



## Laboratorio di chimica

scheda curata da Tiberio Di Corcia.  
 Premessa ripresa da una scheda del dott. R. Bigoni

### DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DEL NUMERO DI AVOGADRO

#### 1.0 - Premessa<sup>1</sup>

È praticamente impossibile con mezzi ordinari isolare una singola molecola per renderla oggetto di uno studio quantitativo delle sue proprietà.

Per alcune sostanze è tuttavia possibile con diverse metodologie ottenere strati talmente sottili da rendere plausibile l'ipotesi che lo strato sia quasi o certamente uni-molecolare.

Ad esempio Rutherford progettò la sua celebre esperienza, che portò alla comprensione della struttura interna dell'atomo, sparando particelle  $\alpha$  contro un sottilissimo strato di oro. Ma la possibilità di laminare oro in strati così sottili richiede strumentazione non usualmente disponibile.

Con i liquidi la cosa è più semplice.

Se due liquidi hanno diversa densità (massa specifica) e non si mescolano, posti nello stesso recipiente, nello stato di equilibrio, si dispongono in strati separati, con il liquido meno denso sovrastante quello più denso.

Il liquido poco denso e non mescolabile con l'acqua che verrà usato nella misura successivamente descritta è l'**acido oleico**, quindi da ora in poi, per dare maggiore concretezza alla trattazione, si fa riferimento a tale sostanza.

Lo spessore di ogni strato dipende dalla quantità di liquido usata.

Se si usa una quantità di acido oleico così piccola da non permettere la formazione di uno strato che copra totalmente la superficie del liquido sottostante, ma solo di una 'macchia' che lo copra parzialmente, appare ragionevole l'ipotesi che la 'macchia' sia formata da uno strato uni-molecolare.

Se si conosce il volume **V** di acido oleico usato e si riesce a stimare l'area **S** della superficie della macchia, è possibile ottenere l'altezza **h** della macchia stessa che dovrebbe ragionevolmente coincidere con lo spessore di una molecola

$$h \text{ molecola} = \frac{V}{S}$$

<sup>1</sup> La premessa riprende parte di una scheda redatta da Roberto Bigoni all'indirizzo:  
<http://www.robertobigoni.it/Fisica/AcidoOleico/AcidoOleico.htm>

Se ora si suppone che la molecola abbia forma di cubo, si può stimare il volume  $v$  della molecola

$$v \text{ molecola} = h^3$$

e, se si conosce la densità  $d$  dell'acido oleico, e il suo **peso molare** se ne può stimare il volume di una mole

Se infine si esegue il rapporto tra il volume di una mole e quello di una molecola si dovrebbe ottenere un numero che corrisponde, o per lo meno si avvicina errori di esecuzione permettendo, al numero di Avogadro.

## 2.0 - Materiale occorrente

Acido oleico in soluzione di esano, Licopodio (borotalco), pipetta graduata a 0,1 ml, contenitore di medie dimensioni (piatto di plastica/vaschetta), righello graduato sens. 1mm, calcolatrice.

## 3.0 - Procedimento

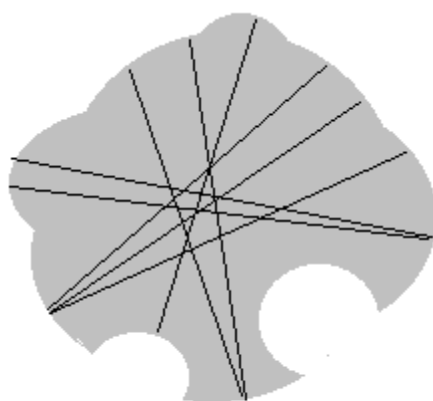
Si riempie il contenitore con un certo volume d'acqua sul quale si stratifica il licopodio facendo attenzione che lo strato sia il più sottile possibile.

Si prepara una soluzione di acido oleico in esano nel seguente modo:

1. si preleva 1 ml di acido oleico e lo si deposita in un matraccio tarato da 100 ml. Si porta a volume con esano (soluzione A - conc. Ac. Oleico  $1 \times 10^{-2}$ )
2. si preleva 1 ml dalla soluz. A e lo si trasferisce in un secondo matraccio tarato da 100 ml, portando a volume con esano (soluzione B – conc. Ac. Oleico in un ml  $1 \times 10^{-4}$ )

Si depone una quantità pari a 0,1 ml di soluzione B (conc. Ac. Oleico  $1 \times 10^{-5}$ ). L'esano essendo un solvente molto volatile tenderà velocemente a evaporare lasciando un deposito di acido oleico stratificato sull'acqua e delimitato dal licopodio. Il deposito dovrebbe essere il più possibile rotondo ma spesso accade che i suoi contorni non siano affatto regolari.

Di conseguenza, dal momento che il primo dato che lo studente deve acquisire è la superficie della macchia depositata, considerando che la medesima dopo il deposito ha una forma rotondeggiante, per comodità e per semplificazione la si dovrebbe considerare un cerchio il cui diametro dovrebbe risultare da una misura media ottenuta da una serie di misurazioni effettuate. La figura sottostante esemplifica ciò che si è scritto al riguardo:



Pertanto, maggiori saranno i diametri misurati maggiore sarà l'accuratezza e la corrispondenza dei dati successivi.

### 3.0 – Calcoli

Ottenuto il dato relativo al diametro medio della macchia di acido oleico si calcola il raggio **r** e successivamente la superficie **S**:

$$S = r^2 \times 3,14$$

Sapendo che il volume **V** di acido oleico depositato è  $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$ , si calcola l'altezza **h** della macchia la quale, presupponendo che l'acido oleico formi uno strato mono molecolare, può essere considerata l'altezza di una singola molecola.

$$\text{Altezza molecola } h = 1 \times 10^{-5} / S$$

Ottenuto **h**, si calcola il volume di una molecola considerando la stessa come un cubo

$$\text{Volume molecola} = h^3$$

Si calcola il volume di una Mole di acido oleico dato dal rapporto tra il peso molare (282,45) e la sua densità (0,873)

$$\text{Volume di una Mole di acido oleico} = 282,45/0,873$$

Si calcola infine il rapporto tra il Volume di una Mole di acido oleico e il Volume di una molecola per ottenere il numero di Avogadro, o per lo meno, considerando gli errori di esecuzione dell'esperimento che originano prevalentemente dalla misura del diametro della macchia, di un numero che pressappoco vi si avvicina.

### 4.0 – Esempio di calcolo

Ipotizzando un diametro medio della macchia di acido oleico di cm 4

$$\text{Superficie} = 4 \times 3,14 = 12,56 \text{ cm}^2$$

$$\text{h della molecola} = 1 \times 10^{-5} / 12,56 = 796 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$\text{Volume della molecola} = (796 \times 10^{-7})^3 = 504 \times 10^{-21} \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume di 1 Mole di ac. Oleico} = \text{PM/Densità} = 282,45 / 0,873 = 323,53 \text{ cm}^3$$

$$\text{N}^\circ \text{ di Avogadro} = \text{Vol. 1Mole/Vol. 1Molecola} = 323,53 / 504 \times 10^{-21} = \mathbf{6,41 \times 10^{20}}$$