



Superfici nanostrutturate – 5. Liquid marbles come sensori di gas

Versione: 18/08/2013



I materiali di NANOLAB, inclusa la presente guida, sono proprietà degli autori di NANOLAB (www.nanolab.unimore.it) e distribuiti con [licenza](#) Creative Commons 3.0

Finalità

- Analizzare potenziali applicazioni delle liquid marbles come sensori
- Ripassare le reazioni con acidi e basi

Caratteristiche



Può essere svolto con mezzi semplici, per una dimostrazione immediata del fenomeno analizzato, con un alto impatto spettacolare. Si presta perciò a dimostrazioni d'aula e a contesti esterni al laboratorio scolastico, quali dimostrazioni pubbliche.



Dal sito www.nanolab.unimore.it, nella corrispondente sezione, è possibile scaricare **la Guida didattica completa** in cui sono raccolti e descritti in modo integrato tutti gli esperimenti dell'area tematica "superfici nanostrutturate". Al suo interno troverete suggerimenti e commenti didattici, istruzioni di montaggio dettagliate, allestimenti o procedure alternativi, indicazioni esaurienti per l'acquisto dei materiali necessari, in aggiunta alle normali attrezzature di laboratorio, e l'eventuale software di simulazione e di elaborazione dati. Sono inoltre offerte proposte di diversi contesti didattici in cui l'esperimento può essere inserito e rimandi ai materiali di approfondimento (link esterni e background reading).



Cosa osservare

Le *liquid marbles* vengono studiate principalmente per le loro proprietà di trasporto di ridottissime quantità di liquidi. Vi è però un problema molto grave ancora irrisolto: il rivestimento di polvere superidrofobica, nonostante precluda il passaggio dei liquidi, alla lunga non riesce ad impedire l'evaporazione di quello contenuto nel nucleo. I gas infatti sono in grado di penetrare e diffondere attraverso il "guscio". Si sta quindi studiando il possibile uso delle biglie liquide come sensori di gas. Gocce di infuso di cavolo rosso usato come indicatore ricoperte con polvere di aerogel superidrofobico cambiano colore se esposte a vapori basici o acidi.

Materiale occorrente

Per la soluzione reagente*

- Cavolo rosso (una o due foglie)
- fornello
- pentolino
- presine
- becker o recipiente (~ 500 mL)
- filtro (è sufficiente lo Scottex)
- acqua ~300 mL

Per l'esperimento (per una singola postazione)

- poche gocce di soluzione reagente*
- pipette pasteur (almeno 3)¹
- aerogel a granuli superidrofobico
- spatolina
- ammoniaca² (tra i 3 ed i 6 mL)
- becher 25ml o vasetto di vetro
- 1 bottiglia di plastica con tappo
- pinze lunghe
- occhiali di protezione
- 1 tubo in pvc (L~ 35cm, Ø interno 1,4 cm)
- provette (almeno 3)²¹
- porta provette
- pestello e mortaio piccolo
- 2 vetrini da orologio o piattini
- barattolo di vetro (~ 300ml) con tappo ermetico
- cutter e forbici
- guanti in lattice
- 1 vasetto in plastica di yogurth (180 g)
- forbici

Protocollo sperimentale

A - Preparazione della soluzione reagente



Si utilizzano foglie di cavolo rosso. Ne bastano una o due foglie per circa 300 mL di acqua. I dosaggi sono solo indicativi, cambierà un po' la concentrazione ma questo non influenzerà l'esperimento in maniera significativa. Si taglia la foglia a pezzi e la si mette in infusione in acqua bollente per almeno 20'. Poi si filtra con

¹ Tre è il numero minimo per le pipette e le provette da utilizzare nella versione "base" dell'esperimento. Se si intendono testare più sostanze acide e basiche con la soluzione di cavolo allora bisogna aggiungere una provetta ed una pipetta per ogni diversa sostanza.

² Quella che si trova al supermercato va benissimo.



uno Scottex e si lascia raffreddare. Infine, se non la si usa tutta subito, si ripone in una bottiglia tappata in frigo per evitare che marcisca o che si formino muffe. L'infuso di cavolo è di colore blu ma reagisce con gli acidi diventando di un bel rosso brillante, con le basi vira ad un verde deciso.

B – Preparazione delle biglie liquide



Con una pipetta deponete una goccia di infuso di cavolo su di un po' di aerogel superidrofobico in granuli ridotto in polvere finissima con un pestello. Aiutandovi con una palettina rotolate delicatamente la goccia nella polvere in modo che risulti incapsulata e si trasformi in una biglia liquida. L'uso dell'aerogel è motivato dal fatto che essendo quasi trasparente il colore del liquido al suo interno rimane perfettamente visibile. Deponete la biglia così preparata su un pezzetto di plastica concavo come potete ad esempio ottenere da 1/4 di fondo di bottiglia. E' importante che sia trasparente.

N.B. A differenza dell'attività 4 (Liquid marbles e microfluidica) NON aggiungete glicerolo all'acqua per rendere le gocce più robuste, perché tale sostanza inibisce l'assorbimento dei gas.

C – Test di funzionamento dei sensori



Ponete in un barattolo di vetro trasparente, largo e dal tappo a chiusura stagna, un tappo di plastica ed un vasetto aperto. In quest'ultimo travaserete con una pipetta pasteur dell'ammoniaca in quantità sufficiente a ricoprire con un velo la superficie del barattolino (due tre pipette dovrebbero bastare). Chiudete ermeticamente ed aspettate qualche minuto in modo che i vapori di ammoniaca saturino l'interno del barattolo. Trascorso questo tempo riaprite il barattolo ed aiutandovi con delle pinze deponete la goccia sul tappo. Richiudete e aspettate. La modificazione del colore sarà pressochè immediata!

D – Rilevamento della presenza di gas nelle tubature



In condizioni di saturazione dell'ambiente con il gas la reazione del sensore è immediata. Si può perciò pensare di utilizzare le biglie liquide come sensori dinamici, in grado di rotolare all'interno di tubi o di posti difficili da raggiungere, che avvertono istantaneamente dell'eventuale presenza di gas.

La tubatura viene simulata con un pezzo di tubo di PVC, inclinato di pochi gradi, che attraversa un barattolo di yogurth capovolto su di un piattino o tappo di metallo di un barattolo. Il tubo viene forato al centro sulla superficie superiore (circa 3 cm di lunghezza), in corrispondenza del barattolo. All'interno di quest'ultimo è posto un vasetto di vetro privato del tappo con un po' di ammoniaca, assieme ad una seconda biglia di controllo (opzionale). Si spinge una biglia liquida di infuso di cavolo (blu) all'interno del tubo. Grazie alla pendenza la biglia rotola ed in meno di 2 secondi esce all'altra estremità di colore ... verde!

Reperimento materiali

- **aerogel in granuli superidrofobico.** Si può comprare on line presso <http://www.innomats.de/> (DE) 18.95 euro per 0,5 L più spese di spedizione