

# FORZE DI COESIONE

- materiali rigidi

↳ forze di legame infinite

- materiali **deformabili** (distensibili)

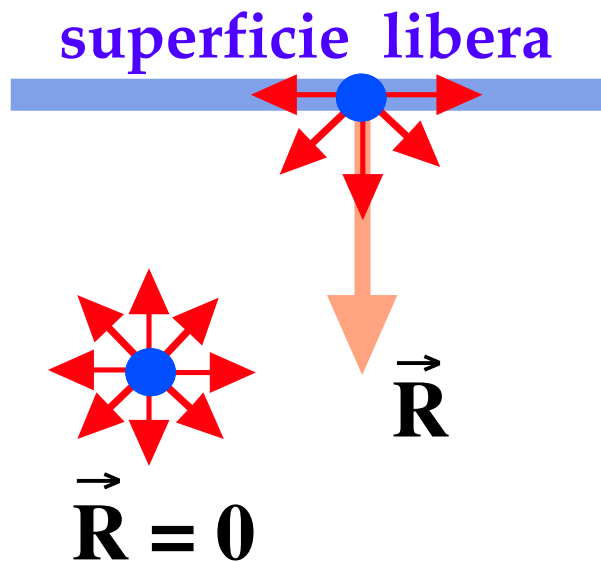
↳ forze di legame finite e dipendenti da stato di deformazione del materiale

forze di **COESIONE**

descrizione semplice nei liquidi

# TENSIONE SUPERFICIALE

## forze di COESIONE nei LIQUIDI



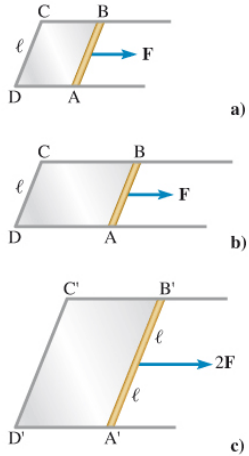
causano

- forze che si esplicano alla superficie libera
- tangenziali alla superficie
- perpendicolari al contorno

rendono

**minima la superficie libera**

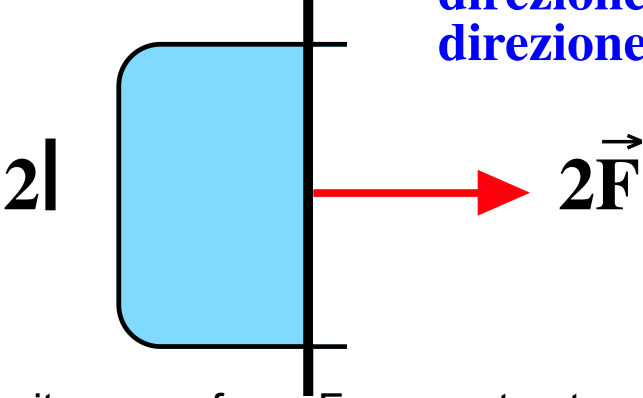
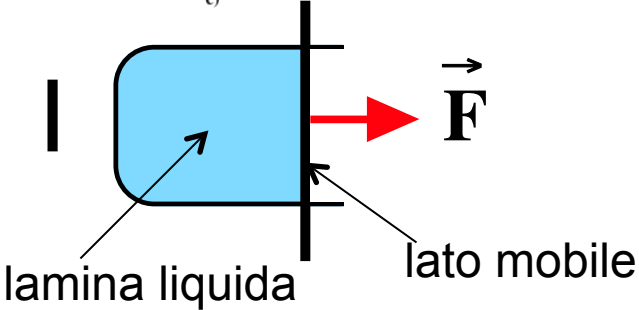
⇒ in una certa misura, possiamo considerare la superficie libera del liquido come una membrana tesa



# TENSIONE SUPERFICIALE

minima la superficie libera

forze di legame sollecitate nella direzione della forza, **non** in direzione ortogonale alla forza



$$F \propto l$$

si deve esercitare una forza F per contrastare la contrazione della lamina di liquido. F e' proporzionale alla lunghezza l, non all'area della lamina.

