
Corso: Elementi di meccanica dei fluidi / Dinamica dei fluidi / Fluidi in moto

Lo studio del moto di un fluido può rivelarsi difficile, tant'è vero che resta una delle branche della fisica più complicate, nonostante con gli anni siano subentrate altre branche concettualmente molto complesse. Poiché un fluido è, in realtà, un sistema microscopicamente discreto, lo studio del moto delle singole particelle richiede conoscenze molto approfondite di matematica e della meccanica statistica. Per tale motivo, tratteremo qui i fluidi come se fossero sistemi continui. In generale, esistono due approcci per studiare i fluidi in moto:

1. Approccio lagrangiano, in cui si studia il moto di un determinato volumetto di fluido;
2. Approccio euleriano: si considera una posizione fissa e si determinano le variabili del fluido in quella posizione al variare del tempo.

In questo corso useremo l'approccio euleriano; sceglieremo quindi una posizione fissa e, al variare del tempo, studieremo le variabili del moto che descrive il fluido. È quindi giusto parlare di una velocità che, oltre al tempo, sia anche funzione della posizione.

Definizione

Definiamo

$$\vec{v}(t, \vec{r})$$

La velocità del fluido quando passa nella posizione \vec{r} al tempo t .

Prima di studiare il moto di un fluido, diamo delle definizioni preliminari.

Definizione (Linee di flusso)

Le linee di flusso sono delle curve che, in ogni istante e in ogni punto, hanno come tangente il vettore velocità che il fluido ha in quel punto e in quell'istante.

Le linee di flusso, che possono chiamarsi anche *campo di velocità*, descrivono il moto del fluido.

È bene precisare che un elemento di fluido *non* segue necessariamente le linee di flusso: questo descrivono solo il comportamento del fluido *istante per istante*, non continuamente nel tempo.



È anche immediato pensare che due o più linee di flusso *non* possano intersecarsi: qualora lo facessero si avrebbero due o più vettori tangenti al punto in quell'istante, ma la velocità in una posizione e in un istante è una.

Quando si studia un fluido in moto, si devono tener conto anche degli sforzi di taglio. Per tutti i fluidi reali esso è presente, ma in un *fluido perfetto* no. In questo caso si parla di fluido non viscoso.

Definizione (Liquido perfetto)

Si definisce **liquido perfetto** un liquido *incomprimibile* e *non viscoso*.

Poiché questo corso è un introduzione alla meccanica dei fluidi, considereremo solo fluidi in *moto stazionario*.

Definizione (Moto stazionario)

Quando la velocità $\vec{v}(t, \vec{r})$ non dipende dal tempo, ma solo dalla posizione, ovvero:

$$\vec{v}(t, \vec{r}) = \vec{v}(\vec{r})$$

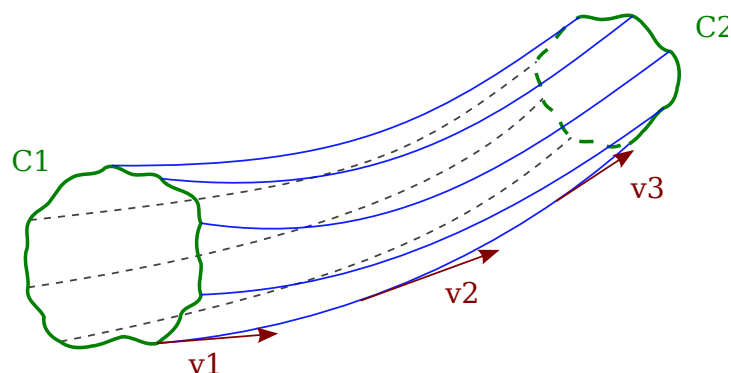
si parla allora di **moto stazionario**.

In un moto stazionario, le linee di flusso sono **costanti** e corrispondono alle **traiettorie** del fluido.

Lo studio del moto di un fluido non viene fatto su tutto il volume del fluido: spesso è utile o rilevante studiarne solo una parte, che si chiama *tubo di flusso*.

Definizione (Tubo di flusso)

Un tubo di flusso di un liquido perfetto in moto stazionario è una superficie che racchiude un insieme di linee di flusso. È una curva chiusa, così come tutte le linee che contiene.



In verde si notano le curve che generano il tubo di flusso, mentre in blu vi sono le linee di flusso.



In caso di moto stazionario, un tubo di flusso descrive efficacemente un insieme ben definito di liquido in moto. Considerata una porzione di tubo di flusso, è importante, nello studio di un moto, parlare di *portata*.

Definizione (Portata del tubo di flusso)

Si definisce **portata** il volume di liquido che passa nel tubo nell'unità di tempo, ovvero:

$$q = \frac{dV}{dt}$$

Poiché la quantità di massa nel tubo è sempre la stessa, in due istanti di tempo avremo due masse $dm_{1,2}$. Allora è immediato che:

$$\begin{aligned} dm_1 &= dm_2 \\ \rho dV_1 &= \rho dV_2 \\ dV_1 &= dV_2 \end{aligned}$$

Da cui ricaviamo che $\frac{dV_1}{dt} = \frac{dV_2}{dt}$, ovvero che **la portata è costante nel tubo**. Questa espressione è nota anche come *legge di conservazione della massa* oppure **equazione di continuità**.

Nel caso in cui la sezione del tubo sia *perpendicolare* al vettore velocità, chiameremo il tubo di flusso *elementare*. In questo caso, avremo che un dato volume di fluido V si sposta, in un istante dt , di una lunghezza dl nel tubo; la lunghezza può essere anche scritta $dl = v dt$. Poiché la velocità è perpendicolare alla sezione, avremo che:

$$dV = S dl = S v dt \quad \Rightarrow \quad q = \frac{dV}{dt} = \frac{S v dt}{dt} = S v$$

Che è un ulteriore modo di determinare la portata di un tubo. Poiché essa è costante, avremo che $S_1 v_1 = S_2 v_2$, quindi se la sezione diminuisce la velocità aumenta, così come il contrario. Nel caso generale in cui la sezione non sia perpendicolare alla velocità, si considera nel calcolo solo la componente della velocità che sia normale alla sezione.

Ricordando la definizione di *flusso di un vettore*, ovvero $\Phi_S(\vec{v}) = \vec{v} \cdot \hat{n} dS$, notiamo che il flusso di un fluido *coincide* con la sua portata.



1 Fonti per testo e immagini; autori; licenze

1.1 Testo

- **Corso:Elementi di meccanica dei fluidi/Dinamica dei fluidi/Fluidi in moto** *Fonte:* https://it.wikitolearn.org/Corso%3AElementi_di_meccanica_dei_fluidi/Dinamica_dei_fluidi/Fluidi_in_moto?oldid=47911 *Contributori:* Toma.Luca95, Dan, WikiToBot, Move page script e BillyHalley

1.2 Immagini

- **File:Streamlines_and_streamtube.svg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Streamlines_and_streamtube.svg *Licenza:* Public domain *Contributori:* Own work (Image based on now-deleted [File:Streamlines and streamtube.png](#)) `` This *W3C-undefined* vector image was created with Inkscape . *Artista originale:* Twisp

1.3 Licenza dell'opera

- [Project:Copyright Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 & GNU FDL]
- [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0](#)

