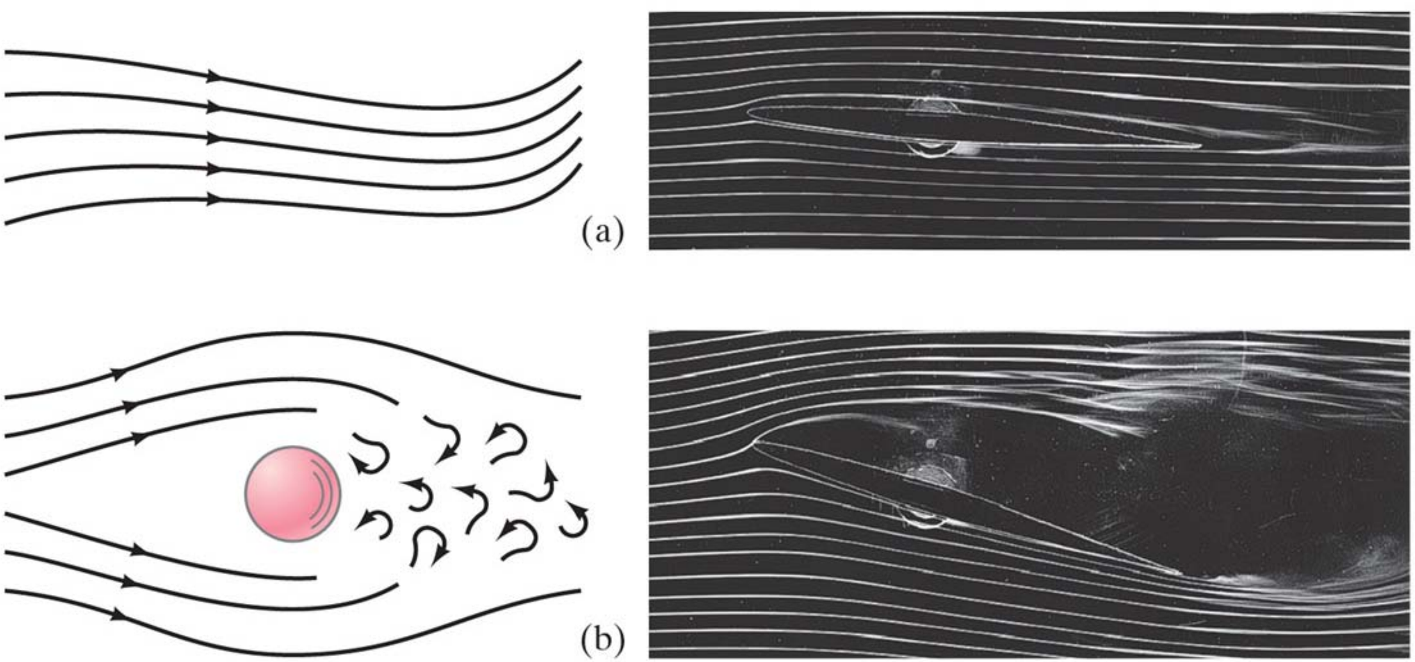
Fluidi in movimento

Tratteremo solo le condizioni stazionarie, non i “transienti”, ed i moti laminari.

flusso:
- Laminare (a)
- Turbolento (b)



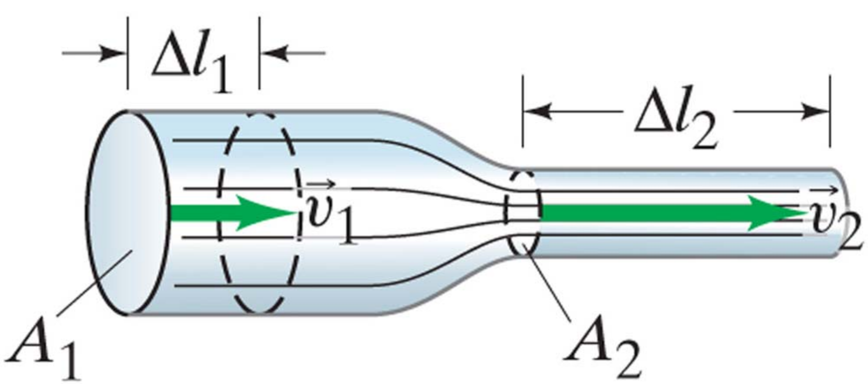
Linee (e tubi) di flusso e linee di corrente