forze di tensione superficiale

tensione superficiale

$$F = \tau l$$

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

effetto netto

## Fenomeni di superficie e capillarità

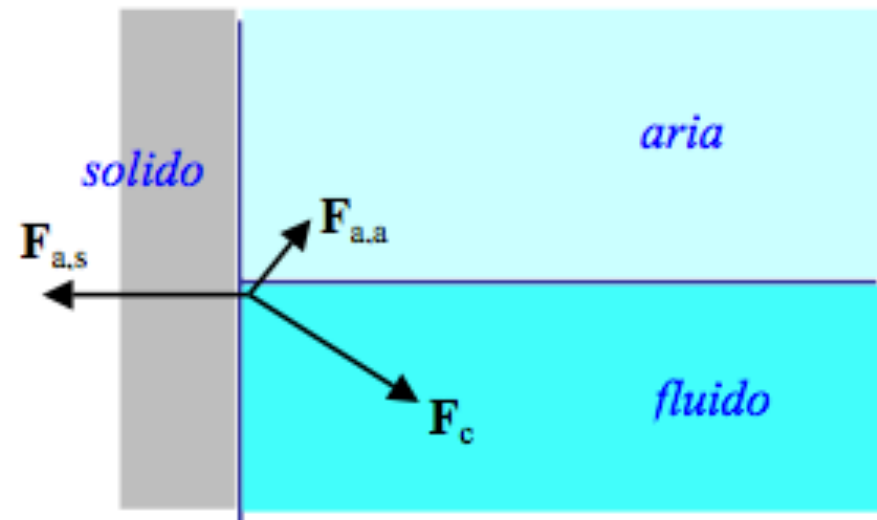
La risultante delle forze di interazione molecolare su una molecola è spesso denominata *forza di coesione* (se si sviluppa fra molecole identiche) o *forza di adesione* (se si sviluppa fra molecole diverse).

*forze di coesione*  $\Rightarrow$  tengono insieme le sostanze

*forze di adesione*  $\Rightarrow$  fanno attrarre sostanze diverse (acqua su vetro)

La condizione di equilibrio di un fluido in presenza di più sostanze è determinata dalla reciproca intensità delle forze di adesione e coesione. Esempio: fluidi a contatto con la parete solida del contenitore (acqua in un bicchiere a contatto con l'aria) .

Le molecole di un liquido in vicinanza della parete sentono la forza di coesione del fluido  $\vec{F}_c$  diretta verso l'interno del fluido, la forza di adesione liquido-gas  $\vec{F}_{a,a}$  diretta verso l'interno del gas, la forza di adesione liquido-solido  $\vec{F}_{a,s}$  diretta verso l'interno del solido.  
(si trascura la forza peso cui e' soggetta la molecola)



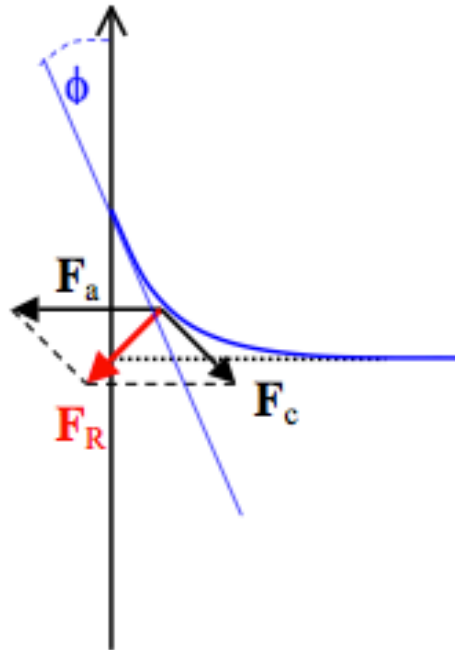
La  $\vec{F}_{a,a}$  è così debole da poter essere trascurata.

Le restanti due forze, vista la loro direzione e verso, non possono avere risultante nulla  $\Rightarrow$  all'equilibrio la superficie libera del fluido deve essere *ortogonale alla risultante delle forze* agenti.

Si possono avere due casi:

a)

$$\vec{F}_a > \vec{F}_c$$



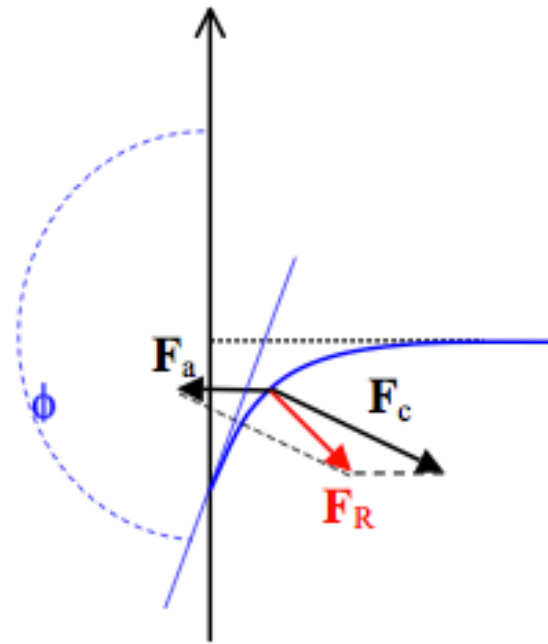
Innalzamento del liquido  
lungo la parete  $\Rightarrow$

