

Esperienze con le bolle di sapone



Esperienza 7

Obiettivo

Determinare l'ordine di grandezza dello spessore di una membrana saponosa piana

Materiale occorrente

- Soluzione di acqua saponata
- Struttura per creare una lamina saponosa simile a quella per vedere i colori o semplicemente un telaio metallico (può andar bene una gruccia di metallo o un retino per da acquario privato della rete)

Procedimento

Se immergiamo il telaio nella soluzione saponosa e poi lo solleviamo delicatamente su questo si forma una lamina saponosa. Dopo qualche minuto su di essa iniziano a formarsi tante righe colorate mentre la lamina liquida verticale assume una sottile forma a cuneo. Proprio utilizzando queste strisce colorate possiamo calcolare lo spessore della lamina saponosa, alle diverse altezze.

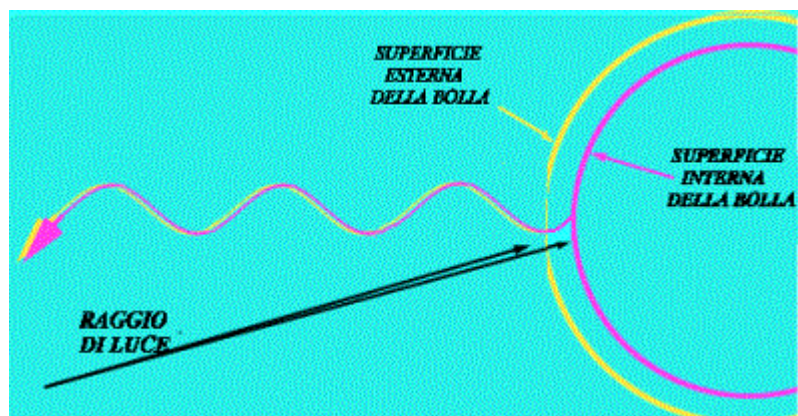
Che cosa fare notare

Se la luce che colpisce la nostra lamina è luce bianca vediamo una gamma di colori che in un primo momento può sembrare una successione simile a quella dell'arcobaleno in realtà la successione schematica dei colori è la seguente a partire dall'alto:

Nero Bianco Giallo Porpora Blu Verde

Poiché lo spessore va aumentando dall'alto verso il basso deve esistere un legame tra colore e lo spessore della lamina in quel punto.

Che cosa accade

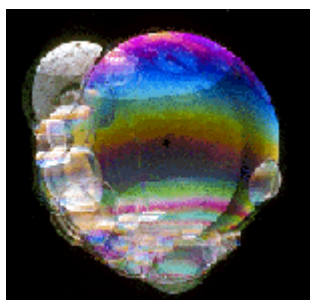


La successione di colori vista sopra dipende proprio dallo spessore della lamina che è un fattore determinante dell'interferenza. Se consideriamo ad esempio una zona dove si vede il colore blu lo spessore è tale per cui interferiscono costruttivamente le radiazioni di lunghezza d'onda corrispondenti a radiazioni che all'occhio danno la sensazione di colore blu. Si può dimostrare che lo

spessore in questo punto è dello stesso ordine di grandezza di queste lunghezze d'onda.
($l \sim 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$)

In una lamina saponosa posta verticalmente è molto facile individuare una zona in cui lo spessore è quasi nullo, e nella quale avverrà la rottura: la parte superiore della membrana che appare di colore nero perché l'acqua scende e la lamina assume una forma a cuneo. Questa zona è nera perché il suo spessore è così piccolo che tutti i raggi interferiscono distruttivamente. La zona bianca compare invece in corrispondenza di un certo spessore dove tutti i colori interferiscono costruttivamente. (Ulteriori approfondimenti in merito al fenomeno dell'interferenza si possono trovare nell'esperienza 5: i colori riflessi da una lamina saponosa)

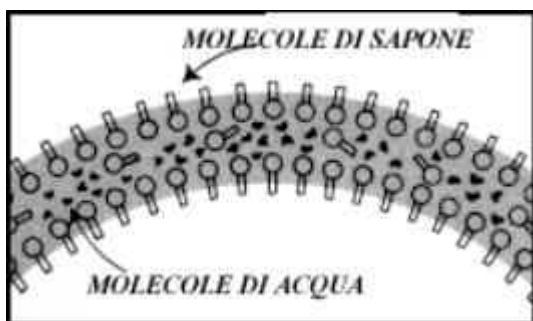
Per approfondire



Nello stesso modo si può calcolare lo spessore di una bolla di sapone purché abbia un diametro superiore a 7 cm. Infatti se il diametro della bolla è inferiore a 7 cm non si vedono le bande colorate o meglio sono osservabili con una lente e solo in alcune zone. Questo perché lo spessore d della bolla è maggiore di alcune lunghezze d'onda. Perché si possano vedere le frange d'interferenza lo spessore deve diminuire fino ad arrivare ad uguagliare le lunghezze d'onda della radiazione visibile.
($l \sim 0,4 - 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$)

