

La misura del Numero di Avogadro

L. Martina
5/02/2018

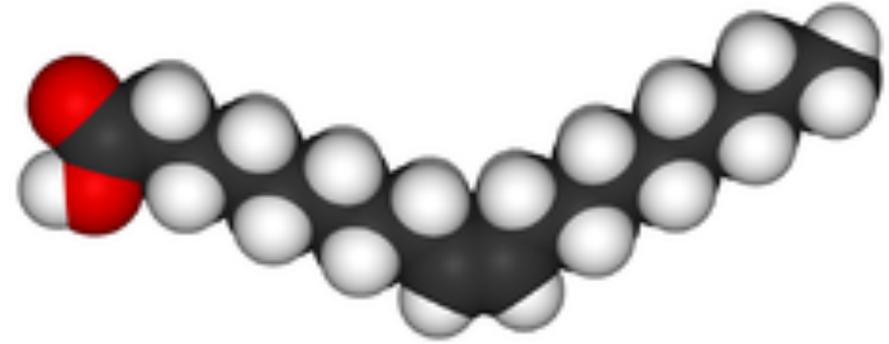
*Dipartimento di Matematica e Fisica
Università del Salento
Sezione INFN - Lecce*

Quanto sono piccole le molecole?

- Come stimare le dimensioni di una molecola tipo?
- Quante molecole ci sono in una data sostanza ?
- Possiamo ottenere una stima del Numero di Avogadro (N_A) ?

- Vogliamo ricorrere ad un metodo “casalingo”
- Adottiamo la classica stima delle dimensioni di una molecola di acido oleico, divulgata dal progetto IPS (Introductory Physical Science, Cap 11)
<http://www.sci-ips.com/index.html>

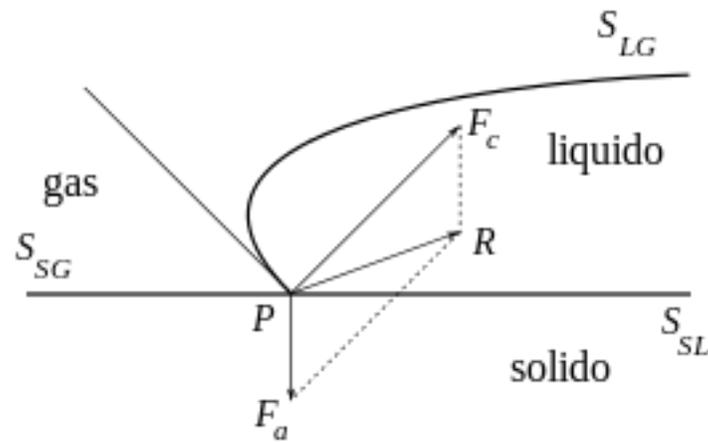
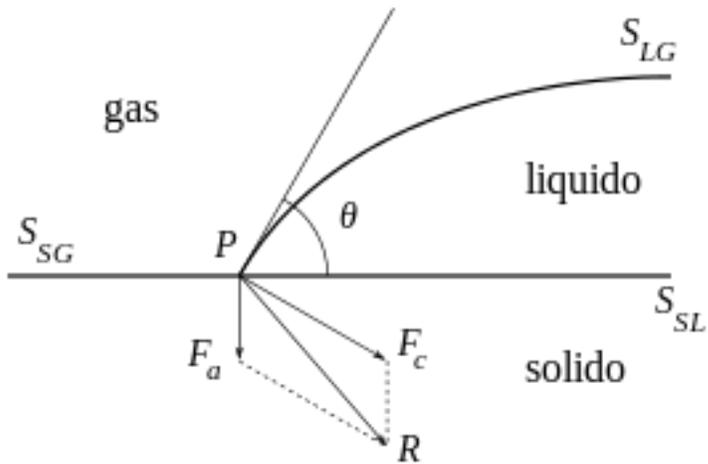
Il metodo dello strato monomolecolare



- Acido Oleico $C_{18}H_{34}O_2$
- Peso Molare $P_M = 282.47 \text{ g/mol}$
- Densità di massa a temperatura ambiente $\delta = 0.895 \text{ g/cm}^3$
- Nel corso dell'esperimento si presuppone che, una volta lasciata cadere la goccia sull'acqua, l'acido si espanda fino a formare uno **strato monomolecolare**.
- L'acido, insolubile in acqua, possiede una bassa tensione superficiale, la quale favorisce l'estensione della chiazza.
- I dati dell'esperimento consentono di stimare un limite superiore per la lunghezza e per la massa della molecola