*il liquido bagna la parete*

ovvero:  $0 < \phi < \pi/2$

b)

$$\vec{F}_a < \vec{F}_c$$



Allontanamento del liquido  
dalla parete  $\Rightarrow$

*il liquido non bagna la parete*

ovvero:  $\pi/2 < \phi < \pi$

$\phi = \text{angolo di raccordo}$  (angolo fra la tangente alla superficie del liquido, nel punto di contatto con la parete, e la verticale ascendente)  
*Esso dipende dalla coppia liquido-solido*

*Acqua-vetro*

$$\phi = 0^\circ$$

*Benzina-vetro*

$$\phi = 26^\circ$$

*Acqua-paraffina*

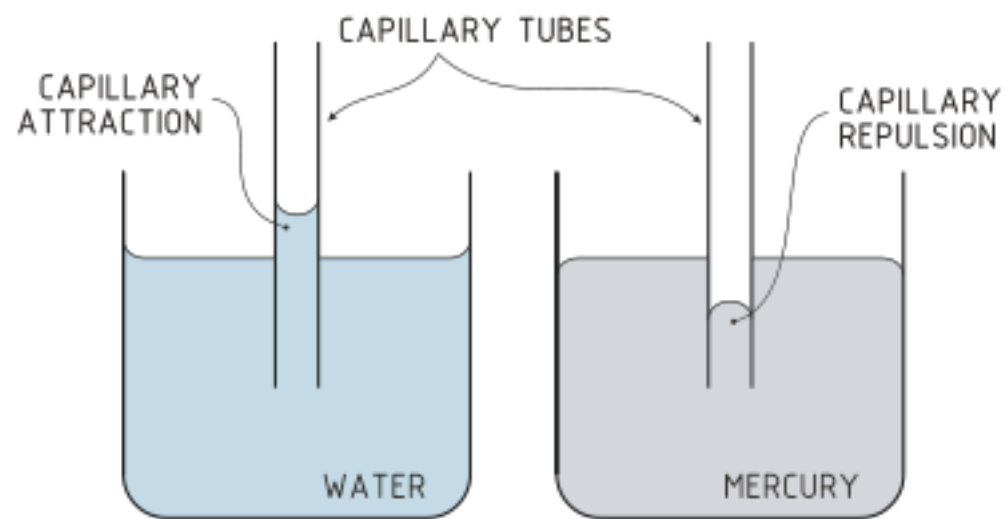
$$\phi = 107^\circ$$

*Acqua-teflon*

$$\phi = 127^\circ$$

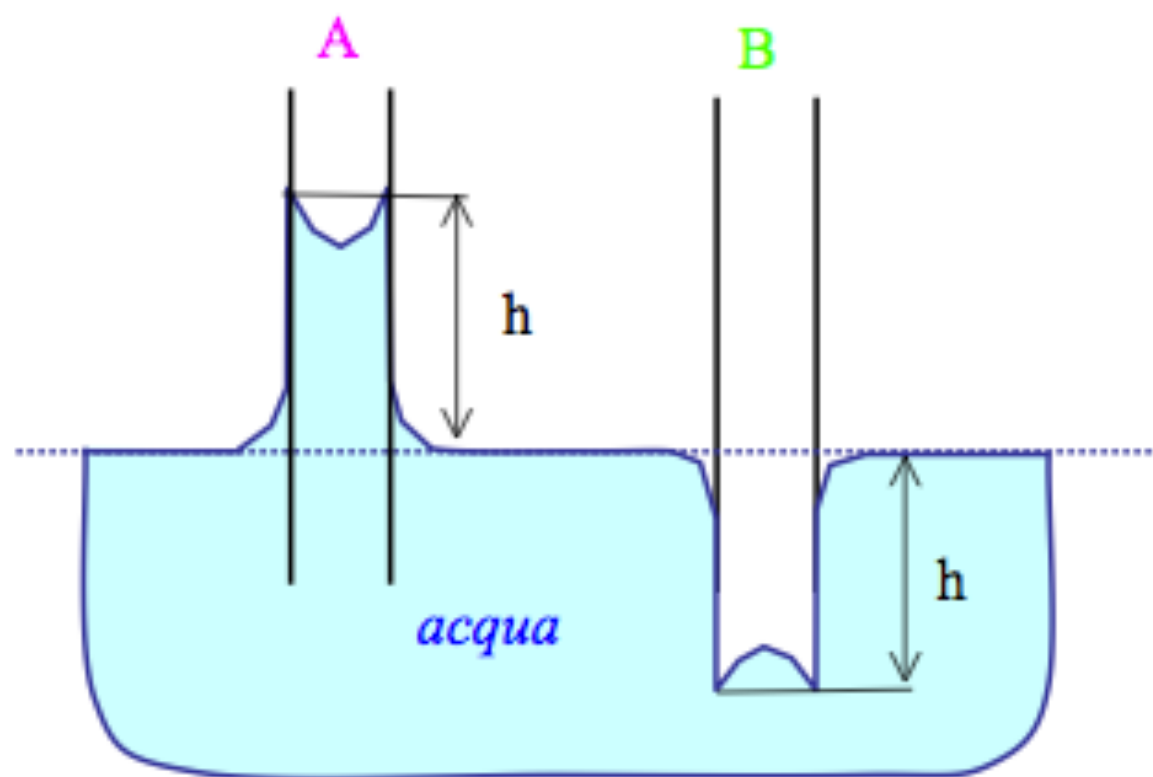
*Mercurio-acqua*

$$\phi = 140^\circ$$





L'incurvamento della superficie è osservabile solo in prossimità ( $\leq mm$ ) delle pareti; questo in tubi di piccole dimensioni trasversali (cosiddetti *tubi capillari*) da luogo al **fenomeno della capillarità**: il