- Una **linea di flusso** rappresenta quella linea che è sempre tangente al vettore velocità di una particella elementare di fluido.
- Si immagini di prendere una porzione di spazio nel quale scorre un fluido e di poter fotografare in un determinato istante il vettore velocita della particella di fluido; ripetiamo l'operazione negli istanti successivi (avremo così per ogni istante la direzione del vettore velocità). La linea di flusso non è altro che la curva che risulta sempre tangente a tali vettori. Nel caso in cui il moto risulti stazionario allora le **linee di flusso** coincidono con le linee di corrente (cioè con le traiettorie delle particelle di fluido).
- Dall'osservazione delle linee di flusso possiamo dedurre solo l'orientamento del vettore velocità e la presenza di eventuali gradienti all'interno del campo di moto (dove si infittiscono le linee di flusso aumenta il modulo del vettore velocità).
- Si consideri una qualsiasi linea chiusa che non sia una linea di flusso. Immaginando di tracciare tutte le linee di flusso che passano per tutti i punti della suddetta linea chiusa, si verrà così a formare una superficie tubolare che non verrà attraversata dal fluido nell'istante considerato. Lo spazio individuato dalla superficie è detto Tubo di Flusso.

Portata in massa e portata in volume (Q)

$$\text{portata in massa} = \frac{\Delta m}{\Delta \mathrm{t}} \qquad \text{kg/sec}$$

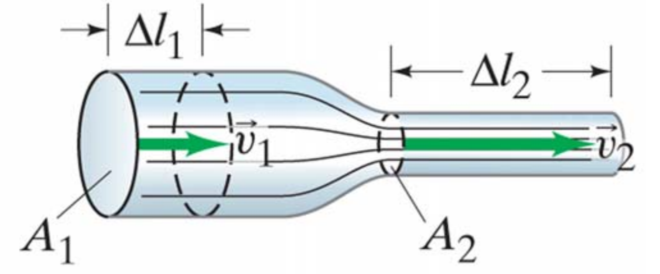
$$\text{portata in volume} = \frac{\Delta V}{\Delta \mathrm{t}} \qquad \text{m}^3\text{/sec}$$



$$\frac{\Delta m_1}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{\rho_1 \Delta V_1}{\Delta t} = \frac{\rho_1 A_1 \Delta l_1}{\Delta t} = \rho_1 A_1 v_1$$

$$\frac{\Delta m_2}{\Delta \mathrm{t}} = \rho_2 A_2 v_2$$

Poiché la massa si conserva:



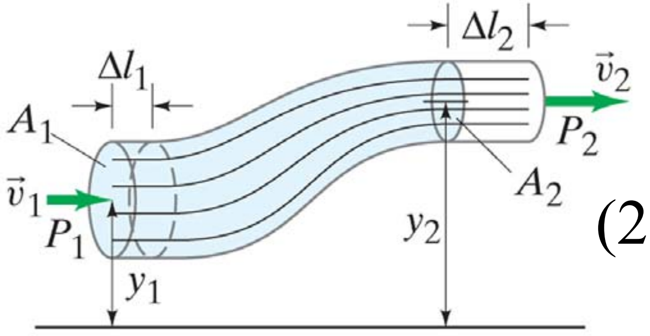
$$\frac{\Delta m_1}{\Delta t} = \frac{\Delta m_2}{\Delta t}$$

(1) $\boxed{\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2}$ equazione di continuità

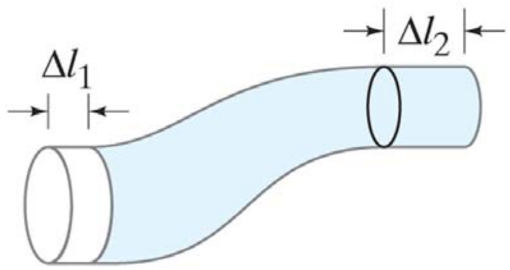
Se il fluido è incomprimibile (ρ=cost) (1') $\boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$

Av fornisce la portata (volumetrica) m^3/sec

L'equazione di Bernoulli



(a)