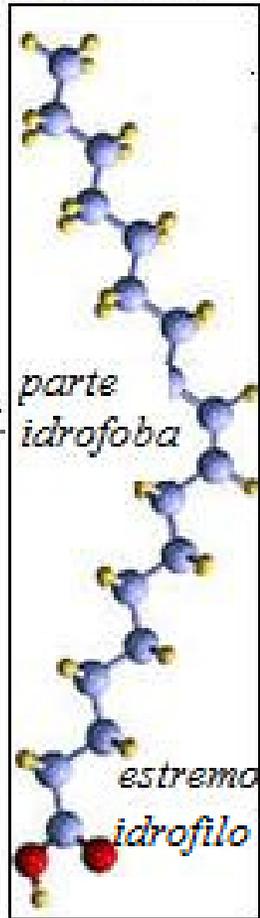
Tensione superficiale

$$\gamma = dW / dA = \gamma_0 / \cos(\theta/2)$$



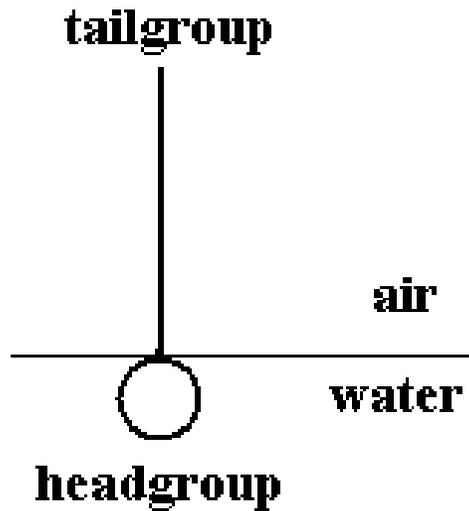
Materiale	Tensione superficiale (N/m)
Mercurio	0,559
Acqua	0,073
Olio di oliva	0,0319
Benzene	0,029

Acido Oleico

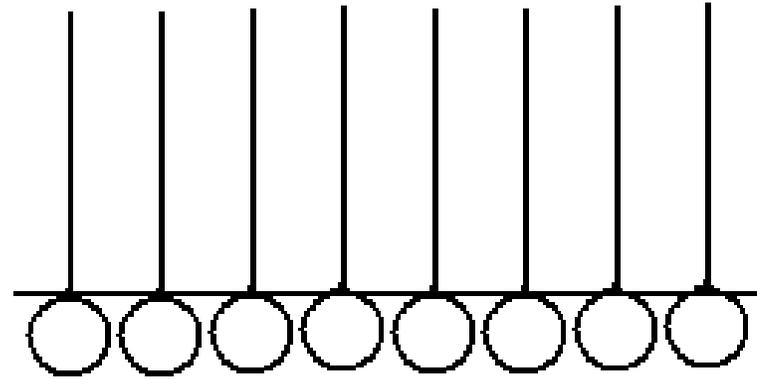


$l = 4a$

a



Schematic diagram



1. Ipotizziamo che le molecole abbiano circa la forma di un parallelepipedo retto, con le estremità della molecola prossimi alle basi quadrate.
2. Queste hanno una lunghezza che stimiamo circa $\frac{1}{4}$ dell'altezza l .
3. Le molecole si dispongono ortogonalmente alla superficie dell'acqua, con le teste idrofile immerse e le code idrofobe parallele e dirette verso l'alto.
4. A causa della debole interazione attrattiva, le molecole formano delle chiazze compatte sulla superficie dell'acqua.

Lunghezza $l = 1.97$ nm

Massa $m = 4.69 \times 10^{-22}$ g

Procedura sperimentale

- Riempire il sottovaso con acqua sino ad 1 cm dal bordo e immergervi il righello.
- Attendere che l'acqua sia completamente immobile.
- Cospargere la superficie dell'acqua con uno strato sottile ed omogeneo di talco. La polvere deve essere appena sufficiente per riconoscere i bordi della macchia
- Con la pipetta tarata a disposizione si depone delicatamente al centro del sottovaso una o più gocce della soluzione preparata in precedenza.
- L'acido oleico si espande formando una macchia approssimativamente circolare. Forme stellate e/o irregolari possono facilmente prodursi a causa della non omogenea distribuzione della polvere e per le interazioni reciproche dei suoi grani.
- Attendere circa minuto per far evaporare l'etanolo. Le dimensioni della macchia si stabilizzano.
- Effettuare una fotografia della macchia in perpendicolare, facendo attenzione che venga ripreso anche il righello.
- Ripetere più volte la stessa procedura per poter ottenere una certa collezione di foto.
- Stampare le foto su carta millimetrata/quadrettata.

