

6

L'EQUILIBRIO DEI FLUIDI



StevanZZ/Shutterstock

4. LA PRESSIONE DELLA FORZA-PESO NEI LIQUIDI

Dimostrazione della legge di Stevino

MASSA E DENSITÀ

Dalla definizione di densità:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = dV.$$

$$V = Sh$$

ha una massa

$$m = dV = dSh.$$

La pressione del liquido è uguale al rapporto tra la forza-peso mg e la superficie S :

$$p_l = \frac{F_p}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{dShg}{S} = dhg.$$

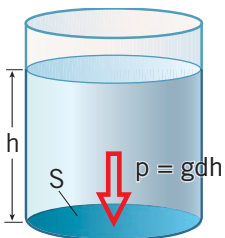
Questa è la formula di Stevino

$$p_l = gdh$$

che, nel caso più generale, diviene la formula (6)

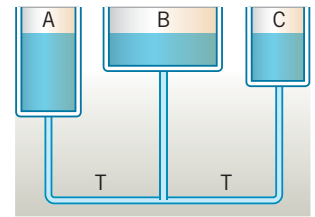
$$p = p_0 + gdh,$$

dove p_0 è la pressione esterna (per esempio la pressione atmosferica).

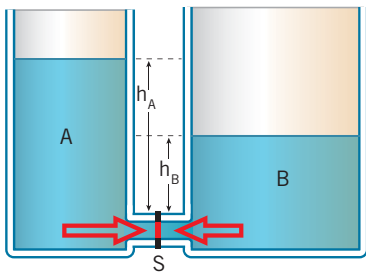


5. I VASI COMUNICANTI

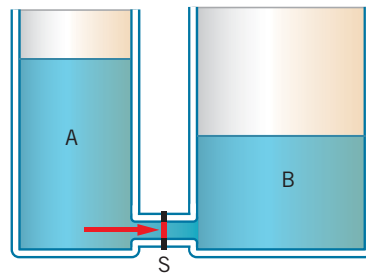
Si chiamano *vasi comunicanti* due o più recipienti uniti da un tubo di comunicazione. Consideriamo due vasi comunicanti riempiti con lo stesso liquido ed esaminiamo cosa accade su una superficie S di liquido posta nel tubo di collegamento.



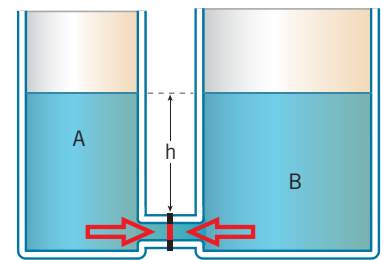
A Se l'altezza h_A del liquido nel recipiente di sinistra è maggiore di h_B , anche la pressione che agisce su S da sinistra è maggiore di quella da destra.



B 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.



C 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.



Quindi possiamo affermare che:

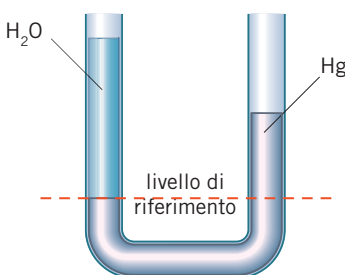
un liquido versato in un sistema di vasi comunicanti raggiunge in tutti i recipienti lo stesso livello.

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*).

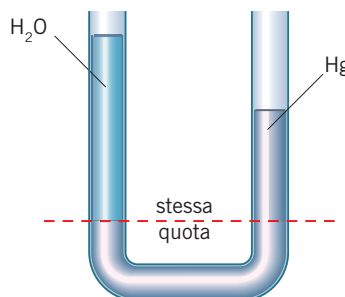
Vasi comunicanti con due liquidi

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.

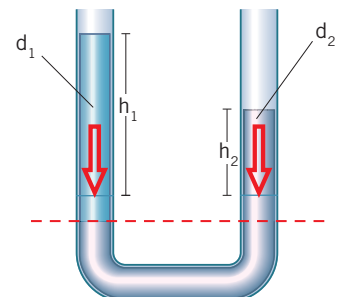
A All'equilibrio il mercurio, che ha una densità maggiore, raggiunge un'altezza minore dell'acqua.



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



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



Le pressioni esercitate dalle colonne di liquido sulla loro base sono

$$p_1 = d_1gh_1 + p_0 \quad \text{e} \quad p_2 = d_2gh_2 + p_0.$$

La loro uguaglianza fornisce l'equazione

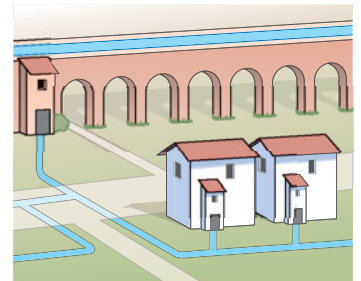
$$d_1gh_1 + p_0 = d_2gh_2 + p_0,$$

che può essere scritta come

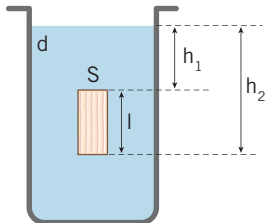
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_2}{d_1}. \tag{7}$$

Le altezze a cui si portano due liquidi in un tubo a U sono inversamente proporzionali alle loro densità, se si misurano le altezze rispetto alla quota della superficie che separa i due liquidi.

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.



