

## I VASI COMUNICANTI

Si chiamano *vasi comunicanti* due o più recipienti uniti da un tubo di comunicazione (figura 1).

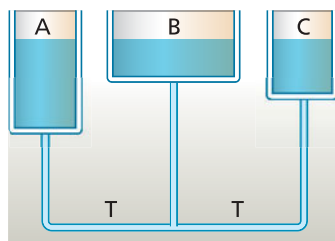
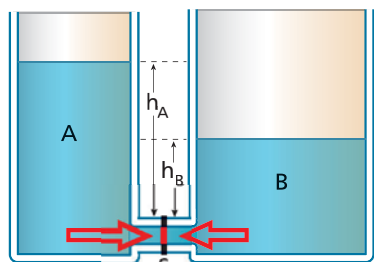


Figura 1 Esempio di vasi comunicanti.

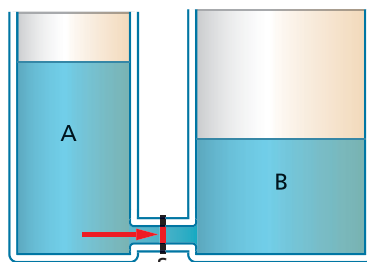
Consideriamo due vasi comunicanti riempiti con lo stesso liquido ed esaminiamo cosa accade su una superficie  $S$  di liquido posta nel tubo di collegamento.

► Se l'altezza  $h_A$  del liquido nel recipiente di sinistra è maggiore di  $h_B$ , anche la pressione che agisce su  $S$  da sinistra è maggiore di quella da destra.



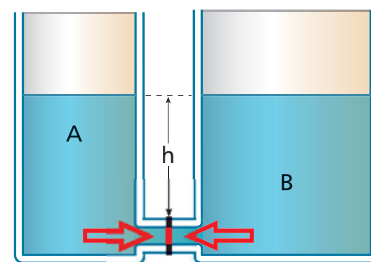
A

► Quindi la superficie  $S$  è spinta verso destra: si ha così un flusso di liquido dal recipiente in cui il liquido ha un'altezza maggiore verso l'altro.



B

► Soltanto quando la quota del liquido è la stessa nei due recipienti, le due pressioni che agiscono su  $S$  sono uguali e il liquido è in equilibrio.



C

Quindi possiamo affermare che:

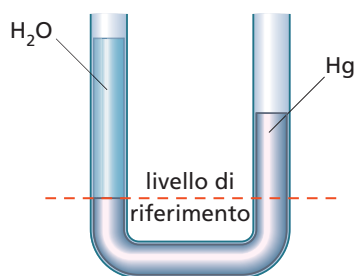
un liquido versato in un sistema di vasi comunicanti raggiunge in tutti i recipienti lo stesso livello.

Questa proprietà è valida qualunque sia la forma dei recipienti, purché siano abbastanza ampi. Infatti, il modello dei vasi comunicanti che abbiamo appena utilizzato ha un campo di validità limitato: cessa di essere valido quando i recipienti sono dei tubi molto sottili (detti *capillari*).

### Dimostrazione della proprietà dei vasi comunicanti

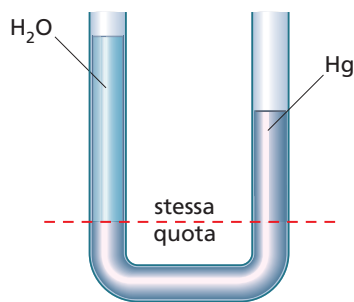
Consideriamo il caso più generale, in cui i vasi comunicanti contengono due liquidi diversi (di densità  $d_1$  e  $d_2$ ) che non si mescolano. Per esempio, i due liquidi potrebbero essere mercurio e acqua,

▶ all'equilibrio il mercurio, che ha una densità maggiore, raggiunge un'altezza minore dell'acqua.



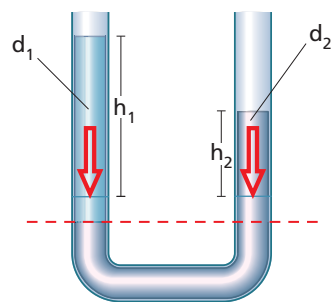
A

▶ Trascuriamo il mercurio che si trova sotto la superficie di separazione con l'acqua, perché è in equilibrio di per sé.



