



Superfici nanostrutturate – 2. Superfici superidrofobiche: l'angolo di rotolamento

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

- Fornire un ulteriore criterio di classificazione delle superfici, per valutarne il grado di idrofobicità
- Riflettere sulla gerarchia di forze nelle interazioni di superficie.
- Valutare i coefficienti di attrito delle varie superfici, e studiare forme di riduzione dell'attrito alla nanoscala.

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 video).



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

Non è detto che avere un elevato angolo di contatto implichi una maggiore mobilità della goccia sulla superficie. Basti pensare a quanto avviene nei petali delle rose: una goccia deposta sul petalo apparirà perfettamente sferica, ma anche capovolgendola completamente non si muoverà. Eppure in molte applicazioni, in aggiunta alla richiesta di non bagnare la superficie, è altrettanto importante che il liquido riesca a scorrere via rapidamente. C'è quindi un ulteriore fattore da considerare: l'angolo di tilt (o roll off angle), l'angolo minimo a cui deve essere inclinata una superficie perché la goccia sia in grado di mettersi in moto (il vero rotolamento si ha in condizioni di super idrofobicità, negli altri casi si assiste ad uno scivolamento). Anche questo parametro può essere utilizzato per classificare le superfici, ma il risultato non coincide necessariamente con quanto ottenuto misurando l'angolo di contatto. Quest'ultimo, infatti, ci dà solo indicazioni di tipo statico relative alla bagnabilità, mentre l'angolo di tilt fornisce informazioni di tipo dinamico e relative all'adesione, permettendo così di valutare l'attrito della superficie.

Materiale occorrente (per una singola postazione)

- Strisce di parafilm¹, plastica, vetro, carta
- filtro, alluminio, aerogel⁷, tessuto superidrofobico⁷,
- piano inclinato
- pipetta Pasteur
- siringa con aghi di diverso diametro
- colorante alimentare (opzionale)
- bicchierino con acqua
- scottex
- videocamera + cavalletto
- goniometro
- software Tracker²
- computer
- nastro adesivo

Protocollo sperimentale

A - Preparazione della superficie da testare



Ritagliate delle strisce dai diversi materiali di dimensioni tali da ricoprire interamente il piano inclinato, possibilmente in un pezzo unico senza giunzioni. Ricoprite il piano inclinato con le strisce, una alla volta. Eventualmente fissatela con nastro adesivo in modo che risulti liscia e ben tesa.

B - Preparazione delle riprese



Aumentando progressivamente l'inclinazione del piano, raggiunto un certo valore (**angolo di rotolamento**), variabile a seconda del materiale, la goccia si metterà in movimento. Inizialmente porrete la videocamera a distanza molto ravvicinata, in modo da ottenere un'immagine della goccia "in partenza" che sia nitida e a fuoco,

¹ E' normalmente utilizzato nei laboratori di chimica per sigillare provette e tappi.

² Free download a www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/



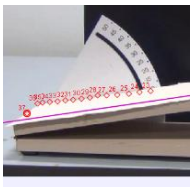
e da cui sia possibile ottenere **l'isteresi dell'angolo di contatto**. Per aumentare il contrasto utilizzate gocce colorate. Per registrare poi la discesa della goccia, fisserete la videocamera su un cavalletto a livello della separazione goccia/superficie del piano ed un po' più lontano in modo che risulti inquadrato l'intero percorso. In alternativa potete filmare dall'alto. Fissate un metro sulla fiancata del piano inclinato: vi sarà utile in fase di calibrazione durante l'analisi dati.

C – Raccolta dati tramite video



Fate partire la registrazione. Con una pipetta Pasteur deponete una singola goccia all'estremità superiore del piano, di cui aumenterete molto lentamente l'angolo di inclinazione fino a quando la goccia non si mette in moto. Fermate la registrazione ed annotate tale angolo di tilt Θ_{piano} . Se il piano inclinato non è dotato di goniometro, o questo non ha elevata sensibilità, potete ricavare Θ_{piano} con considerazioni di tipo trigonometrico. Procedete poi a video registrare l'intera discesa di una goccia.

D -Analisi dati



Con il software di analisi video Tracker potete studiare il moto di rotolamento/scivolamento della goccia, valutando la velocità finale e il coefficiente di attrito della superficie e la sua eventuale dipendenza dalle dimensioni della goccia.

Reperimento materiali

Il **tessuto superidrofobico** : è possibile comprare in internet o in negozi sportivi specializzati capi in nanotex (pantaloni, camicie, rivestimenti per tappetini cambia-neonati = nanotex changing mats) oppure si può provare a richiedere un campione a ditte che pubblicizzano l'utilizzo di tale tessuto per i propri prodotti:

- Nanotex direct@nano-tex.com (USA)
- Doimo Salotti sul sito www.doimosalotti.it sono indicati i punti vendita: pubblicizzano "Doimo antimacchia Silver"

Lo **spray superidrofobico** può essere comprato

- nei negozi di articoli sportivi o da montagna (circa 10 euro) o direttamente dal produttore <http://www.holmenkol.com> (DE)
- La NanoBioNet vende una nano school box (250 euro + IVA) contenente tra gli altri prodotti coating superidrofobici per tessuti e legno e superidrofobici per vetri ad effetto antinebbia. E' possibile comprare il kit singolo (Kit n°1 - 26 euro + IVA) <http://www.nanobionet.de/>



- Attualmente nelle mesticherie è possibile acquistare spray superidrofobici per materiali porosi quali legno, pietre, mattoni.

L' 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

Software utilizzato

- Tracker - Software di analisi video liberamente scaricabile all'indirizzo <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/> - Fa parte della collezione Open Source Physics.