

# *Come si fa a sapere quanto è piccola una molecola ?*

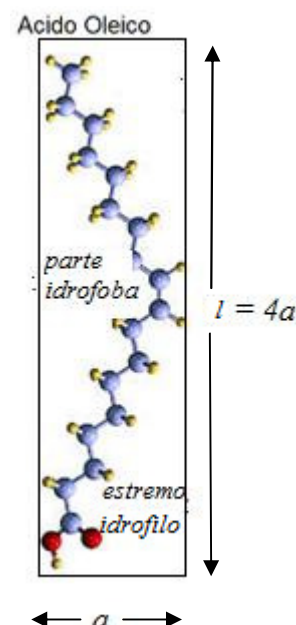
Singole molecole non possono essere osservate ad occhio nudo e anche con un potente sistema di lenti lo si può fare solamente ricorrendo a tecniche sofisticate. Eppure lo scopo di questo esperimento è di trovare l'evidenza per ottenere una stima ragionevole delle dimensioni e della massa di una singola molecola usando solamente qualche informazione reperibile nelle tabelle scientifiche e pochi oggetti di uso comune nel laboratorio scolastico. L'operazione sarà possibile perché la molecola che prenderemo in esame, quella dell'acido oleico, ha la proprietà di possedere un estremo idrofilo, che viene attratto dalle molecole dell'acqua, mentre il resto della molecola è idrofobo e perciò respinto dalle molecole dell'acqua. La conseguenza è che le molecole dell'acido oleico, come quelle degli altri lipidi, non sono solubili in acqua mentre sono solubili negli alcoli ed in altri composti organici.

L'acido oleico inoltre ha una densità di  $0.890 \text{ g cm}^{-3}$ , minore di quella dell'acqua sulla quale galleggia. Per queste caratteristiche una goccia depositata sulla superficie dell'acqua forma una pellicola in cui le singole molecole rivolgono all'acqua l'estremo idrofilo mentre la parte rimanente, idrofoba, sta (per così dire) ritta sull'acqua. La pellicola tende ad espandersi e finisce per avere lo spessore pari alla lunghezza della molecola. Vedi figura.

**Suggerimento:** nei calcoli successivi sarà utile approssimare la molecola con un prisma a base quadrata di lato  $a$  quattro volte minore della lunghezza  $l$ .

## **Materiali a disposizione**

<i>Sostanza in polvere in un contenitore coperto con garza. Si tratta di una sostanza in polvere adatta a formare uno strato molto sottile ed omogeneo sulla superficie dell'acqua.</i>	<i>Vassoio piano con bordi rialzati. Servirà per versarvi l'acqua e bisognerà fare attenzione a non rovesciarla quando si svuota. Per farlo, porta il secchio vicino al tavolo su cui si trova il vassoio.</i>
<i>Soluzione di acido oleico in un solvente volatile.</i>	<i>Cilindro graduato da 10 mL e sensibilità 0.2/0.1 mL</i>
<i>Acqua</i>	<i>Un foglio di carta millimetrata</i>
<i>Riga da 40 - 50 cm o metro rigido millimetrato</i>	<i>Carta da cucina per più gruppi</i>
<i>Contagocce o pipetta.</i>	<i>Un secchio per più gruppi</i>



Il docente che assiste alla prova comunicherà la concentrazione in volume dell'acido oleico nella soluzione, cioè il volume di acido oleico puro che si trova in una unità di volume di soluzione: prendine nota sul Foglio Risposte.

## **Procedimento**

1. Userai il contagocce e il cilindro graduato per misurare il volume medio di una goccia della soluzione di acido oleico. Le gocce dovranno essere uguali, nel limite del possibile. Esercitati raccogliendo del liquido col contagocce dal contenitore con la soluzione di acido oleico e lascia ricadere nel contenitore le gocce. Per determinare il volume di una goccia verserai una piccola quantità di soluzione nel cilindro graduato e prenderai nota del suo volume:  $V_0$  nella tabella TAB1 del Foglio

Risposte. Aggiungerai quindi altra soluzione (almeno 1 mL) usando il contagocce, facendo attenzione che le gocce siano tutte uguali e contandole con attenzione.

Scrivi il numero di gocce che hai contato,  $N_{\text{gocce}}$ , nella tabella TAB1 del Foglio Risposte. Prenderai quindi nota del nuovo volume di soluzione contenuto nel cilindro graduato,  $V_1$ .

