

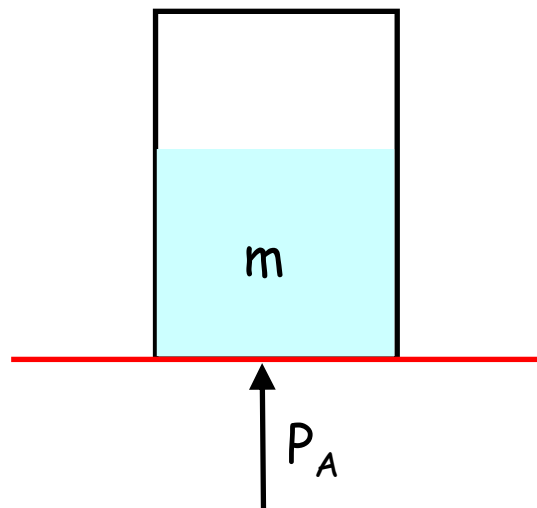
Commento ad un semplice esperimento

Un bicchiere con un po' d'acqua, capovolto, con un
cartoncino poggiato sul bordo

Carlo Cosmelli

Dipartimento di Fisica - Università La Sapienza

carlo.cosmelli@roma1.infn.it



In alcuni libri di testo si trova una la spiegazione del tipo:

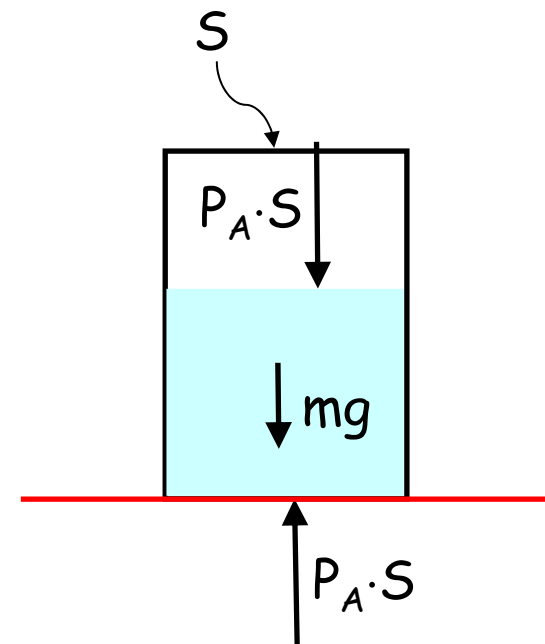
- Sul fondo agisce la pressione dell'aria ($1\text{kg}/\text{cm}^2$) per cui l'acqua non cade.

Quanto scritto sopra non è sbagliato, ma non è sufficiente a spiegare quello che succede.

Se la forza che tiene su l'acqua fosse solo la pressione dell'aria, allora a maggior ragione non dovrebbe cadere se sostituissi all'acqua qualcosa di più leggero (polistirolo, sabbia?).

Non funziona, infatti le forze, detto così, sono:

E l'acqua cadrebbe, così come cade il polistirolo.



- Quello che succede è che l'acqua, a differenza del polistirolo o della sabbia, non permette all'aria che sta dentro il bicchiere capovolto di uscire (è a "tenuta"); $M(\text{aria}) = \text{costante}$.

- Quando la massa di acqua tende a scendere sotto l'azione della forza di gravità diminuisce la pressione dell'aria al di sopra, infatti

