



Esperienze con le bolle di sapone

Esperienza 6

Obiettivo

Far vedere che esiste una forza che tende a far contrarre le superfici che delimitano i liquide, e in particolare le lamine saponose

Materiale occorrente

- Cannucce da bibita
- Spago, cotone grosso
- Soluzione saponosa
- Telaio metallico (si può ricavare anche da una gruccia metallica)
- Dei pesini

Procedimento



Prendere due cannucce da bibita tagliarle nella misura desiderata purché uguali far passare al loro interno lo spago e legarlo in modo da formare un telaio rettangolare con due lati paralleli formati dalle cannucce. Immergere nella soluzione saponosa il telaio tenerlo per uno dei lati rigidi (formato delle cannucce) e poi estrarlo delicatamente in modo che si formi su di esso una lamina saponosa. Inoltre con il filo di cotone formare un anello e legarlo a due estremi opposti del telaio metallico, immergere il tutto nell'acqua saponosa, sollevare delicatamente il telaio fino a quando su questo si forma una lamina saponosa.

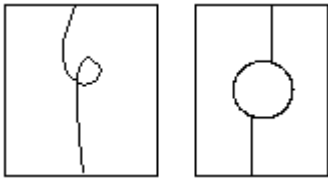
Che cosa fare notare

Quando si estrae il telaio dalla soluzione saponosa su di esso si è formata una lamina di sapone ma si può notare che i lati del rettangolo fatti con lo spago hanno assunto la forma di due archi di circonferenza, la lamina tende a "tirare" i lati formati dallo spago verso l'interno del telaio. Se con una matita asciutta si rompe la membrana si vede che questi due lati ritornano nella posizione di partenza cioè due segmenti .



Se dopo aver tolto il telaio metallico dalla soluzione saponosa con una matita si rompe la membrana che si è formata all'interno del cappio di cotone si vede che questo assume la forma di un cerchio.

Che cosa accade



Quando togliamo il telaio rettangolare dalla soluzione saponosa i suoi lati verticali assumono la forma di archi di circonferenza più o meno arcuati a seconda del sistema utilizzato per tenere distanziate le cannucce. Infatti se fissiamo dei pesini sulla cannuccia inferiore l'arco di circonferenza sarà meno evidente.;

Il formarsi di questi archi di circonferenza è dovuto al fatto che, se immaginiamo i lati verticali del telaio divisi in tanti segmentini, ognuno di questi elementi è attirato verso l'interno della membrana da una forza. Questa forza è per simmetria perpendicolare all'elemento stesso, giace nel piano della membrana saponosa ed ha uguale valore per ogni elemento.

Si può comprendere meglio perché i lati assumono la forma di arco di circonferenza se consideriamo cosa succede quando, con una matita asciutta si rompe la membrana nel cappio che si era legato al telaio. Se si considera il filo diviso in tanti pezzettini, perché questo alla fine assumo una forma perfettamente circolare, su ognuno di questi elementi devono agire delle forze che per simmetria siano radiali, complanari e che abbiano la stessa intensità.

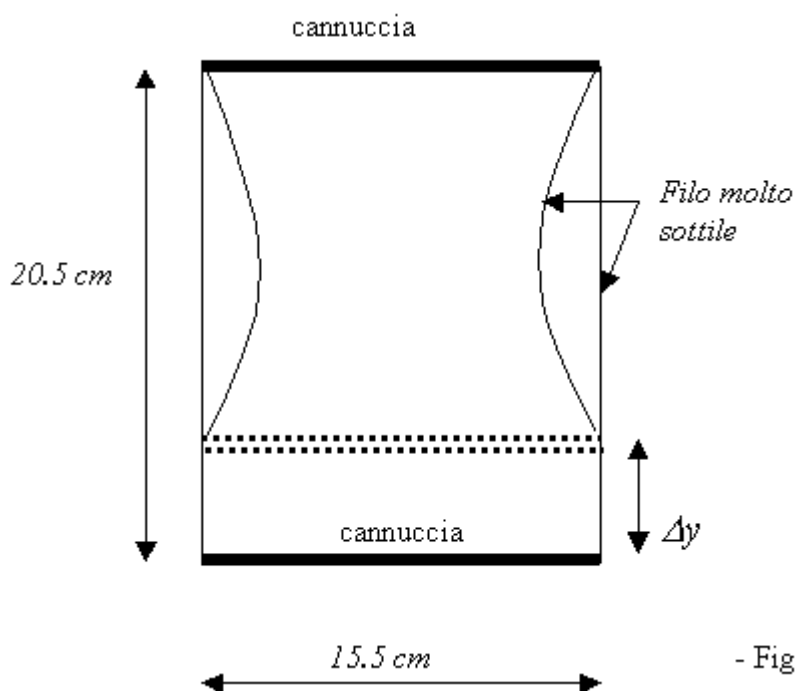
Per approfondire

- Si può calcolare questa forza (**vedi scheda allegata 6/a**)
- Si può verificare che il valore di tale forza (che in effetti è una forza per unità di superficie, detta *tensione superficiale t*) è indipendente dalla superficie cioè non cambia al variare dell'estensione della membrana saponosa. Per far questo basta costruire telai di diverse misure
- Si può vedere come cambia la tensione superficiale dell'acqua se ad essa aggiungiamo del sapone (**vedi scheda allegata 6/b**)