(b)

$$(2)\quad \boxed{P_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2}$$

$$(2')\quad \boxed{\frac{P_1}{\rho g} + \tfrac{1}{2}\frac{v_1^2}{g} + y_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \tfrac{1}{2}\frac{v_2^2}{g} + y_2}$$

altezza piezometrica

altezza di arresto

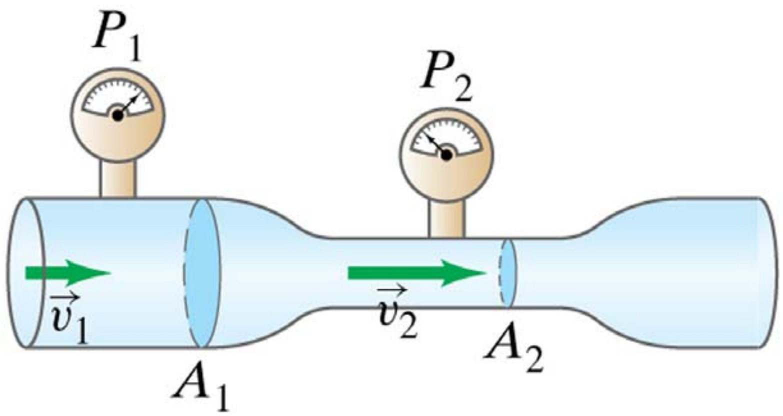
altezza geometrica

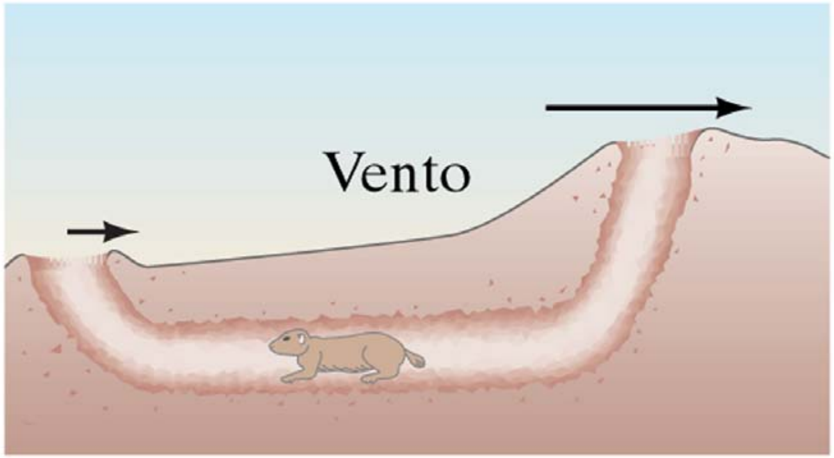
L’equazione di Bernoulli

- I termini della (2’) rappresentano delle altezze:
- z è l’altezza geometrica della sezione considerata, cioè la distanza del suo centro rispetto all’origine O;
- $p/\rho g$ è l’altezza di una colonna di fluido uguale a quello nel tubo di flusso che produce una pressione idrostatica pari a p ed è detta altezza piezometrica;
- v2/2g è la cosidetta altezza d’arresto, cioè l’altezza massima cui giungerebbe un grave lanciato verso l’alto con velocità iniziale v.
- **Il teorema di Bernoulli si può enunciare dicendo che nel moto stazionario di un fluido ideale lungo un tubo di flusso la somma delle altezze geometrica, piezometrica e d’arresto è invariante lungo una qualsiasi linea di flusso.**

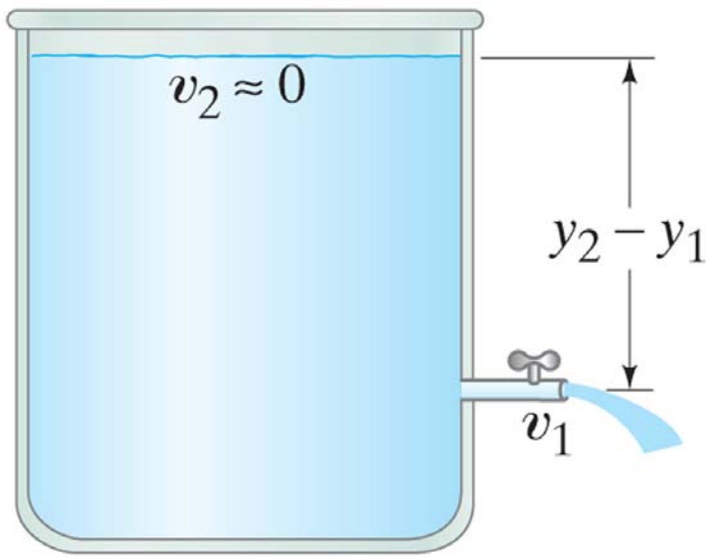
Applicazioni dell'equazione di Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$