Materiali a disposizione per le misure

Soluzione di acido oleico in etanolo alla concentrazione $C = 0,1 \%$

Pipette tarate : $V_{\text{goccia}} = 0,015 \text{ ml}$ ($\Delta V_{\text{goccia}} = 0,005 \text{ ml}$)

Vaschette (sottovasi)

Polvere di borotalco

Setaccio sottile

Righello

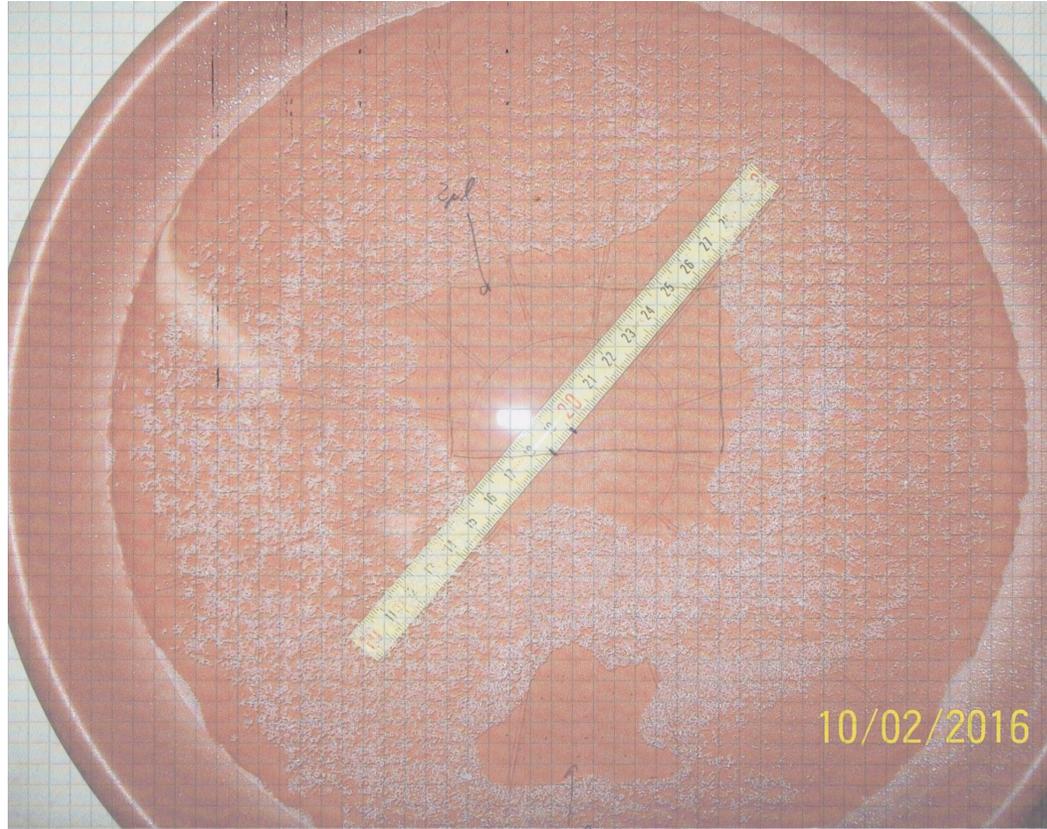
Pressione di Vapore (20 °C)

Acqua 2.3388 kPa

Etanolo 5.95 kPa

Acido Oleico $7.3 \times 10^{-8} \text{ kPa}$

$V_{\text{A.OI.}} = C \times V_{\text{goccia}} = (1.5 \pm 0.5) \times 10^{-5} \text{ cm}^3$ NB L'etanolo è miscibile in acqua



Elaborazione dei Dati

Supponiamo che la macchia di acido oleico formi una pellicola sottilissima, la cui altezza l corrisponde a quella di una singola molecola.

- 1) Calcolare la sua area A a partire dalla fotografia eseguita.
Per esempio contando i quadratini della carta millimetrata usata, che cadono all'interno del perimetro tracciato dalla polvere. Rapportare la lunghezza del lato di un quadratino alla corrispondente misura data dalla scala del righello fotografato.
- 2) Calcolare l'altezza della molecola $l = V_{A.Ol}/A$
(può essere utile comparare questo dato con quello riportato in tabella)
- 3) Calcolare il volume della singola molecola, usando $V_{mol} = l^3/16$
- 4) Calcolare il numero di Avogadro, cioè il numero di molecole contenute nel volume molare, usando la relazione $N_A = (P_M / \delta) / V_{mol}$
- 5) Fare una tabella dei risultati ottenuti e calcolare la media di l e di N_A