalli liquidi con quella misurata con più precisione dal termometro a mercurio.
- * Sfrega le mani e tocca le diverse pellicole di cristalli liquidi, quindi avvicina il termometro ad una piastra riscaldante ed osserva cosa succede.

Cosa Accade e Perché:

I **cristalli liquidi** sono uno stato della materia con proprietà intermedie tra quelle dei liquidi e quelle dei solidi cristallini. Infatti, le molecole di un cristallo liquido possono scorrere come un fluido, ma possono anche essere orientate come in un cristallo. L'orientazione delle molecole, che può dipendere da fattori esterni quali ad esempio la temperatura o la presenza di campi elettrici, è responsabile del colore macroscopico della sostanza. Più precisamente, i cristalli liquidi del termometro sono formati da derivati del colesterolo e, nelle temperature di funzionamento, sono nella cosiddetta *fase nematica*, assumendo un orientamento ad elica. In questa fase la luce che ha una lunghezza d'onda pari al passo dell'elica viene diffratta. Poiché all'aumentare della temperatura si riduce il passo dell'elica, diminuisce anche la lunghezza d'onda diffratta ed il colore che appare macroscopicamente si sposta dal rosso al blu. I cristalli liquidi sono utilizzati nei display elettronici ed in alcuni termometri.