Applicazioni dell'equazione di Bernoulli

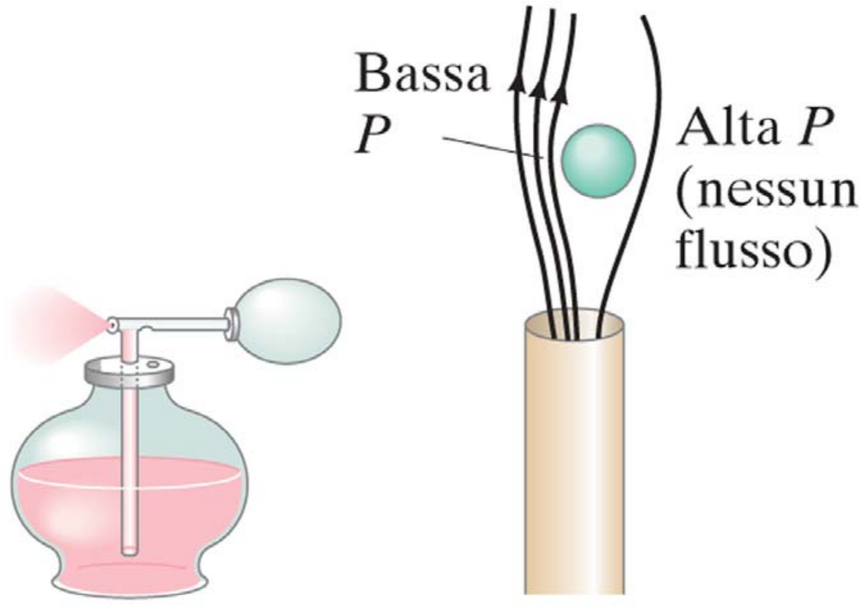


$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = \rho g y_2$$

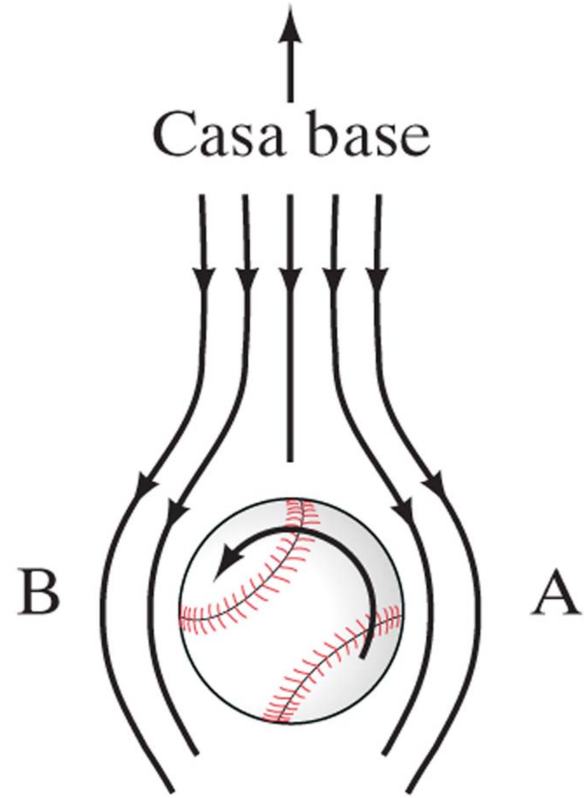
$$v_1 = \sqrt{2g(y_2 - y_1)}$$

