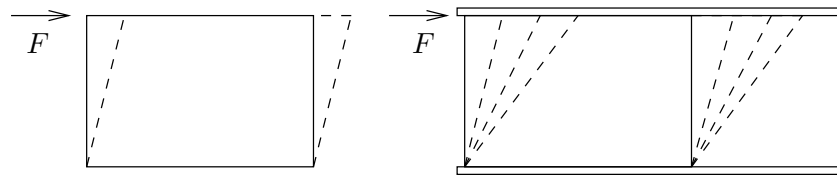


Introduzione: proprietà fisiche dei fluidi

I fluidi sono materiali caratterizzati, rispetto ai solidi, dalla facilità con cui si deformano. Inoltre, mentre un corpo solido ha una sua configurazione indisturbata ben definita, in assenza di forze esterne, un corpo fluido non ha in generale una configurazione preferenziale da assumere come configurazione di riferimento. Inoltre un corpo solido cambia la sua configurazione e quindi la posizione relativa dei suoi elementi, di una quantità tanto più piccola quanto più piccola è la forza applicata e ritorna poi alla configurazione originale se la forza viene rimossa (corpo elastico) o mantiene una piccola deformazione residua (corpo plastico)

Per un corpo fluido il cambio di posizione relativa dei suoi elementi può essere molto rilevante anche per forze applicate tendenzialmente nulle. Si consideri a tal fine la forza di taglio applicata a un cubo di materiale solido e a un cubo di materiale fluido contenuto tra due lastre piane come nella figura da cui appare che il fluido continua a deformarsi

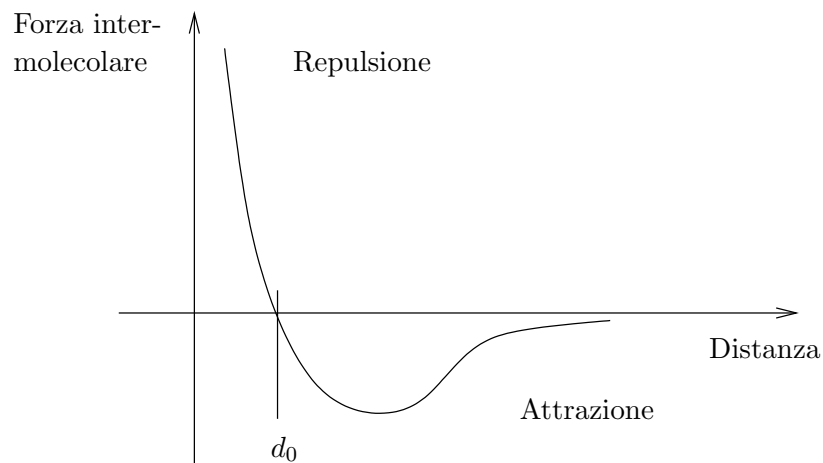


Alcuni materiali come l'acqua e l'aria sono chiaramente identificabili come fluidi, altri di struttura più complessa, come ad esempio una gelatina o la pece, possono avere comportamento misto, cioè comportarsi in parte come solidi e in parte come fluidi. Per lo studio della dinamica, la differenza di comportamento tra un liquido e un gas non ha un carattere così sostanziale come quello tra fluidi e solidi, se non per variazioni di densità e compressibilità che in ogni caso, come vedremo, hanno una notevole influenza sul campo fluidodinamico.

Le differenze di comportamento tra solidi, liquidi e gas dipendono essenzialmente dalla struttura e della interazione molecolare proprie di questi

materiali. Per i solidi si ha una struttura o assetto molecolare ordinato (ad esempio un reticolo cristallino) con la presenza di forze intermolecolari molto rilevanti. Per i gas la distanza molecolare è molto più grande che per i solidi e la struttura è totalmente disordinata con forze intermolecolari molto deboli. Per i liquidi mentre le distanze molecolari sono dello stesso ordine di grandezza che per i solidi (la densità è paragonabile) la struttura molecolare è solo parzialmente ordinata e le forze intermolecolari sono molto più deboli. Ne risulta una mobilità molto alta simile a quella dei gas, ma essendo la densità analoga a quella dei solidi, la compressibilità è relativamente modesta.