Scheda allegata 6/a

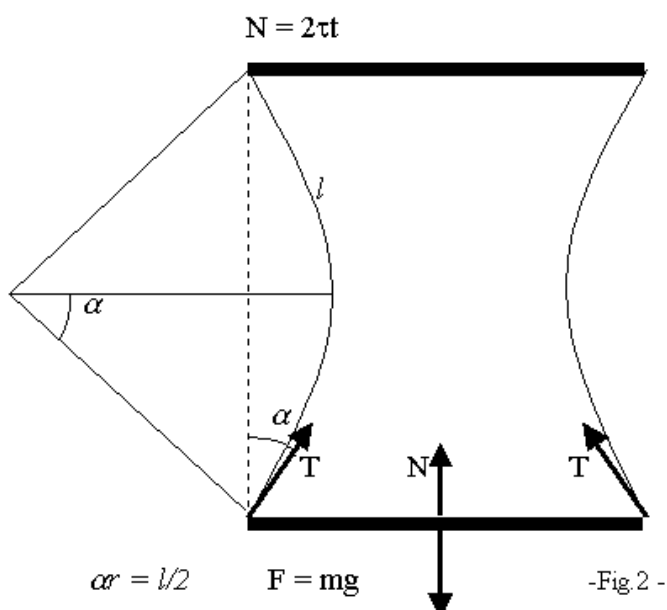
Calcolo della tensione superficiale di un liquido

Si costruisca un quadrilatero dove due lati opposti sono flessibili. Si misuri la lunghezza dei lati del quadrilatero, lo si immerga poi nella soluzione saponosa, quindi lo si estragga delicatamente e lo si appenda in modo verticale (vedi fig. 1). Su di esso si sarà formata una lamina di sapone e i due lati flessibili avranno assunto una forma circolare.



- Fig. 1 -

La quantità Δy di cui si solleva la cannuccia inferiore, rispetto alla sua posizione di riposo, cioè in assenza della membrana, è tanto maggiore quanto più è elevata la tensione superficiale del liquido di cui è fatta la membrana stessa. Si prenda in considerazione l'equilibrio della cannuccia orizzontale inferiore, che si suppone avere massa m e lunghezza t .



-Fig.2 -

l'equilibrio della cannuccia sarà dato da:

$$2T\cos\alpha + 2ct = mg \quad (1)$$

Esprimendo l'angolo in radianti, dalla stessa figura si ricava facilmente che vale la seguente relazione $2\alpha r = l$ e quindi

$$\Delta y = 1/24 \beta / r^2$$

Da quest'ultima si può ricavare :

$$r = \sqrt{\frac{l^3}{24\Delta y}}$$

sostituendo in

$$\Delta y = 1/6 l \alpha^2$$

si ottiene:

$$\alpha = \sqrt{\frac{5\Delta y}{l}}$$

La tensione superficiale τ è legata al valore della tensione T del filo

$$2T\cos\alpha = 4r\tau\cos\alpha = \alpha \sqrt{\frac{2l}{3\Delta y}} \left(\cos \sqrt{\frac{6\Delta y}{l}} \right)$$

Ora introducendo questa nella (1) si ottiene:

$$\tau = \frac{mg}{2l + l \sqrt{\frac{2l}{3\Delta y}} \cdot \cos \sqrt{\frac{6\Delta y}{l}}}$$

Si è così trovata la formula che permette di trovare il valore della tensione superficiale τ del liquido in esame partendo dal valore dell'innalzamento Δy della cannuccia.

Scheda allegata 6/b

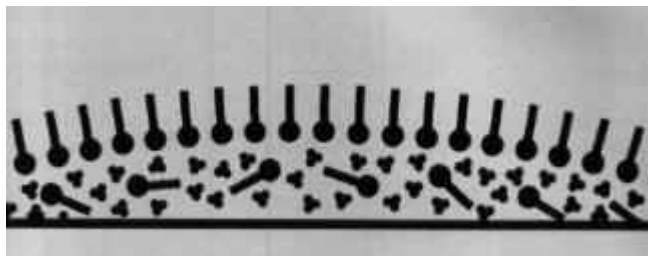
La superficie dell'acqua si comporta come se fosse ricoperta da un sottile strato di "pelle" elastica



Si prenda una bacinella piena di acqua, si adagi una graffetta o una lametta da barba delicatamente sulla superficie dell'acqua si nota che questi oggetti galleggiano. Perché la cosa si noti meglio è preferibile porre gli oggetti su di un pezzo di carta assorbente e poi adagiarli sulla superficie dell'acqua. Dopo pochi secondi, la carta assorbente affonda mentre gli oggetti continuano a galleggiare.



Se si osserva attentamente la superficie dell'acqua, si nota che l'oggetto è adagiato in una lieve depressione: la superficie dell'acqua si comporta come se fosse ricoperta da un sottile strato di "pelle" elastica. In natura si trovano anche degli insetti che sfruttano questa proprietà dell'acqua per potersi spostare e rimangono in equilibrio sulla superficie dell'acqua.



Se nell'acqua su cui galleggia il nostro oggetto introduciamo alcune gocce di soluzione saponata, o di alcool, si osserva che l'oggetto affonda. Questo perché la soluzione saponata, l'alcool e i detersivi in genere provocano una rottura della pelle e quindi riducono la possibilità di galleggiamento.

Infatti una molecola di sapone o di un tensioattivo qualsiasi è formata da una lunga catena idrocarburica apolare attaccata ad un gruppo fortemente polare. Quando queste molecole di sapone vengono a trovarsi in un mezzo acquoso tendono a migrare alla superficie e a orientarsi in modo che le loro estremità apolari vengono a trovarsi fuori dal mezzo. La superficie dell'acqua viene quindi a trovarsi ricoperta quasi completamente da uno strato apolare che riduce drasticamente la sua tensione superficiale. Si può immaginare che queste code di molecole di sapone buchino la superficie dell'acqua facendo sì che gli oggetti che prima galleggiavano ora affondino.