



Superfici nanostrutturate – 3. Liquid marbles

Versione: 23/01/2013



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

- Studiare forme di riduzione dell'attrito alla nanoscala.
- Progettare e valutare l'efficacia di sistemi microfluidici.

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.



Prevede una raccolta sistematica di dati e una successiva analisi, con metodi tipici di un laboratorio scolastico, difficoltà medio alta.



L'attività laboratoriale può essere condotta facendo uso di dispositivi elettronici (come smartphone o tablet, etc.) per la raccolta dati (tramite immagini digitali).



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

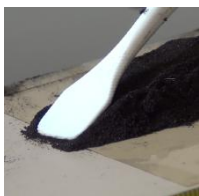
La progressiva miniaturizzazione dei processi di analisi chimica – “lab-on-a-chip” – parallelamente ai molti vantaggi (riduzione della quantità di reagente utilizzato, tempi di reazione accorciati, portabilità, possibilità di integrazione all’interno di dispositivi digitali, economicità) comporta, proprio perché basata sulla manipolazione di volumi estremamente ridotti di liquido, alcuni problemi non banali. Mettere in movimento gocce di dimensioni molto piccole richiede, infatti, forze notevoli, e spesso si hanno perdite durante il moto. Tradizionalmente i dispositivi microfluidici sono basati su sottilissimi canali a substrato superidrofobico, ma recentemente si va facendo sempre più strada l’uso di singole gocce di liquido incapsulate in polveri superidrofobiche, ottenendo le cosiddette “liquid marbles”, per la forma quasi perfettamente sferica. Il loro comportamento, in termini di attrito, è decisamente controintuitivo. E’ infatti possibile apprezzare il fatto che diminuendo le dimensioni delle gocce queste riducono l’attrito e rotolano molto più velocemente, diversamente da quanto accade normalmente. Tutto ciò avviene senza perdite di liquido e senza contaminazione. Inoltre bastano forze di minima intensità per metterle in movimento.

Materiale occorrente (per una singola postazione)

- polvere di grafite o fuliggine (o polvere di lycopodio¹)
- pipetta Pasteur
- siringa con aghi di diverso diametro
- bicchiere con acqua
- software di analisi video
- acqua
- piano inclinato
- scottex
- spatola
- goniometro
- metro
- videocamera + cavalletto
- glicerolo²

Protocollo sperimentale

A - Incapsulamento della goccia



Procuratevi pochi grammi di finissima polvere superidrofobica (tra le possibili alternative: polvere di grafite da una qualsiasi mina di matita, fuliggine, polvere di lycopodium). Depositare la polvere su di un foglietto che fisserete sul piano inclinato. Aiutandovi con una spatola, create un mucchietto formando una specie di rampa. Con una pipetta lasciate cadere dall’alto sulla rampa le gocce d’acqua e glicerolo. Queste rotolando giù lungo la rampa, si ricopriranno di polvere rimanendo incapsulate. Controllate che la goccia così ricoperta rotoli liberamente e senza perdite di liquido lungo la superficie del piano inclinato.

¹ Vedi “Reperimento materiali”.

² E’ la normale glicerina. Si può comprare in farmacia.



B- Preparazione delle riprese



Posizionate la videocamera perpendicolarmente al piano inclinato e con la sua stessa inclinazione, ad una distanza tale che risulti inquadrato e chiaramente visibile tutto il percorso delle gocce. E' fondamentale che la goccia risalti sulla superficie di rotolamento: scegliete perciò colori complementari per polvere e superficie. Con nastro adesivo colorato segnate un riferimento di pochi cm sul piano inclinato o fissate sul bordo

laterale un' asta graduata. Vi sarà utile in fase di calibrazione. Si consiglia un cavalletto o supporto per la videocamera ed uno schermo dietro al piano inclinato.



C - Raccolta dati

Fate partire la ripresa. Con una siringa o una pipetta lasciate cadere gocce di dimensioni diverse ad intervalli di circa 2-3 secondi l'una dall'altra. Fate in modo che le gocce rotolino inizialmente sul mucchietto di polvere, così da ricoprirsi di uno strato superidrofobico prima di scendere lungo il

piano. Ripetete l'esperimento con polveri e superfici diverse. Fisserete queste ultime con nastro adesivo in modo che siano ben tese sul piano inclinato.

D - Analisi dati



Con un software di analisi video³ ricavate il moto delle gocce in rotolamento e confrontate i risultati al variare delle dimensioni delle gocce e dei materiali utilizzati. In particolare confrontate il moto delle "perle liquide" col moto di gocce d'acqua pura su superfici superidrofobiche (vedi Esperimento 2).

Reperimento materiali

La **polvere superidrofobica** può essere

- **grafite**, dalle usuali mine da matita
- **fuliggine** passata al setaccio
- **polvere di lycopodium**, normalmente utilizzata per evidenziare le linee di forza del campo elettrostatico ed acquistabile, ad es. presso la Sigma Aldrich.
- **aerogel in granuli superidrofobico** . Si può comprare on line presso
 - a) <http://www.innomats.de/> (DE) 18.95 euro per 0,5 L più spese di spedizione
 - b) <http://www.buyaerogel.com/> (USA) 10 \$ per 100 cc più spese di spedizione e spese doganali

³ Ad es. il software Tracker, liberamente scaricabile all'indirizzo <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>