Considerando l'andamento qualitativo della forza che una molecola esercita su un'altra in funzione della loro distanza (vedi figura)

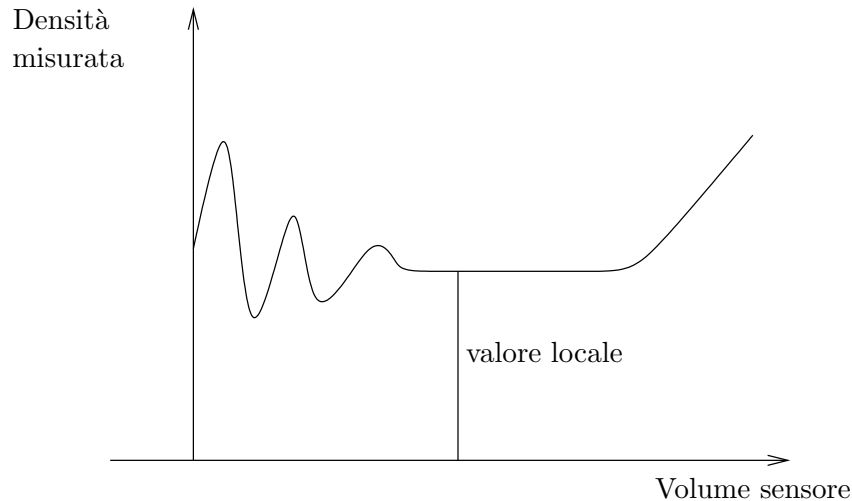


si ha una posizione di equilibrio per distanza d_0 . Per solidi e liquidi la distanza intermolecolare è dell'ordine di d_0 . Per i gas la distanza è $\sim 10 d_0$ e quindi le forze intermolecolari sono praticamente trascurabili, come si ipotizza nella teoria cinetica dei gas si suppone che le forze intermolecolari siano trascurabili.

Quindi l'assetto molecolare (struttura, distanze e forze scambiate) ha un ruolo molto importante nel definire il comportamento del materiale, ma può essere totalmente ignorato sia per solidi che per fluidi, se si assume l'ipotesi di mezzo continuo cioè se si considera la materia distribuita su tutto il volume e non concentrata localmente dove sono presenti le molecole.

Infatti la scala macroscopica di interesse per un campo fluidodinamico è di molti ordini di grandezza maggiore della scala microscopica che misura le distanze fra le molecole. Quantifichiamo questi concetti con una rapida stima numerica. Supponiamo di effettuare una misura di densità locale e quindi consideriamo uno strumento con un sensore di dimensioni molto limitate ad esempio 10^{-3}cm : ne risulta un volume di 10^{-9}cm^3 . Per l'aria in

condizioni normali di pressione e temperatura si ha, per la legge di Avogadro, un numero di molecole di 3×10^{19} per cm^3 . Quindi nel volume del sensore risultano presenti 3×10^{10} molecole: un numero abbastanza alto da considerare il valore medio per unità di volume, che dà la misura della densità locale, stabile rispetto a piccole variazioni del volume del sensore.



Ovviamente se si andasse a considerare volumi molto più piccoli, tali da avere all'interno solo poche molecole, si rileverebbero drastiche variazioni di densità per piccole variazioni del volume del sensore, o in tempi successivi a parità di volume di misura considerato. Nella figura si può vedere schematicamente l'effetto delle dimensioni del volume del sensore sul valore della densità misurata. In particolare, per valori molto grandi di tale volume si osserva una variazione continua dovuta alla variazione spaziale di densità nel campo.

Nel caso di gas molto rarefatti, all'interno del volume di misura potrebbero essere presenti solo poche molecole e quindi non si riuscirebbe a definire un valore medio stabile. In questo caso infatti non si può assumere il fluido come un mezzo continuo.

In conclusione se è valida l'ipotesi di mezzo si può attribuire un significato ben definito al valore locale di una proprietà del fluido, come la densità, che potrà essere ottenuta come funzione continua della posizione e del tempo. In tal modo si potrà costruire un sistema di equazioni che governa il moto e che sarà in gran parte indipendente dal tipo di fluido che consideriamo e quindi dalla sua particolare struttura molecolare. Solo tramite le relazioni costitutive si reintroducono alcune informazioni che tengono conto del comportamento specifico del fluido in esame.

Un'analoga trattazione è presa in considerazione per lo studio dei corpi solidi. Una particolare attenzione è però necessaria nell'impostazione delle

equazioni per i fluidi in quanto sono caratterizzati, come prima accennato da una continua deformabilità e dall'assenza di una configurazione di riferimento.