7. DIMOSTRAZIONE DELLA LEGGE DI ARCHIMEDE

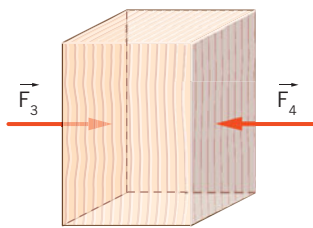


La legge di Archimede è una conseguenza della legge di Pascal e di quella di Stevino.

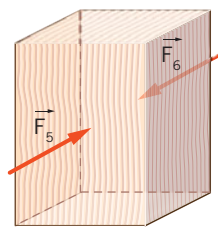
Esaminiamo un blocchetto che ha la forma di un parallelepipedo con area di base S e altezza l . Esso è immerso in un liquido di densità d , con la faccia superiore a profondità h_1 e quella inferiore alla quota $h_2 = l + h_1$.

Il peso dell'acqua esercita sulle varie facce del blocchetto una pressione che aumenta con la profondità.

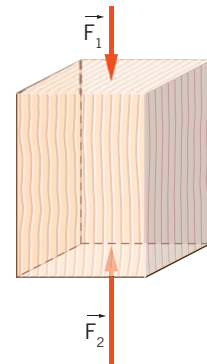
A Le forze che si esercitano sulla faccia di sinistra sono equilibrate dalle corrispondenti forze sulla faccia di destra.



B Anche la somma vettoriale delle forze che si esercitano sulla faccia anteriore è uguale alla forza totale sulla faccia posteriore.



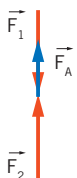
C È come se, sul blocchetto, agissero soltanto la forza \vec{F}_1 sulla faccia superiore e la forza \vec{F}_2 su quella inferiore.



Quindi, la forza totale \vec{F}_A esercitata dal liquido sul blocchetto è

$$\vec{F}_A = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

Dal momento che la pressione sulla superficie superiore è maggiore della pressione sulla superficie inferiore, il modulo di \vec{F}_2 è più grande di quello di \vec{F}_1 . Quindi la forza totale è



una forza verticale, diretta verso l'alto e con un modulo dato da

$$F_A = F_2 - F_1.$$

I valori delle forze \vec{F}_1 e \vec{F}_2 sono dati dal prodotto dell'area S di una faccia per il valore della pressione alla quota in cui esse si trovano:

$$F_1 = Sp_1 \quad \text{e} \quad F_2 = Sp_2.$$

A loro volta, le pressioni sono date dalla legge di Stevino:

$$p_1 = p_0 + dgh_1 \quad \text{e} \quad p_2 = p_0 + dgh_2 = p_0 + dg(h_1 + l).$$

Siamo quindi in grado di calcolare F_A :

$$\begin{aligned} F_A &= F_2 - F_1 = Sp_2 - Sp_1 = S(p_2 - p_1) = \\ &= S[p_0 + dgh_1 + dgl - (p_0 + dgh_1)] = \\ &= S[p_0 + dgh_1 + dgl - p_0 - dgh_1] = Sdgl. \end{aligned}$$

Ma il prodotto Sl è uguale al volume V del blocchetto, quindi troviamo la legge di Archimede:

$$F_A = Sdgl = gd(Sl) = gdV.$$

8. IL GALLEGGIAMENTO DEI CORPI

Dimostrazione della condizione di equilibrio nel galleggiamento

Applichiamo al corpo immerso, per esempio una bottiglia di cui non conosciamo il contenuto, il modello del *corpo rigido*. La prima *condizione di equilibrio* per un corpo rigido afferma che, se un corpo è fermo, la risultante delle forze che agiscono su di esso è uguale a zero.

Sul corpo immerso agiscono due forze.

- Verso il basso la *forza-peso*, che è proporzionale alla sua massa ($F_P = gm$) e può essere espressa mediante la densità del corpo ($m = Vd_{\text{corpo}}$)

$$F_P = mg = \underbrace{gVd_{\text{corpo}}}$$

- Verso l'alto la *spinta di Archimede*, che dipende dalla densità del liquido nel quale il corpo è immerso

$$F_A = gVd_{\text{liquido}}.$$

Se la risultante delle due forze è uguale a zero, i loro moduli F_P e F_A sono uguali:

$$gVd_{\text{corpo}} = gVd_{\text{liquido}} \quad \Rightarrow \quad d_{\text{corpo}} = d_{\text{liquido}}.$$

9. LA PRESSIONE ATMOSFERICA

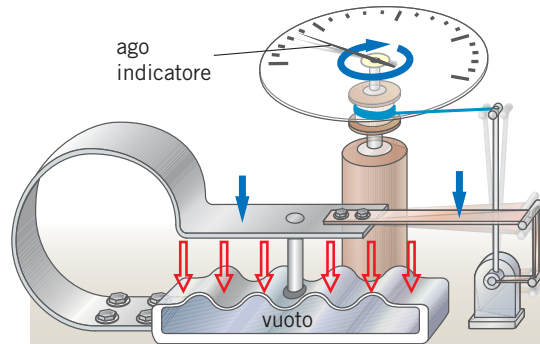
La variazione della pressione atmosferica

Al livello del mare la pressione atmosferica è all'incirca uguale al valore *normale* $1,01 \times 10^5$ Pa e diminuisce con l'aumentare dell'altitudine, perché diminuisce il peso della colonna d'aria che ci sovrasta.

La diminuzione della pressione atmosferica è circa pari a 1300 Pa per ogni 100 m di innalzamento; così, quando si sale di 70 m la pressione atmosferica diminuisce dell'1%. Gli strumenti che misurano la pressione atmosferica si chiamano *barometri*.

