

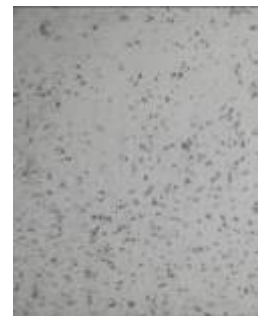
Filetti fluidi



Lo strumento utilizzato è costituito da un motorino collegato ad un alimentatore che si inserisce in una vaschetta da riempire di acqua sulla quale spargiamo della polvere di sughero, il motore spinge l'acqua in 2 direzioni lateralmente e la fa confluire attraverso canali di scorrimento in un vano centrale dove possono essere posizionati degli ostacoli che ci permettono di osservare la formazione di vortici. Il vano centrale è trasparente quindi grazie a una lavagna luminosa possiamo osservare la proiezione dei fenomeni.

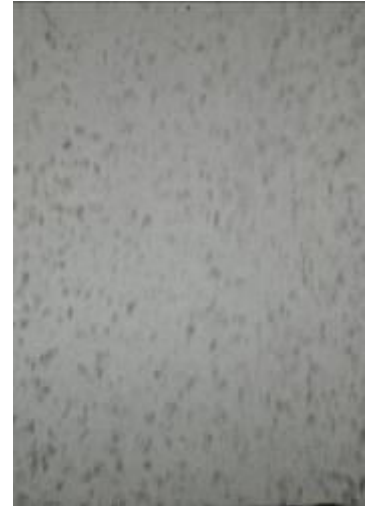
1. Moti browniani

- **Fare:** spargere la polvere di sughero sulla superficie dell'acqua senza azionare il motore.
- **Osservare:** le particelle di sughero si dispongono nella vaschetta con una conformazione casuale che viene definita figura browniana.
- **Domandare:** perché le particelle si dispongono in questo modo?
- **Risposta:** quando un fluido si trova all'equilibrio termodinamico si potrebbe pensare che le molecole che lo compongono siano essenzialmente ferme o che comunque vibrino attorno alla loro posizione di equilibrio per effetto della temperatura. Se però si osserva il moto di un tale fluido, ad esempio disperdendovi delle particelle colorate molto leggere ed osservandone il movimento, si nota che queste sono tutt'altro che a riposo. Quello che si osserva è che ciascuna particella segue un moto disordinato la cui natura appare essere indipendente dalla natura della particella stessa. Questo è dovuto al fatto che la particella in questione subisce un gran numero di urti da parte delle molecole del fluido in cui è immerso. Il moto browniano venne scoperto nel 1828 da Robert Brown osservando il moto del polline in una sospensione acquosa.



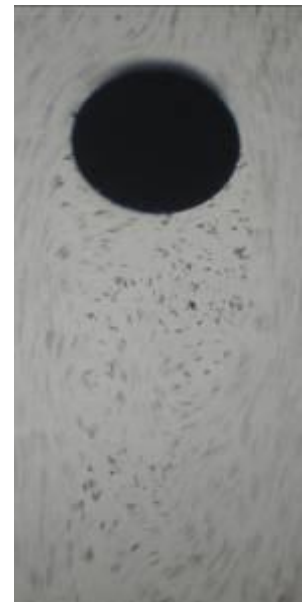
2. Moto semplice

- **Fare:** azionare il motore.
- **Osservare:** l'acqua scorre nella vaschetta centrale come divisa in corridoi. Questo accade perché prima di arrivare nel vano centrale l'acqua passa in canali di scorrimento che ne delineano il flusso.
- **Domandare:** come mai riusciamo a vedere l'acqua scorrere come divisa in corridoi?
- **Risposta:** grazie alle particelle di sughero possiamo osservare il moto dell'acqua che giungendo da canali differenti prosegue nella zona mediana con diverse velocità.



3. Cilindro

- **Fare:** collocare nel vano centrale un cilindro che funge da ostacolo.
- **Osservare:** nella zona d'ombra del cilindro si formano dei vortici. Quando diminuisce l'intensità della spinta la zona interessata dai vortici aumenta mentre si riduce il numero degli stessi. Se invece l'intensità aumenta i vortici diventano più numerosi ma occupano uno spazio minore.
- **Domandare:** perché ponendo un ostacolo al flusso dell'acqua osserviamo la formazione di vortici?
- **Risposta:** i filetti fluidi che giungono all'ostacolo si separano per oltrepassarlo e nel ricongiungersi oltre questo vanno a occupare la zona d'ombra creata dal cilindro. Per farlo devono invertire la loro direzione creando così un moto circolare che da origine ai vortici che osserviamo.

