

Esperienze con le bolle di sapone

Esperienza 10

Obiettivo

Far vedere cosa succede quando due bolle di dimensioni diverse si uniscono e come questa unione dipende dalla pressione.

Materiale occorrente

- Soluzione saponosa
- Cannuce
- Un tavolo di formica o dei piatti

Procedimento



Intingere la cannuccia nella soluzione, bagnare con un po' di quest'ultima un piatto o il tavolo, gonfiare delle bolle appoggiandole al tavolo stesso in modo che si uniscano. Far in modo che le bolle siano o della stessa grandezza o una più piccola e l'altra più grande.

Cosa far vedere

Se si osservano attentamente due bolle unite che hanno le stesse dimensioni, si vedrà che la lamina che si è formata nel momento dell'unione è praticamente perpendicolare al piano di appoggio. Se invece le bolle sono di dimensioni diverse la lamina non sarà più perpendicolare al piano ma tenderà a rientrare verso la bolla che ha dimensioni più grandi. Più la differenza di dimensioni tra le due bolle è grande più si evidenzierà il fenomeno (se si fanno scoppiare le bolle la traccia che queste lasceranno sul tavolo lo evidenzierà ancor meglio).

Cosa succede

Grazie alle proprietà di elasticità della membrana saponosa all'interno di una bolla di sapone l'aria si trova sotto pressione (vedi esperienza con candela). Per bolle diseguali la lamina che le unisce ha una certa flessione verso la bolla grande, questo indica che l'aria contenuta in quella piccola è sottoposta ad una pressione maggiore di quella contenuta nella più grande. La membrana è piatta quando ai due lati la pressione è la stessa (bolle di uguale dimensione)

Per approfondire



Si può affermare che la pressione dell'aria in una bolla è inversamente proporzionale al raggio della bolla stessa. Poiché la pellicola saponosa è sempre tesa con la stessa forza, qualunque siano le dimensioni della bolla, è chiaro che la pressione all'interno deve dipendere soltanto dalla curvatura. Infatti nella bolla grande: la curvatura è piccola e la pressione è piccola, nella bolla piccola: la curvatura è grande e la pressione è grande. La forma sferica non è l'unica che si può dare ad una bolla di sapone.

Se si mette una bolla di sapone tra due anelli si può "tirarla" (vedi foto) finché assume una forma a tubo.

Questo risultato è generalizzato a bolle di forma qualsiasi. **(vedi scheda allegata)**

Scheda allegata

Variazione della curvatura di una bolla col variare della pressione



Si prendano due anelli e in mezzo ad essi si metta una bolla di sapone, si modifichi gradualmente la pressione. Ci si può rendere conto di quale sia la pressione osservando la parte di pellicola che sporge sopra e sotto da ciascun anello (calotte).
Se si fa in modo che all'inizio la bolla sia una sfera quasi perfetta, e poi si soffia ancora dentro dell'aria, le calotte assumono una maggior curvatura, indicando che la pressione è aumentata. Più si soffia maggiore è la curvatura delle calotte ma anche i fianchi sporgono lateralmente più gonfi di quelli di una sfera.



Si può creare anche una diminuzione di pressione, basta allontanare leggermente i due cerchi, si vede così che le calotte tendono ad appiattirsi e i fianchi sporgono meno.
Se si continua ad allontanare i due cerchi la pressione dell'aria contenuta nella bolla continua a diminuire si arriverà così ad un certo punto in cui i fianchi sono dritti e le calotte sono quasi piatte, si è ottenuto un cilindro in questa situazione si ha un equilibrio tra pressione interna e pressione esterno.



Se si continua a diminuire la pressione le calotte diventano completamente piatte, i fianchi assumono la forma di un iperboloide. Infine quando la pressione interna alla bolla è minore di quella esterna, cioè quando le due calotte tendono ad essere risucchiate verso l'interno e i fianchi hanno una strozzatura si è in una situazione instabile infatti si formano immediatamente due bolle, una per ogni cerchio.

Via via che si riduce la pressione si sono ottenute sette curve, cioè:

1. Profilo più gonfio di quello di una sfera
2. La sfera
3. Tra sfera e cilindro
4. Il cilindro
5. Tra cilindro e iperboloide
6. l'iperboloide
7. Il profilo si assottiglia sempre di più fino a quando la pressione interna è minore della pressione esterna a questo punto si formano due sfere uguali

Da questa esperienza si può dedurre che ci deve sicuramente essere un qualche legame tra il raggio di curvatura e la differenza di pressione attraverso la superficie. Questa relazione è espressa dalla Legge di Laplace che lega queste due grandezze alla tensione superficiale:

$$\Delta p = \frac{\tau}{r}$$

Più precisamente se si considera una superficie di forma qualsiasi di un fluido si può dire che, quando la lamina è in equilibrio, la pressione della parte concava è maggiore della pressione della parte convessa e che il valore di questa differenza di pressione è proporzionale alla tensione superficiale del liquido e alla curvatura media della superficie in quel punto si ha cioè:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \tau \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Questa altro non è che la formula di Laplace nel caso generale