I *barometri a mercurio* sono sostanzialmente uguali a quello di Torricelli. I **barometri metallici** sfruttano le deformazioni che la pressione atmosferica provoca in una scatola metallica al cui interno è stato fatto il vuoto.

Quando la pressione esterna varia, cambia anche la deformazione. Con un sistema di leve la deformazione è trasmessa a un indice che si sposta su una scala graduata.



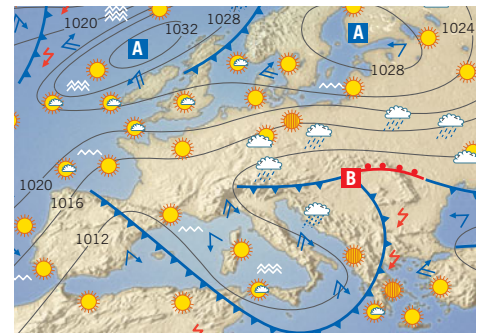
Marina Meyer/Shutterstock

SIMBOLI METEOROLOGICI

Nella carta, i triangoli indicano i fronti freddi e i cerchi i fronti caldi.

La misura della pressione atmosferica consente di calcolare l'altezza di un luogo rispetto al livello del mare. Un *altimetro* (figura) è un barometro metallico con una scala tarata in metri di altitudine. La pressione cambia anche a seconda delle condizioni meteorologiche. I valori della pressione atmosferica sono riportati nelle carte geografiche su cui alla televisione sono illustrate le previsioni del tempo.

Le linee nere disegnate sulla carta (figura) si chiamano *isobare*. Esse congiungono i punti che hanno la stessa pressione. I numeri a fianco delle isobare sono i corrispondenti valori della pressione atmosferica (uguali in ogni punto della linea) misurati in un'unità molto diffusa tra i meteorologi: l'*ettopascal* (1 hPa = 100 Pa). Al livello del mare la pressione atmosferica standard è di 1013 hPa.



ESERCIZI

1. SOLIDI, LIQUIDI, GAS

DOMANDE SUI CONCETTI

- 1** Ti vengono in mente sostanze che si possono trovare facilmente in stati di aggregazione diversi? Quali? Fai almeno 2 esempi.
- 2** **FUORI DAGLI SCHEMI** Un pallone di cuoio di forma approssimativamente sferica ha raggio 22 cm. Viene sgonfiato fino a fare uscire la metà dell'aria contenuta inizialmente.
 - ▶ Quanto vale il nuovo volume occupato dall'aria?
- 3** Perché scuotendo un flacone di lacca per i capelli si sente il rumore di un liquido in movimento?

2. LA PRESSIONE

ESERCIZI NUMERICI

9 PROBLEMA SVOLTO

Calcolo della pressione

Una forza di intensità $F = 65 \text{ N}$ è esercitata dalla parte affilata della lama di un coltello. La lama è lunga 12,0 cm e la sua larghezza può essere stimata in 0,050 mm.

▶ Quanto vale la pressione esercitata dalla lama sul formaggio?



Rebeorb/Shutterstock

DATI E INCOGNITE

	GRANDEZZE	SIMBOLI	VALORI	COMMENTI
DATI	Intensità della forza	F	65 N	
	Lunghezza della lama		12,0 cm	
	Larghezza della lama		0,050 mm	
INCOGNITE	Pressione	p	?	esercitata dalla lama

RAGIONAMENTO

La pressione si calcola come il rapporto tra il modulo della forza (che agisce in direzione perpendicolare alla superficie) e l'area della superficie su cui agisce la forza.

RISOLUZIONE

Calcoliamo prima l'area S della lama:

$$S = (12,0 \text{ cm}) \times (0,050 \text{ mm}) = (12,0 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (5,0 \times 10^{-5} \text{ m}) = 6,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Poi si calcola la pressione secondo la definizione: $p = \frac{F}{S} = \frac{65 \text{ N}}{6,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1,1 \times 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1,1 \times 10^7 \text{ Pa}.$

CONTROLLO DEL RISULTATO

Si tratta di una pressione piuttosto elevata; per esempio, la pressione esercitata da un elefante sul terreno è circa cento volte più piccola.

Ciò spiega come mai un coltello affilato permetta di tagliare i cibi con uno sforzo limitato: la forza esercitata sul coltello si «concentra» sulla piccola superficie del filo della lama e produce una pressione elevata.

10 ★★★ Un operaio di una ditta di traslochi vorrebbe appoggiare un pianoforte di massa 275 kg su un solaio che può sopportare al massimo la pressione di $6,0 \times 10^3$ Pa.

- ▶ Quale superficie di appoggio minima deve avere il pianoforte per non provocare danni al solaio?

[0,45 m²]

11 ★★★ In un numero da circo, un clown di massa 58 kg cammina insieme alla sua scimmietta su un'asse sospesa fra due trampolini. L'asse può sopportare al massimo la pressione di $2,5 \times 10^4$ Pa. Gli scarponi del clown hanno complessivamente una superficie di 280 cm². A un certo punto, la scimmietta sale in braccio al clown.

- ▶ Quale massa può avere al massimo la scimmietta per non spezzare l'asse?

[13 kg]

3. LA PRESSIONE NEI LIQUIDI

DOMANDE SUI CONCETTI

14 Perché non avrebbe senso costruire un torchio idraulico con entrambi i cilindri dei pistoni del medesimo diametro?

15 Un'auto pesa 10 000 N. La sistemi sul cilindro più piccolo di un torchio idraulico e applichi sull'altro cilindro una forza di 10 000 N.

- ▶ Riesci a sollevare l'auto?

