



Superfici Superidrofobiche: coefficiente di restituzione



I materiali di NANOLAB, inclusa la presente scheda, sono proprietà degli autori di NANOLAB (www.nanolab.unimore.it) e distribuiti con [licenza](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/) Creative Commons 3.0 **Versione: 20/08/2013**

Materiale occorrente

- pipetta pasteur e/o siringa ipodermica con aghi di diverso \emptyset
- acqua
- colorante
- asta di supporto con braccio orizz. e pinza terminale
- software di analisi video Tracker
- righello
- carta
- bicchiere
- aerogel superidrofobico in granuli
- lampada (opzionale)
- videocamera high-speed
- computer

In determinate applicazioni, quali le superfici autopulenti, è fondamentale che le gocce di liquido non aderiscano impattando sulla superficie ma rimbalzino via. Un elevato angolo di contatto ed una bassa isteresi dell'angolo di contatto non sono una garanzia sufficiente perché questo avvenga. E' quindi importante introdurre un terzo parametro, un indicatore specifico dell'elasticità dell'urto: il **coefficiente di restituzione**. $e = |v_1' / v_1|$, dove v_1 è la velocità subito prima dell'urto con la superficie e v_1' quella subito dopo. Se $e = 1$ abbiamo un urto perfettamente elastico.

Poiché ad occhio nudo non è facile cogliere la modalità di impatto goccia-superficie si propone di utilizzare una fotocamera high-speed. Il filmato così ottenuto sarà poi analizzato col software di analisi video Tracker.

Il vostro compito è di valutare il coefficiente di restituzione di una superficie superidrofobica ottenuta sfregando un pezzo di carta con aerogel superidrofobico in granuli.

Procedimento

1. Raccolta dati tramite filmato

1. Ponete sul tavolo i campioni da studiare: prima carta normale e Provatate a lasciar cadere una goccia di liquido su entrambi i campioni e annotate le vostre osservazioni. poi la stessa carta resa superidrofobica sfregandola con l'aerogel superidrofobico in granuli. Servitevi di colorante alimentare per aumentare il contrasto e visualizzare meglio il comportamento della goccia.
2. Servendovi di un'asta di laboratorio e di un braccio orizzontale dotato di pinza, fissate a circa 3 - 4 cm d' altezza dal tavolo una pipetta (o una siringa) perpendicolarmente al campione. Questo vi permetterà di mantenere costante l'altezza della pipetta per tutto



l'esperimento, ma se avete la mano molto ferma potete farne a meno.

3. Decidete l'esatta **altezza iniziale di rilascio** della goccia effettuando qualche prova campo. Vi è una altezza minima perché si possa avere un rimbalzo? Vi è una altezza massima perché si abbia un rimbalzo senza che la goccia si frantumi in più gocce?
4. Ponete un righello all'interno dell'inquadratura; servirà per la successiva calibrazione in Tracker. Disponete la fotocamera high-speed di fronte all'apparato. Controllate di avere buone condizioni di illuminazione (eventualmente utilizzate una lampada da tavolo).
5. Filmate la caduta di tre o quattro gocce. Prima di rilasciare una nuova goccia aspettate che la precedente abbia smesso di rimbalzare e ripulite il substrato.
6. Salvate il filmato e convertitelo in .flv .

2. Analisi dati

1. La velocità di impatto è legata all'altezza di rilascio? In che modo? Come potete calcolare la **velocità di impatto** in ciascun urto? E la **velocità di decollo**? Discutete coi vostri compagni
.....
.....
2. Con l'ausilio di Tracker studiate il moto della goccia che cade rimbalzando più volte sulla superficie. Poiché la goccia a causa dell'impatto si deforma è molto probabile che dobbiate operare in Tracker con modalità "manuale": discutete in gruppo e decidete cosa scegliere come "centro di massa".
3. Impostate un foglio elettronico che, a partire dai dati della posizione della goccia rilevati istante per istante da Tracker per ciascun urto/rimbalzo esegua il calcolo e faccia il grafico di
 - i. **massima altezza raggiunta**
 - ii. **coefficiente di restituzione**
 - iii. **velocità di impatto**
 - iv. **velocità di decollo**
 - v. **bilancio energetico (energia cinetica, potenziale, energia dissipata)**

4. Il modello della palla che rimbalza

La goccia che rimbalza su di una superficie superidrofobica ricorda una palla che rimbalza sul pavimento perdendo progressivamente energia. Questa è descritta da un modello esponenziale decrescente del tipo $f(x) = A(B)^x$, dove x è il numero di rimbalzi ed A l'altezza



originaria di rilascio. Discutete e verificate se tale modello è applicabile anche nella situazione in esame considerando attentamente analogie e differenze.

5. *Approfondimento ed ulteriori indagini*

Potete ripetere l'esperimento con

- **gocce di raggio diverso** servendovi, per crearle, di aghi di differente diametro (ago normale, ago da insulina).
- **gocce di viscosità diversa** servendovi di una mistura di acqua e glicerolo le cui percentuali potete variare con continuità.
- **liquidi diversi**
- **substrati diversi** – foglia di lotus, altre superfici superidrofobiche a partire da spray o soluzioni superidrofobiche, etc..