livello della superficie libera del fluido nel capillare è diverso da quello nel resto del recipiente (in contraddizione apparente con la legge di Stevino)

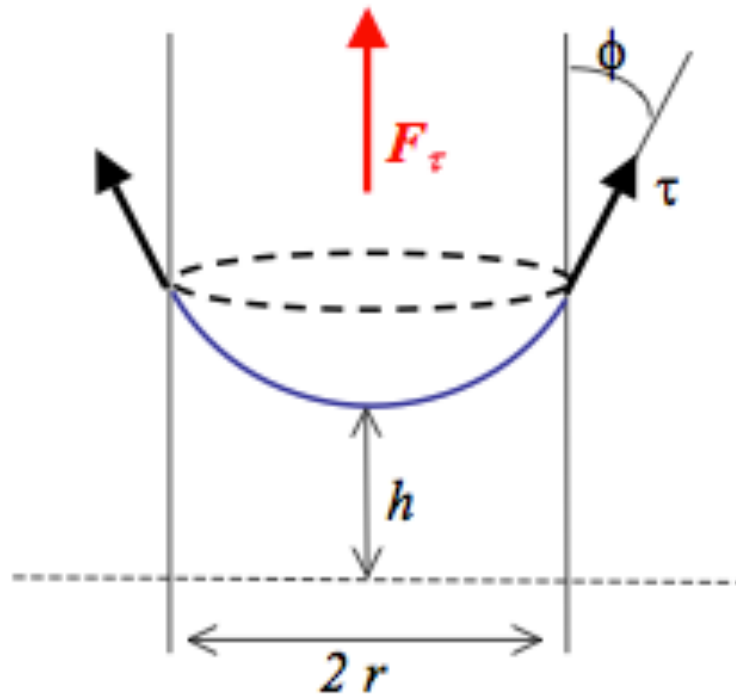


Capillari  
in A di vetro,  
in B di teflon.



esempi effetti di capillarita':  
potere assorbente del cotone idrofilo  
movimento della linfa nei vegetali

Calcoliamo  $h$ , nel caso **A**, per un capillare di raggio  $r$



$$F_{\tau} = \tau \cdot \cos\phi \cdot L$$

$$\text{con } L = 2\pi r$$

$$F_{\tau} = \tau \cdot \cos\phi \cdot 2\pi r$$

$$\text{All'equilibrio } F_{\tau} = mg$$

$$\text{con } m = \rho \cdot V \approx \rho \pi r^2 h$$

$$\text{Quindi } \tau \cdot \cos\phi \cdot 2\pi r = \rho \cdot \pi r^2 h \cdot g \Rightarrow$$

$$h = \frac{2\tau \cdot \cos\phi}{\rho g r}$$

**Legge di Jurin** (vale anche nel caso **B**)

consente di determinare la tensione superficiale di un liquido misurando  $h$