Si può determinare l'ordine di grandezza dello spessore della bolla anche partendo dal peso della bolla stessa e mettendo in relazione le grandezze fisiche: massa, densità, volume.

(Vedi scheda allegata)



Si può cercare se esiste uno spessore minimo per la lamina saponosa. Questo esiste anche se è molto difficile da realizzare in pratica così in quanto più la membrana si assottiglia più la lamina tende a rompersi. È forse più facile realizzare una bolla di sapone molto sottile, infatti se abbiamo una buona soluzione e soffiando molto lentamente attraverso una cannucina riusciamo ad arrivare a spessori molto sottili. Lo spessore minimo raggiungibile corrisponde alle dimensioni di due molecole di sapone accostate nel senso della lunghezza.

Scheda allegata

Determinare l'ordine di grandezza dello spessore di una bolla di sapone

Si faccia una bolla di sapone e con il righello si misuri il diametro. Dato che le bolle hanno una forma pressoché sferica si può calcolarne la superficie:

$$S = 4\pi r^2$$

Se si riesce a pesare la bolla usando la relazione che lega il volume alla massa si può calcolare lo spessore. Ricordando infatti la definizione di densità:

$$d = \frac{m}{V}$$

(dove la massa è quella del liquido) e il volume come (la superficie (S) per lo spessore (s) della bolla)

$$V = S \cdot s$$

ma

$$V d = m$$

da cui si ricava:

$$s = \frac{m}{S \cdot d}$$

Per pesare la bolla si può utilizzare un sacchetto di plastica appeso ad un dinamometro sensibile (tarato in grammi per ottenere direttamente il valore della massa). Pesare prima il sacchetto vuoto e poi ripesarlo dopo averci fatto scoppiare all'interno una bolla con il diametro prima misurato, la differenza tra le due pesate dà il valore della massa della bolla considerata. Questo accorgimento del sacchetto è per avere la certezza che si pesi tutto il liquido di cui è fatta la bolla considerata. Un altro accorgimento è di scartare la prima bolla che si ottiene subito dopo aver immerso la cannuccia perché tale bolla trascina con sé una notevole quantità di liquido in eccesso facilmente osservabile sotto forma di goccia appesa alla parete inferiore della bolla.

Per semplificare la pesata e per cercare di ridurre gli errori al minimo si può utilizzare una di quelle scatole di plastica trasparente cubiche con coperchio. Si pesa la scatola, poi, servendosi di una cannuccia da bibita si può gonfiare al suo interno una bolla di sapone.

Il fatto che le pareti siano trasparenti è essenziale perché permette di vedere le dimensioni della bolla mentre la si gonfia, infatti se si gonfia la bolla fino a farla scoppiare facendole toccare contemporaneamente tutte e quattro le pareti si può considerare che il diametro della bolla, un attimo prima che questa scoppi, sia approssimativamente uguale allo spigolo della scatola utilizzata. Questo accorgimento permette di rendere più precisa la misura della superficie della bolla. Anche in questo caso si utilizza la doppia pesata.

Si può così andare ad inserire tutti i dati ottenuti nella formula sopra tenendo presente che per il valore della densità possiamo usare $d = 1 \text{ g/cm}^3$ in quanto la densità dell'acqua con detersivo non può essere molto diversa da quella dell'acqua senza detersivo perché la soluzione usata è composta da una sola parte di detersivo concentrato con venti parti di acqua. Con la bilancia al centesimo di grammo si dovrebbero ottenere dei valori simili a questi.

$m = 0,04 \pm 0,02$ g (massa del liquido)

$s = 2,6 \pm 1,4 \cdot 10^{-6}$ m (spessore della bolla)

Parte dell'imprecisione sullo spessore della bolla è dovuto all'incertezza del raggio.

Se si fanno una serie di misurazioni e si applica la teoria degli errori si può arrivare ad ottenere il valore più corretto.