B

▶ Il sistema è in equilibrio se le due pressioni esercitate dalle due colonne di liquido (alte  $h_1$  e  $h_2$ ) sono uguali.



C

Le pressioni esercitate dalle colonne di liquido sulla loro base sono

$$p_1 = d_1 g h_1 \text{ e } p_2 = d_2 g h_2.$$

La loro uguaglianza fornisce l'equazione

$$d_1 g h_1 = d_2 g h_2,$$

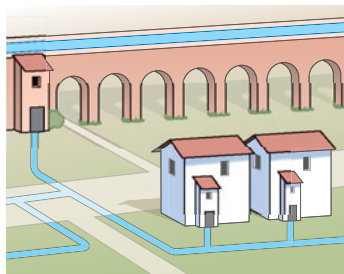
che può essere scritta come

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_2}{d_1}. \quad (1)$$

Le altezze a cui si portano due liquidi in un tubo ad U sono inversamente proporzionali alle loro densità.

Se nel tubo c'è un solo liquido si ha  $d_1 = d_2$ . Allora, dalla formula (1) si ottiene la condizione  $h_1 = h_2$ : all'equilibrio, un liquido versato in un sistema di vasi comunicanti si porta alla stessa quota in tutti i rami.

Il sistema idrico di un acquedotto è un insieme di vasi comunicanti. L'acqua viene pompata in un serbatoio sopraelevato, in modo che possa raggiungere la stessa quota anche all'interno degli edifici (figura 2).



### Livello di riferimento

Come è mostrato dalle figure precedenti, l'affermazione è vera se le altezze sono misurate rispetto alla quota della superficie che separa i due liquidi.

**Figura 2** Un acquedotto è formato da un insieme di vasi comunicanti.

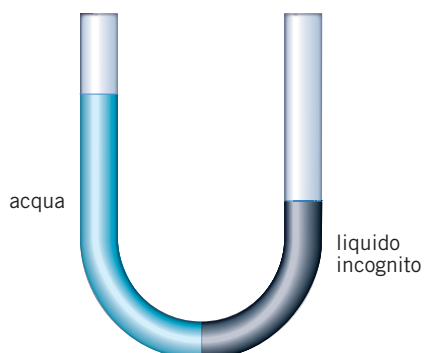
# ESERCIZI

## DOMANDE SUI CONCETTI

**1** In uno dei rami di un tubo a U c'è una colonna di mercurio ( $d = 1,36 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ ) che ha un'altezza di 6,4 mm. Nell'altro ramo c'è acqua ( $d = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ).

► Quanto è alta la colonna di acqua che equilibra il mercurio? [8,7 cm]

**2** Alex, per trovare la densità di un liquido incognito, usa un tubo a U. Uno dei due rami contiene acqua distillata fino a un'altezza di  $(26,3 \pm 0,2)$  cm, mentre l'altro ramo, che contiene il liquido incognito, è riempito fino a un'altezza di  $(18,4 \pm 0,2)$  cm.



► Trova la densità del liquido incognito con la relativa incertezza di misura.

[ $(1430 \pm 30) \text{ kg/m}^3$ ]

**3** Una colonna d'acqua ( $d = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) di **★★★** 51 cm sostiene una colonna di fluido alta 40 cm.

► Qual è la densità del fluido?

[ $1,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ]

**4** Due liquidi sono versati in due vasi comunicanti. **★★★** La colonna formata dal primo liquido è alta 45 cm. Le densità sono  $d_1 = 1,7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e  $d_2 = 2,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

► Quanto è alta la colonna del secondo liquido?

[ $33 \times 10^{-2} \text{ m}$ ]

**5** In un tubo a U vengono posti due liquidi diversi **★★★** che non si mescolano. Uno dei liquidi è acqua; la densità dell'altro liquido è 0,92 volte la densità dell'acqua.

► Determina il rapporto tra l'altezza della colonna di liquido incognito e quella della colonna di acqua.

► Qual è il secondo liquido?

[1,1]