16 Prendi una bottiglia di plastica e pratica alcuni fori, possibilmente di uguale diametro, in verticale uno sotto l'altro lungo la bottiglia. Poni la bottiglia sotto il rubinetto: l'acqua entra dal collo della bottiglia ed esce dai fori, come vedi nella figura.



- ▶ Come giustifichi il fatto che l'acqua esce perpendicolarmente alla superficie laterale della bottiglia?

17 Perché se premi un tubetto di dentifricio dal fondo, la pasta esce dall'imboccatura?

4. LA PRESSIONE DELLA FORZA-PESO NEI LIQUIDI

DOMANDE SUI CONCETTI

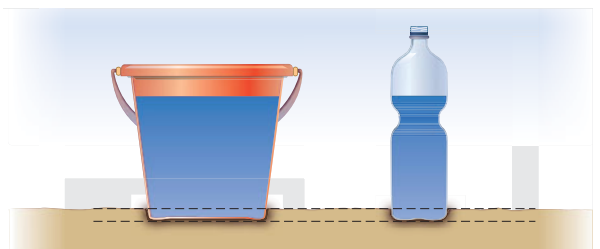
25 Al mare, per fare snorkeling nuoti con la faccia sotto il pelo dell'acqua respirando con un boccaglio.

- ▶ Potresti fare delle immersioni in profondità, senza fare ricorso all'uso di bombole di ossigeno o scafandri, solo con l'ausilio di un lungo tubo emergente dal pelo dell'acqua per respirare?

26 Uno studente afferma che, secondo la legge di Stevino, un liquido esercita pressione solo sulla base del recipiente che lo contiene, perché rispetto alla base la colonna di liquido ha la massima altezza.

- ▶ Ha ragione?

27 Un secchiello e una bottiglia sono poggiati sulla sabbia. Sono riempiti di acqua fino alla stessa altezza e la profondità del segno che lasciano sulla sabbia appare la stessa per entrambi.



- ▶ Come è possibile, visto che le due quantità di acqua, e quindi i loro rispettivi pesi, sono molto diverse?

ESERCIZI NUMERICI

34 ★★★ Una botte è piena d'acqua fino al livello del coperchio superiore. La pressione esercitata dall'acqua sul fondo della botte è 7,8 kPa. La densità dell'acqua è di $1,0 \times 10^3$ kg/m³. Da un foro al centro del coperchio si alza un tubo lungo 1,00 m, inizialmente vuoto.

- ▶ Quanto vale l'altezza della botte?
- ▶ Qual è il valore della pressione quando anche il tubo è riempito di acqua?

[0,80 m; 18 kPa]

35 Un sottomarino si trova a 120 m di profondità (densità acqua di mare = 1030 kg/m^3) e il suo portellone ha forma circolare di raggio 40 cm.

- ▶ Quale forza sarebbe necessaria per aprirlo? [$6,1 \times 10^5 \text{ N}$]

5. I VASI COMUNICANTI

DOMANDE SUI CONCETTI

37 Tre vasi comunicanti contengono tre liquidi diversi A, B e C. La densità di A è maggiore di quella di B e la densità di B è maggiore di quella di C.

- ▶ All'equilibrio, chi raggiunge un'altezza maggiore?

38 Nei palazzi con numerosi piani, spesso negli appartamenti più alti l'acqua esce dai rubinetti con "poca pressione".

- ▶ Perché?

ESERCIZI NUMERICI

39 In laboratorio, versi in un tubo a U acqua da una estremità e olio dall'altra. Le densità dell'olio e dell'acqua sono, rispettivamente, 890 kg/m^3 e 1010 kg/m^3 . L'altezza della colonna d'acqua è 18 cm.

- ▶ A che altezza arriva l'olio nell'altro ramo del tubo?
- ▶ Quanto vale la differenza fra i livelli superiori dell'acqua e dell'olio nei due rami? [20 cm; 2 cm]

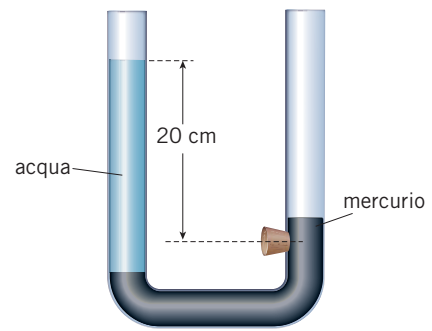
40 I due vasi comunicanti di un tubo a U contengono rispettivamente acqua e un altro liquido, di densità minore. La colonna di acqua è alta 12 cm, l'altra 20 cm.

- ▶ Qual è la densità del liquido incognito? [$6,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$]

41 Un serbatoio fornisce acqua a un condominio. Il rubinetto di un appartamento chiude il tubo dell'acqua, di sezione $1,80 \text{ cm}^2$, esercitando la forza di 24,0 N.

- ▶ A quale altezza è situato il serbatoio rispetto al rubinetto? [13,6 m]

42 Un tubo a U contiene nei due vasi rispettivamente acqua e mercurio. Nel ramo di destra, dove si trova il mercurio, c'è un foro di 4,0 cm di diametro, chiuso con un tappo di sughero. Il foro si trova alla quota di 20 cm sotto il pelo libero dell'acqua.