Teorema di Torricelli

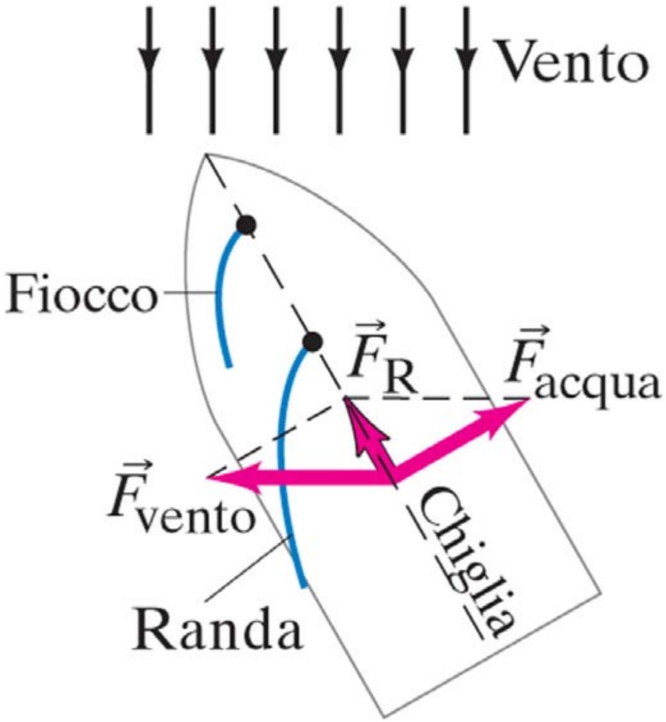
Applicazioni dell'equazione di Bernoulli

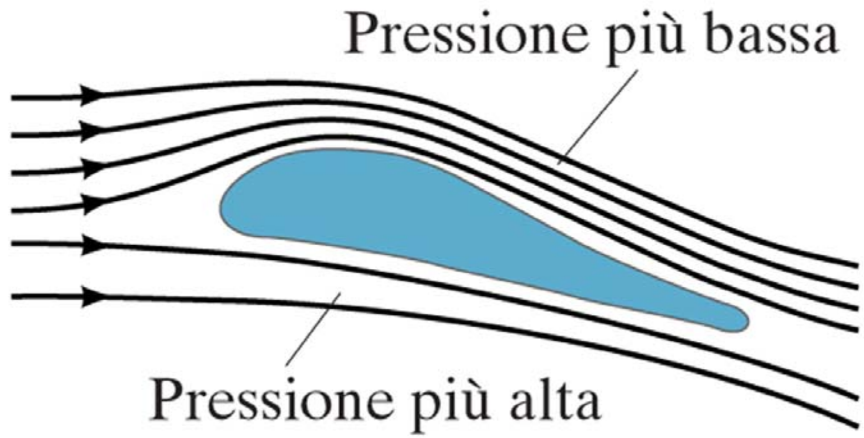


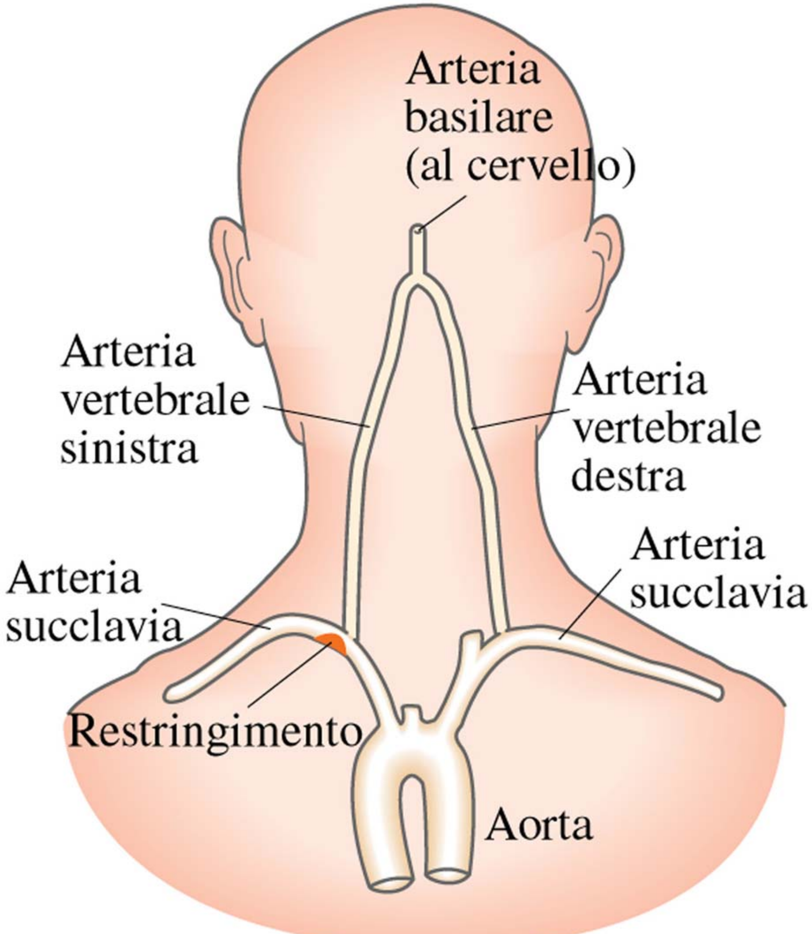
(a) (b)