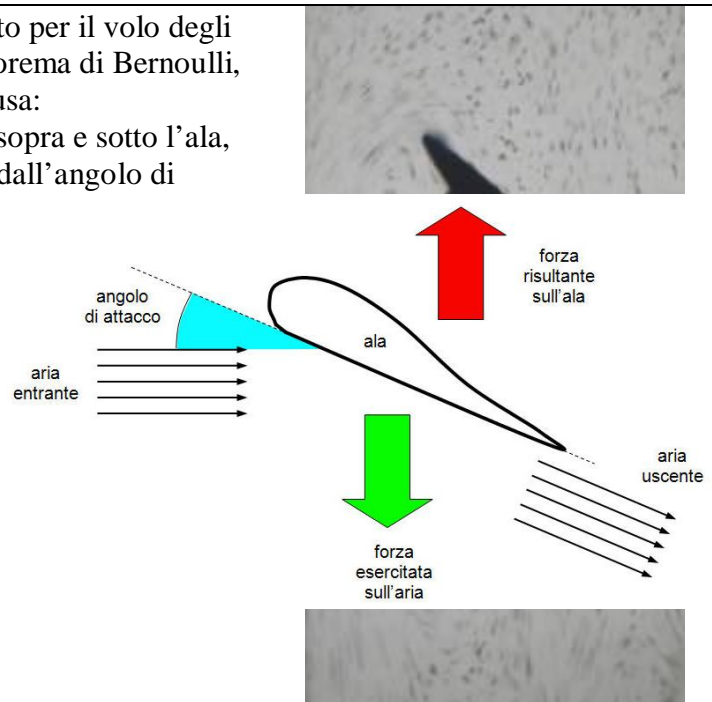


4. Ala d'aereo

- **Fare:** collocare nel vano centrale un oggetto a forma d'ala d'aereo che funge da ostacolo.
- **Osservare:** nella zona d'ombra dell'ala si formano dei vortici. Quando diminuisce l'intensità della spinta la zona interessata dai vortici aumenta mentre si riduce il numero degli stessi. Se invece l'intensità aumenta i vortici diventano più numerosi ma occupano uno spazio minore.
- **Domandare:** perché ponendo un ostacolo al flusso dell'acqua osserviamo la formazione di vortici?
- **Risposta:** i filetti fluidi che giungono all'ostacolo si separano per oltrepassarlo e nel ricongiungersi oltre questo vanno a occupare la zona d'ombra creata dall'ala. Per farlo devono invertire la loro direzione creando così un moto circolare che da origine ai vortici che osserviamo.
- **Domandare:** come può essere sfruttato questo fenomeno?

- **Risposta:** il fenomeno può essere sfruttato per il volo degli aerei. La spiegazione fa riferimento al teorema di Bernoulli, infatti un aeroplano si regge in volo a causa:

1) della differenza di pressione tra l'aria sopra e sotto l'ala, che è causata sia dalla forma dell'ala sia dall'angolo di attacco, cioè l'angolo tra la superficie dell'ala dell'aereo e la direzione dell'aria che la colpisce. Abbiamo una dimostrazione pratica di come intervenga l'angolo di attacco quando sporgiamo un braccio fuori dal finestrino della macchina, tenendo la mano prima parallela al suolo e poi ruotandola in modo che l'aria colpisca il palmo: sentiremo una forza che tende a sollevare la mano.

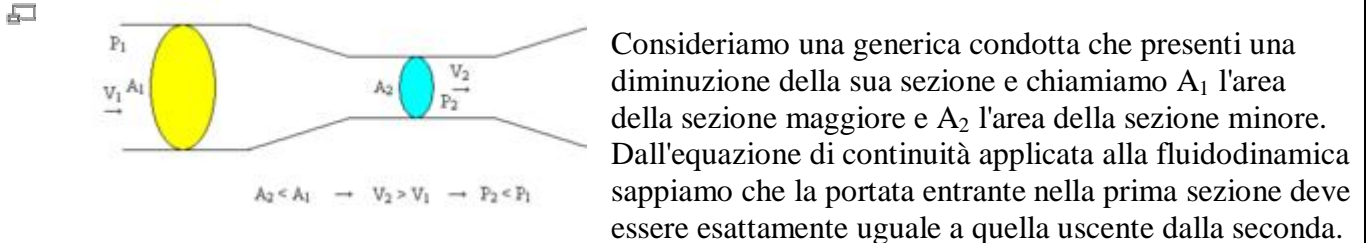


2) della deflessione dell'aria, cioè il fatto che l'ala (per varie ragioni tra le quali la forma dell'ala stessa e la viscosità dell'aria) tende a deviare l'aria verso il basso e per il principio di azione e reazione riceve una spinta verso l'alto. Lo stesso fenomeno si osserva se mettiamo la parte convessa di un cucchiaino sotto il flusso d'acqua di un rubinetto e si nota che, al contrario di quanto ci si potrebbe aspettare, il cucchiaino viene attirato e non allontanato dal getto, mentre il getto stesso viene deviato seguendo la curvatura del cucchiaino.

Lo stesso fenomeno è sfruttato anche nella barca a vela.

5. Tubo di Venturi

- **Fare:** collocare nel vano centrale la struttura del tubo di Venturi.
- **Osservare:** si può vedere come al restringersi del tubo si assiste ad un progressivo aumento della velocità del flusso d'acqua.
- **Domandare:** perché si verifica questo fenomeno?
- **Risposta:** ad un aumento della velocità corrisponde una diminuzione della pressione e viceversa, cioè all'aumento della pressione corrisponde una diminuzione della velocità.



Da ciò, poiché la portata può essere espressa come prodotto della velocità del fluido per l'area della sezione attraversata, sappiamo che c'è un aumento di velocità attraverso la sezione A_2 rispetto a quella attraverso A_1 ($v_1 < v_2$).

Detta p la pressione del fluido, ρ la sua densità e v la velocità, vale la relazione

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{costante} \quad (\text{Teorema di Bernoulli}).$$

Si osserva che se v aumenta, p deve diminuire. Nel caso del nostro esempio, cioè, la pressione p_2 risulterà essere minore della pressione p_1 .

L'effetto Venturi viene anche chiamato paradosso idrodinamico poiché si può pensare che la pressione aumenti in corrispondenza delle strozzature; tuttavia, per la legge della portata, la velocità aumenta in corrispondenza delle strozzature e, di conseguenza, la pressione diminuisce.