- ▶ Quale forza dovuta al liquido sopporta il tappo di sughero?
- ▶ Quanti centimetri di mercurio ci sono sopra il foro? [2,5 N; 1,5 cm]

6. LA SPINTA DI ARCHIMEDE

ESERCIZI NUMERICI

50 Una boa di massa 4,0 kg e volume 15 dm^3 è legata all'estremo di una fune; l'altro estremo è stato fissato a uno scoglio sul fondo del mare. La corda non è sufficientemente lunga, quindi la boa è completamente immersa ($d_{\text{acqua di mare}} = 1020 \text{ kg/m}^3$).

- ▶ Quanto vale il modulo della forza che la corda esercita sulla boa? [$1,1 \times 10^2 \text{ N}$]

51 Un materassino gonfiabile per il mare può essere approssimato con un parallelepipedo di dimensioni 2,0 m, 80 cm e 15 cm. La densità dell'acqua di mare è 1020 kg/m^3 .

- ▶ Il materassino può sorreggere tre ragazzi di massa complessiva 200 kg? (Trascura la massa del materassino.)
- ▶ Considera ora che la massa del materassino è di 300 g. Come cambia la risposta alla domanda precedente?

8. IL GALLEGGIAMENTO DEI CORPI

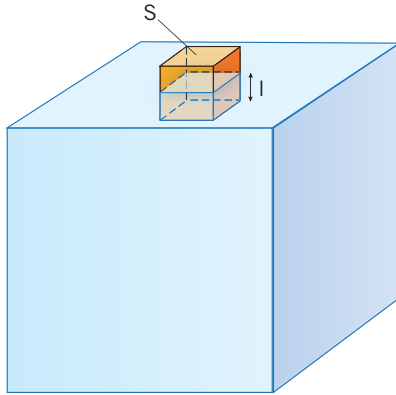
DOMANDE SUI CONCETTI

55 Un sottomarino che naviga parzialmente emerso sulla superficie dell'oceano è soggetto alla forza di Archimede, come tutti gli oggetti immersi in un fluido. A un certo punto il sottomarino si immerge completamente.

- ▶ La forza di Archimede che agisce sul sottomarino è maggiore, minore o uguale a prima?

ESERCIZI NUMERICI

- 60** Considera un blocchetto, a forma di parallelepipedo, che galleggia in un liquido di densità d . L'area delle due basi del blocchetto è S , mentre l'altezza della parte immersa è l .



- ▶ Quali sono le forze, dovute alla pressione dell'aria e del liquido, che agiscono sul blocchetto?
- ▶ Qual è la somma vettoriale delle forze che si esercitano sulle facce laterali del blocchetto?
- ▶ Quanto valgono, rispettivamente, la pressione sulla base emersa del blocchetto e su quella immersa?

[0 N; p_0 ; $p_0 + dgl$]

- 61** Considera ancora il blocchetto dell'esercizio precedente.

- ▶ Quali sono i moduli delle forze, dovute alla pressione, che agiscono sulle basi del blocchetto?
- ▶ Quanto vale il modulo della risultante di tali forze?
- ▶ In base a ciò che hai imparato da questo capitolo, sapresti dare un altro nome a questa forza? Spiega perché.

[p_0S ; $(p_0 + dgl)S$; $dglS$]

9. LA PRESSIONE ATMOSFERICA

DOMANDE SUI CONCETTI

- 68** Vuoi eseguire l'esperimento di Torricelli usando, al posto del mercurio, un altro liquido.
- ▶ È possibile, o l'esperimento di Torricelli funziona solo con il mercurio?
 - ▶ Perché non è conveniente usare l'acqua per svolgere l'esperimento?
 - ▶ Il liquido che scegli ha una densità pari alla metà di quella del mercurio. Quanto risulta alta la colonna di liquido nella provetta, all'equilibrio?

- 69** Per misurare la pressione atmosferica con l'esperimento di Torricelli fai uso di una legge che hai studiato in precedenza.

- ▶ Quale?

ESERCIZI NUMERICI

- 80** Un pallone da calcio è un po' sgonfio. Posato a terra, la sua superficie di appoggio sul terreno è di 25 cm^2 e la pressione relativa dell'aria nel pallone vale $1,8 \times 10^3 \text{ Pa}$.

- ▶ Qual è la massa del pallone?

[$4,6 \times 10^2 \text{ g}$]

- 81** **FUORI DAGLI SCHEMI** Bevi una limonata ($d = 1008 \text{ kg/m}^3$) con la cannuccia. Immagina di aspirare l'aria nella cannuccia portando la pressione a $0,75 \text{ atm}$.

- ▶ Fino a quale altezza salirebbe la limonata, se la cannuccia potesse essere lunghissima?

[2,6 m]

PROBLEMI GENERALI

- 8** **CUCINA** Quanto "pesa" un dito?

- 8111** Un bicchiere d'acqua si trova sul piatto di una bilancia da cucina. L'acqua arriva all'altezza di 8 cm dal fondo. Immergi un dito nell'acqua, senza toccare il bicchiere, e l'acqua sale all'altezza di 11 cm . La base del bicchiere ha area di $8,0 \text{ cm}^2$.

- ▶ Che differenza c'è tra i valori indicati dalla bilancia prima e dopo aver immerso il dito?

[24 g]

- 9** Un addetto alla separazione dei metalli provenienti dalla raccolta differenziata deve individuare il materiale di cui è composto un cilindro di volume V . Ha a disposizione un righello e un torchio idraulico in cui la piattaforma più grande ha una superficie S pari a 4 volte la superficie della piattaforma più piccola. Il liquido all'interno del torchio idraulico ha densità d_{liq} .

- ▶ Come può procedere?

Suggerimento: il suo obiettivo è trovare la densità del cilindro. Per fare questo, pone il cilindro sulla piattaforma più piccola...