Applicazioni dell'equazione di Bernoulli





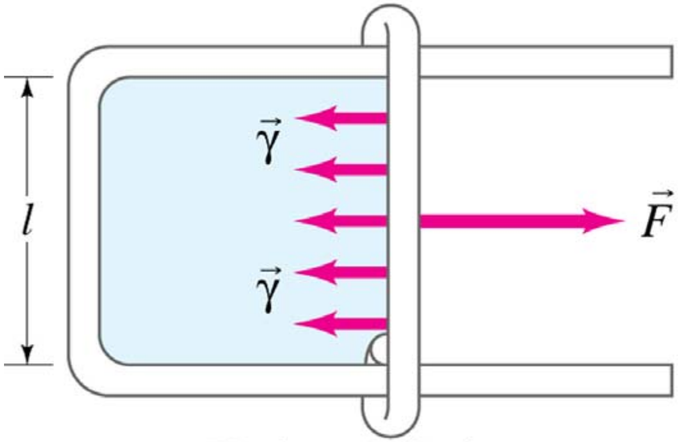

Arteria
basilare
(al cervello)
Arteria
vertebrale
sinistra
Arteria
vertebrale
destra
Arteria
succlavia
Arteria
succlavia
Restringimento
Aorta

Tensione superficiale e capillarità

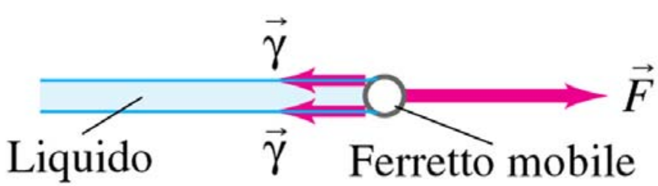
Tensione superficiale e capillarità

La tensione superficiale è definita come la forza F che agisce perpendicolarmente su ogni linea o bordo di una superficie di un liquido, tendendo a rendere la superficie chiusa.

$$\gamma = \frac{F}{l}$$



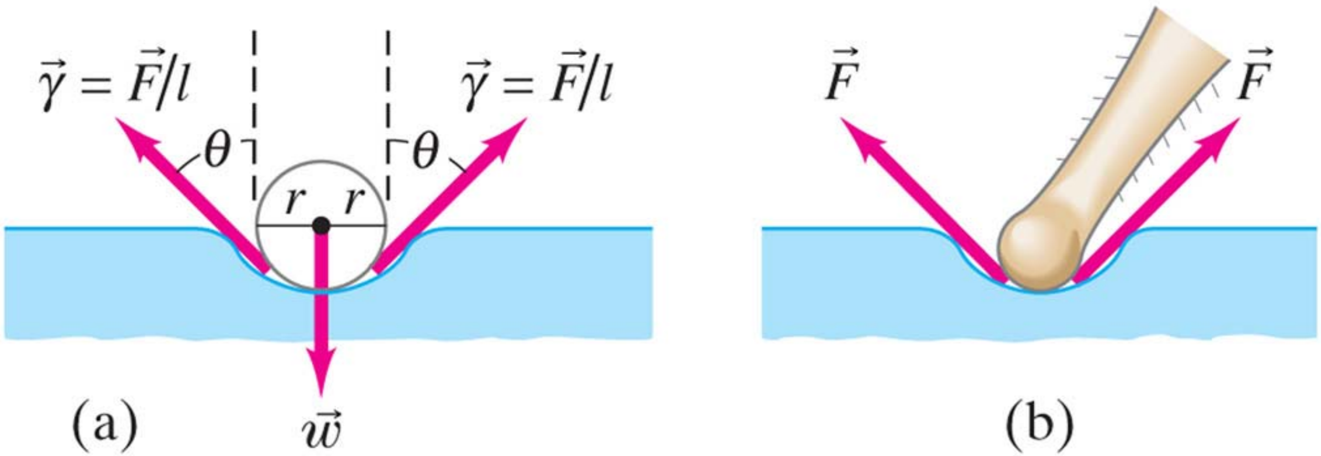
(a) Veduta dall'alto



(b) Veduta di fianco (ingrandita)

Nel caso in figura $\gamma = \frac{F}{2l}$

Problema 10-14



Capillarità