*Nota: per evitare che il solvente evapori e che quindi la concentrazione della soluzione cambi, ricorda diappare sempre la boccetta con la soluzione di acido oleico quando non ne fai uso immediato.*

2. Ripeti la misura descritta al punto (1) altre due volte. Puoi farlo anche senza svuotare il cilindro graduato ! Riporta tutti i valori sul foglio risposte nella tabella TAB1.
3. Noto il numero di gocce contate,  $N_{\text{gocce}}$ , in un volume di soluzione pari a  $V_1 - V_0$  calcola il volume di una goccia,  $V_{\text{goccia}}$  per ciascuna delle tre misure eseguite. Scrivi il risultato nella tabella TAB1 sul Foglio Risposte.
4. Calcola il valore medio del volume di una goccia di soluzione,  $\overline{V}_{\text{goccia}}$ , e riportalo sul Foglio Risposte.
5. Conoscendo il volume di una goccia di soluzione di acido oleico e la concentrazione in volume di acido oleico nella soluzione che stai usando puoi determinare il volume di acido oleico puro contenuto in media in una sola goccia,  $V_{\text{oleico}}$ . Riporta nel Foglio Risposte procedimento di calcolo e risultato.
6. La densità dell'acido oleico a temperatura ambiente è  $0.890 \text{ g cm}^{-3}$ . Determina la massa di acido oleico,  $m_{\text{oleico}}$ , che in base alle tue misure si trova in una singola goccia di soluzione. Riporta nel Foglio Risposte procedimento e risultato.
7. Versa dell'acqua nel vassoio in modo da formare uno strato con spessore di 1 – 2 cm. Lascia che l'acqua "riposi" nel vassoio per qualche minuto ed evita scossoni al tavolo su cui è posto il vassoio. Usando accuratamente il recipiente ricoperto dalla garza spargi su tutta la superficie dell'acqua uno strato molto sottile e omogeneo di polvere. Puoi osservarlo guardando di lato la superficie dell'acqua.
8. Con il contagocce deponi delicatamente una sola goccia di soluzione di acido oleico sulla parte centrale dello strato di polvere. Il solvente in gran parte evapora e in parte si scioglie nell'acqua così che alla superficie rimane solo l'acido oleico contenuto nella goccia. Osserva lo strato di acido oleico evidenziato dalla polvere che viene respinta. Si vede che lo strato di acido cambia dimensioni perché tende a formare uno strato di singole molecole; appena si è stabilizzato ed ha assunto una forma approssimativamente circolare misurane il diametro  $d$  in diverse posizioni. Riporta i valori trovati sul Foglio Risposte nella TAB2.
9. Ripeti l'operazione fatta al punto precedente (8) aggiungendo un'altra goccia. Misura, sempre in diverse posizioni, il diametro della chiazza priva di polvere dopo che la sua forma si è stabilizzata. Riporta i valori trovati sul Foglio Risposte nella TAB2.
10. Ripeti più volte l'operazione del punto (8) aggiungendo una goccia, fino a che ti è consentito dalle dimensioni del contenitore e ti è agevole approssimare la chiazza con un cerchio.
11. Quando decidi di aver finito di prendere le misure avvicina il secchio al tavolo e cautamente vuota il vassoio inclinandolo sul secchio.
12. Calcola per ciascuna delle chiazze osservate in relazione al numero di gocce il valore medio del diametro e riportalo nella TAB2 del Foglio Risposte.
13. Ogni volta l'acido oleico si è distribuito sulla superficie dell'acqua formando uno strato di area  $A$  e altezza  $l$ . Puoi approssimarlo con dei cilindri. Calcola l'area dello strato formato da una sola goccia e riporta procedimento e risultato sul Foglio Risposte.
14. In base ai valori trovati per  $\overline{d}$  calcola l'area delle chiazze di acido oleico formate da due e più gocce. Riporta i risultati nella TAB3 del Foglio Risposte. In base a quanto trovato al punto (5) calcola il volume di acido oleico puro depositato sull'acqua con due e più gocce: riporta il risultato nella TAB3. Completa la TAB3 scrivendo i dati, ove opportuno, usando le potenze di 10 in notazione scientifica.

15. Ci aspettiamo che lo strato abbia sempre lo spessore pari alla “lunghezza” di una molecola. I tuoi dati sono compatibili con questa affermazione? La risposta potrà derivare dall'osservazione di un grafico in cui riporterai il volume di acido oleico puro depositato sull'acqua in funzione dell'area della chiazza formata.

Se lo spessore dello strato rimane sempre pari alla lunghezza di una molecola che relazione prevedi di poter osservare fra i valori del volume di acido depositato sull'acqua e quelli dell'area della chiazza formata? Che linea ti aspetti che si adatti meglio ai punti del grafico? Rispondi sul Foglio Risposte.

16. Traccia il grafico e in base ai tuoi dati suggerisci una stima per la “lunghezza”  $\langle l \rangle$  della molecola di acido oleico. Scrivila sul Foglio Risposte e spiega come hai trovato questo valore.
17. Ammettendo che la molecola possa essere approssimata con un prisma a base quadrata con altezza  $\langle l \rangle$  e lato di base  $\langle a = \frac{1}{4} l \rangle$  stima quante molecole di acido oleico ci sono in una goccia di soluzione. Riporta procedimento, calcoli e risultato sul Foglio Risposte.
18. Tenendo conto del valore della massa di acido oleico contenuta in una singola goccia (punto 6) stima la massa di una singola molecola,  $m_{\text{molecola}}$ . Riporta procedimento, calcoli e risultato sul Foglio Risposte.

Ora il lavoro è finito; prima di consegnare i Fogli Risposte controlla quanto hai fatto e assicurati di avere scritto i valori numerici con l'adeguato numero di cifre significative. Consegna anche il foglio di carta millimetrata su cui hai tracciato il grafico. Ricordati di scrivere il tuo nome sui tutti i fogli che consegni.