- 10** Una vaschetta di plastica ha un volume di 114 cm^3 e una massa di 13 g . Immergiamo la vaschetta in una bacinella contenente acqua (densità $1,00 \text{ g/cm}^3$).

- ▶ Quale sarà il volume di acqua spostato dalla vaschetta?

- ▶ Se vogliamo che la vaschetta affondi, quale massa di acqua dobbiamo versare al suo interno?

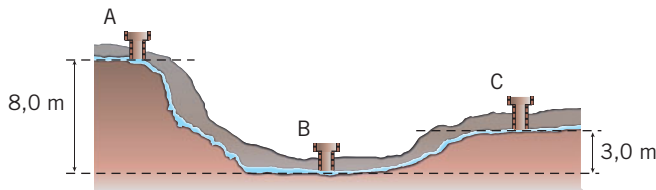
[114 cm³; > 101 g]

11 **★★★** Un cilindro di massa 100 g e volume 60,5 cm³ galleggia in un liquido. La sua altezza totale è 9,75 cm e la parte immersa ha un'altezza di 6,15 cm.

- ▶ Qual è la densità del cilindro?
- ▶ Qual è la densità del liquido?

[1,65 × 10³ kg/m³; 2,62 × 10³ kg/m³]

12 **★★★** Una falda acquifera sotterranea, chiusa tra due strati di terreno impermeabile, segue l'andamento del suolo come nella figura.

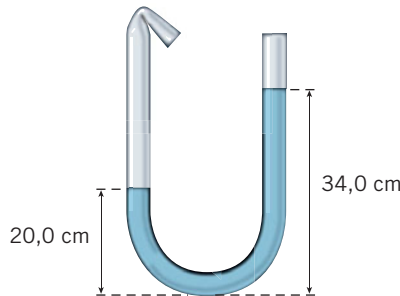


Si scavano tre pozzi (detti *pozzi artesiani*) per raggiungere la falda nei punti A, B e C. Ogni pozzo viene poi chiuso con un tappo di superficie 2,0 dm².

- ▶ Se si tolgono i tappi, quanto è alto ogni zampillo? (Immagina la falda e i tre zampilli come un sistema di tre vasi comunicanti.)
- ▶ Quale forza sopporta ciascun tappo, a causa dell'acqua sottostante?

[1,6 × 10³ N; 5,9 × 10² N]

13 **★★★** Un tubo di gomma a forma di U ha una estremità aperta e una chiusa ed è inizialmente vuoto. Si versa acqua nel tubo, fino ad arrivare alla situazione in cui l'acqua, in equilibrio, raggiunge, rispetto al livello di riferimento, l'altezza di 34,0 cm nel ramo aperto e l'altezza di 20,0 cm nel ramo chiuso.



- ▶ La figura contraddice il principio dei vasi comunicanti? Perché?
- ▶ Quanto vale la pressione dell'aria rimasta nel ramo chiuso?

- ▶ Con un punteruolo pratici un foro nell'estremità chiusa del tubo. Quale altezza raggiunge adesso l'acqua in ciascuno dei due bracci?

[1,02 × 10⁵ Pa]

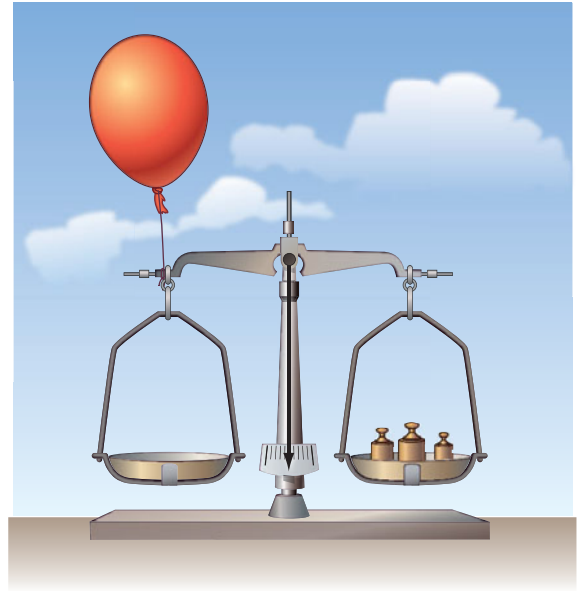
14 **★★★** Un lingotto è composto da una lega di oro ($d = 1,93 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$) e argento ($d = 1,05 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$) e ha la massa di 0,802 kg. Se si immerge il lingotto in acqua distillata, appeso a un dinamometro, il suo peso risulta 7,19 N.

- ▶ Quale volume di oro e quale di argento sono contenuti nel lingotto?

Suggerimento: imposta un sistema con incognite date dai volumi di oro e argento.

[9,62 cm³; 58,7 cm³]

15 **★★★** Un palloncino gonfiato fino al volume di 5 L è appeso a uno dei due bracci di una bilancia. Sull'altro piatto alcuni pesetti tengono la bilancia in equilibrio. La densità dell'aria è 1,29 kg/m³. Sposti la bilancia sotto una campana di vetro in cui fai il vuoto: la bilancia non è più in equilibrio.



- ▶ Da quale parte pende la bilancia?
- ▶ Quale massa devi aggiungere o togliere al piatto con i pesetti per ritrovare l'equilibrio?

[6,5 g]

16 **★★★** Una squadra di sommozzatori vuole portare in superficie un'anfora di 95 kg, che ha il volume di 38 dm³. La densità dell'acqua di mare è 1030 kg/m³. I sommozzatori pensano di legare l'anfora a un pallone pieno d'aria, di massa trascurabile.