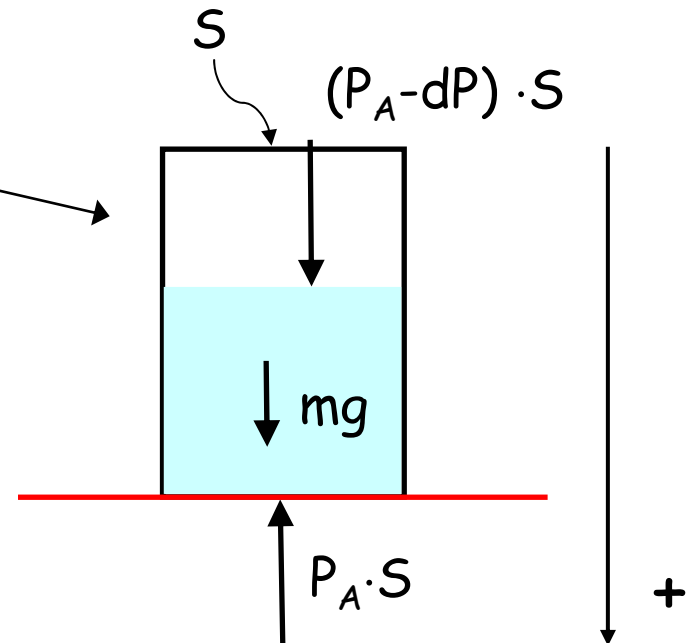
da $PV = nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V}$; $\ln P = \ln nRT - \ln V$ e differenziando: $\frac{dP}{P} = -\frac{dV}{V}$

- Quindi ad un aumento di volume dV corrisponde una diminuzione di pressione $-dP$

- La situazione delle forze che agiscono sull'acqua è quindi:
- L'acqua non cade se la somma delle forze applicate è zero, cioè se:

$$(P_A - dP) \cdot S + mg - P_A \cdot S = 0$$

quindi se: $mg = dP \cdot S$



Ma di quanto diminuisce il volume di aria sopra l'acqua,
Perché non si vede?

Relazioni precedenti :

$$\frac{dP}{P_A} = -\frac{dV}{V} \quad ; \quad mg = dP \cdot S \quad \text{da cui} \quad \frac{dV}{V} = \frac{mg}{S \cdot P_A} =$$

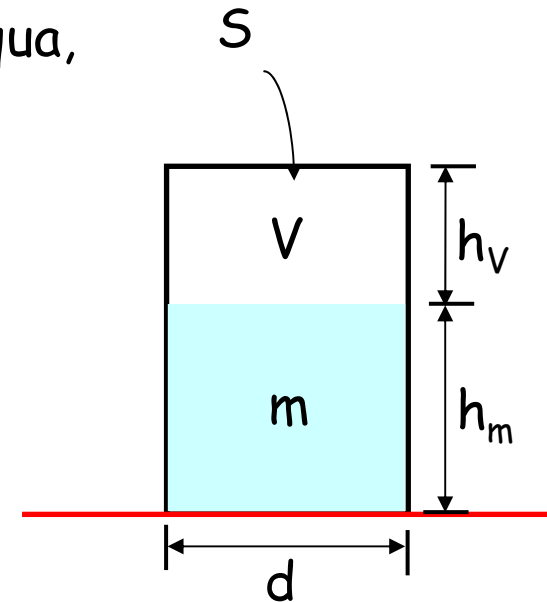
$$= \frac{\rho \cdot S \cdot h_m \cdot g}{S \cdot P_A} = \frac{0,130 \cdot 9,8}{33 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5} \cong 4 \cdot 10^{-3}$$

La variazione di volume necessaria per equilibrare la forza peso dell'acqua è molto piccola!

da $\frac{dV}{V} = \frac{dh_V}{h_V}$ si ha che $dh_V = h_V \cdot \frac{dV}{V} = 30 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ mm}$

Quindi l'acqua "scende" di soli 0,12 mm, e non lo vediamo.

Ma in ogni caso deve scendere un po', quindi il fondo si flette.



$$d = 6,5 \text{ cm}$$

$$h_V = 3 \text{ cm}$$

$$h_m = 4 \text{ cm}$$

$$m = 130 \text{ g}$$

- Quindi la risposta corretta alla domanda "perché l'acqua non cade?" è:

- perché l'acqua, tirata verso il basso dalla forza di gravità, fa un po' di vuoto sopra di essa, e la pressione risultante, sommata a quella atmosferica che si esercita dal basso, è sufficiente a mantenere in equilibrio l'acqua.

- La spiegazione del perché l'acqua non cade se sostituisco al cartoncino un pezzo di tulle (tessuto con dei fori di circa un millimetro di diametro) teso da un elastico si trova sul sito della RAI:

http://www.geo.rai.it/R3_HPprogramma/0,,45,00.html