- ▶ Qual è il minimo volume del pallone che devono usare?

[55 dm³]

17 NATURA Perché i pesci non affondano?

★★★

I pesci dispongono di un organo, la vescica natatoria, simile a un "sacchetto" elastico, le cui pareti sono irrorate da numerosissimi capillari, tramite i quali il pesce può immettere gas (azoto, ossigeno e anidride carbonica) nella vescica, gonfiandola, oppure può riassorbirli sgonfiandola. La quantità di gas contenuta all'interno della vescica è variabile; quest'ultima, aumentando o diminuendo di volume, permette al pesce di regolare la spinta di Archimede su se stesso.

Un grosso pesce di 1,96 kg nuota orizzontalmente in mare ($d = 1025 \text{ kg/m}^3$). La densità media del pesce, con la vescica natatoria sgonfia, è maggiore di quella dell'acqua di mare, e vale 1060 kg/m^3 . La spinta di Archimede sul pesce vale 20,0 N.

- Qual è il volume della vescica natatoria del pesce a quella profondità?

[0,142 dm³]**18 LA FISICA DEL CITTADINO** Galleggiare in acqua

Il nostro corpo è composto in gran parte di acqua. Non stupisce, quindi, che la densità media del nostro corpo sia molto simile a quella dell'acqua, e cioè pari a circa 1000 kg/m^3 . È vero che le nostre ossa sono molto più dense dell'acqua, ma conteniamo anche cavità (come i polmoni e l'addome).

Domanda 1:

La densità media di un corpo umano è circa 990 kg/m^3 . Però dopo un'inspirazione può scendere a 950 kg/m^3 , mentre dopo avere vuotato i polmoni sale fino a circa 1030 kg/m^3 .

- Sulla base di questi dati, pensi che sia difficile mantenersi a galla, per esempio "facendo il morto"? Se non si sa nuotare molto bene, a cosa bisogna fare attenzione per evitare di annegare in acque tranquille, per esempio in una piscina?

Domanda 2:

Un sub che si immerge con le bombole indossa dei pesi che gli permettono di discendere verso il basso.

- Quali sono le proprietà fisiche del subacqueo che sono aumentate con il contributo dei pesi? Quale forza, invece, non è modificata in modo apprezzabile da essi?

Domanda 3:

I subacquei vestono dei giubbotti ad assetto variabile che possono essere gonfiati di aria o sgonfiati secondo il bisogno.

- Come è possibile compensare con uno di questi giubbotti l'effetto dei pesi, se non si vuole scendere né salire?

GIOCHI DI ANACLETO

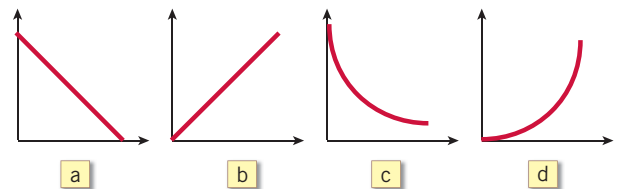
- 2** Da quale delle seguenti grandezze NON dipende la pressione in un punto dentro a un liquido?

- L'area di base del contenitore del liquido.
- La profondità del punto in cui si misura la pressione.
- La densità del liquido.
- L'accelerazione di gravità.

(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 2009)

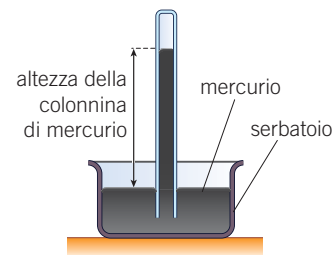
- 3** Una colonna di liquido esercita sul fondo del recipiente che lo contiene una pressione che dipende dall'altezza della colonna e dalla densità del liquido.

- Quale dei seguenti grafici può rappresentare l'altezza della colonna di liquidi diversi che esercitano sul fondo del recipiente la medesima pressione in funzione della loro densità?



(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 2003)

- 4** Il diagramma mostra un semplice barometro a mercurio.



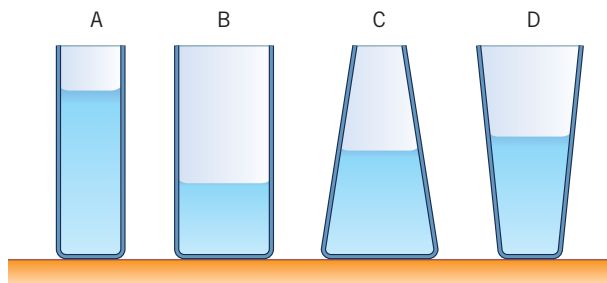
- Quale dei fatti seguenti NON provoca una variazione nell'altezza della colonna di mercurio?

- Cambiamento nella pressione atmosferica.
- Cambiamento nel valore dell'accelerazione di gravità g .
- Evaporazione di un po' di mercurio dal serbatoio del barometro.
- Ingresso di aria nel tubo.

(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 2001)

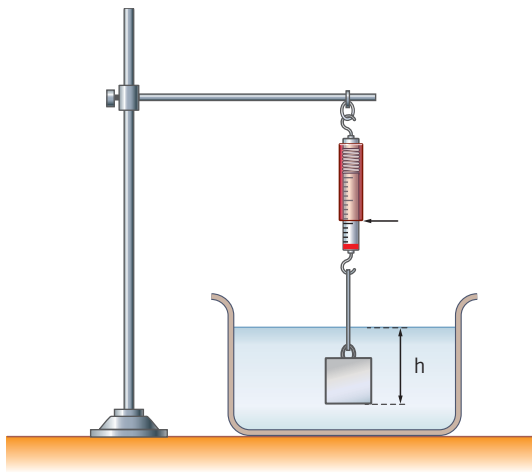
- 5** Uguali masse di acqua vengono versate in quattro contenitori, come mostrato in figura. In quale con-

tenitore è maggiore la pressione esercitata sul fondo?



(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 2001)

6 Un piccolo cubo di metallo è sospeso a un dinamometro e si trova immerso a una profondità h dalla superficie di un liquido di un grande recipiente.



- Quali delle seguenti affermazioni sono corrette?
 - 1. Il valore letto sul dinamometro dipende dalla densità del liquido nel recipiente.
 - 2. Il valore letto sul dinamometro è uguale alla spinta verso l'alto del liquido sul cubo di metallo.
 - 3. Il valore letto sul dinamometro aumenterà se la profondità h verrà aumentata.
- a. Tutte e tre. c. Soltanto la 1.
 b. Sia la 1 che la 2. d. Soltanto la 3.

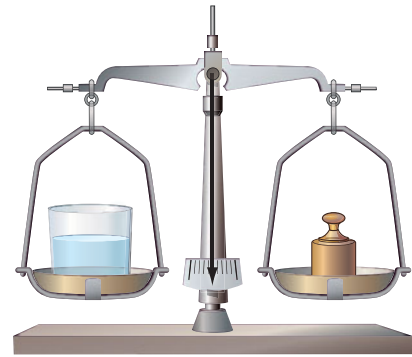
(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 2000)

7 Un aereo vola a una altezza dove la pressione atmosferica è $0,4 \times 10^5$ Pa. L'interno della cabina del pilota è mantenuto a una pressione di $1,0 \times 10^5$ Pa. La superficie esterna di una delle porte del velivolo è $2,0 \text{ m}^2$.

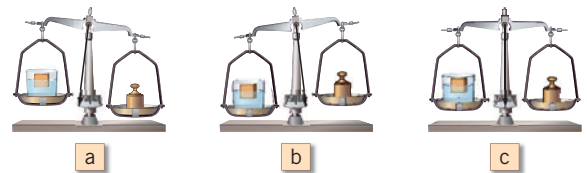
- Qual è l'intensità della forza che la differenza di pressione determina sulla porta?
- a. $0,3 \times 10^5$ N. c. $1,2 \times 10^5$ N.
 b. $0,8 \times 10^5$ N. d. $2,0 \times 10^5$ N.

(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 1999)

8 In figura la bilancia è in equilibrio con un bicchiere contenente dell'acqua sul piatto di sinistra e delle masse tarate sull'altro.



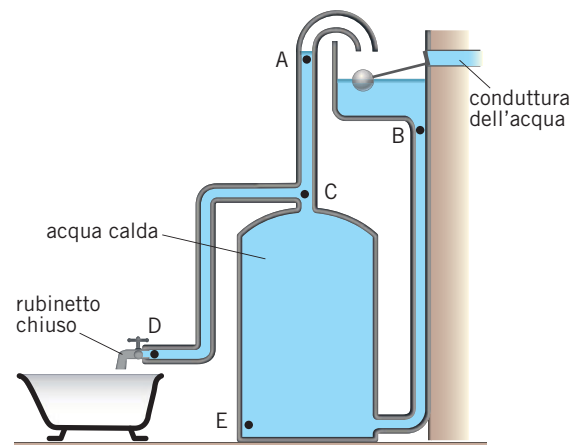
Successivamente un dado di legno viene messo nel bicchiere con l'acqua, la bilancia oscilla per un po' e poi si ferma in una delle seguenti posizioni



- Quale?
- a. Si ferma nella posizione *a* perché il legno è soggetto a una spinta verso l'alto.
- b. Si ferma nella posizione *b* perché la massa sul piatto di sinistra è aumentata.
- c. Si ferma nella posizione *c* perché il peso del legno è equilibrato dalla spinta idrostatica.
- d. Non si può dire in quale posizione si ferma se non si conosce il valore dell'accelerazione di gravità nel luogo dove si trova la bilancia.

(Tratto dai Giochi di Anacleto, anno 1998)

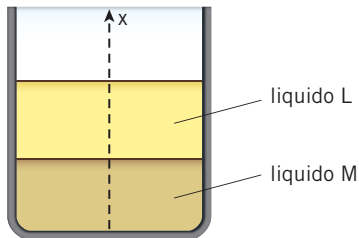
9 In figura è schematizzato un impianto che fornisce acqua calda a una vasca.



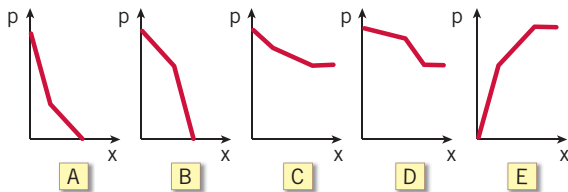
- In quale dei punti indicati con A , B , C , D ed E è più bassa la pressione dell'acqua?

(Tratto dai *Giochi di Anacleto*, anno 1997)

- 10** Un vaso aperto all'aria contiene due liquidi non miscelabili che non lo riempiono completamente. Il liquido M è due volte più denso del liquido L in modo che lo strato di liquido L galleggia sullo strato di M .



- Quale dei seguenti grafici rappresenta meglio il modo in cui varia la pressione partendo dal fondo del recipiente fino al livello del bordo?



(Tratto dai *Giochi di Anacleto*, anno 1996)