

MISURA DELLE PRESSIONI

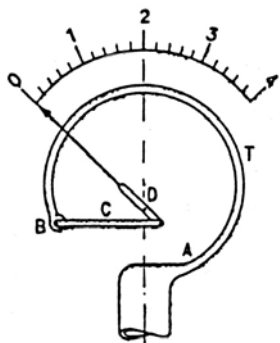
In molte questioni ha interesse conoscere non tanto la forza totale applicata ad un corpo quanto la distribuzione delle forze sulla sua superficie; e ciò si può fare agevolmente introducendo una nuova grandezza fisica, denominata **pressione** e definita come *il rapporto tra la forza totale agente su di una determinata superficie e la superficie medesima*.

La misura delle pressioni può essere fatta utilizzando la definizione appena data (facilmente applicabile nel caso di pressioni uniformi, quando la forza agente è normale alla superficie su cui agisce e ha valore costante), oppure mediante alcuni apparecchi chiamati genericamente "manometri". Si suole però, con maggior precisione, riservare il termine **manometri** agli apparecchi che misurano pressioni superiori a quella atmosferica, attribuendo il nome di **vacuometri** a quegli apparecchi che invece sono adatti a misurare pressioni inferiori a quella atmosferica; la pressione atmosferica stessa, poi, è misurata con apparecchi denominati **barometri**.

Qui di seguito si danno brevi cenni sui misuratori a pressione idrostatica (strumenti il cui funzionamento si basa sulle forze effettivamente esercitate dai liquidi o dai gas): manometri metallici, manometri e vacuometri a liquido, vacuometro di MacLeod, barometri a mercurio. Si ricordi che, per misurare pressioni rapidamente variabili, è possibile sfruttare l'effetto piezoelettrico già noto di alcune sostanze.

MANOMETRI METALLICI

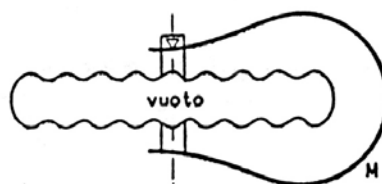
Sono basati sulle deformazioni elastiche dei corpi solidi. Quello più comune, dovuto a **Bourdon**, è essenzialmente costituito da un tubo metallico di sezione ellittica, piegato a forma di cerchio.



Un tale tubo ha la proprietà di espandersi quando all'interno di esso si esercita una pressione (e ciò perché la sezione ellittica tende ad assumere la forma circolare, e il tubo tende a raddrizzarsi). Il tubo T ha l'estremo A fisso, mentre l'estremo B è libero di muoversi: i suoi movimenti sono tra-

smessi mediante l'asta C alla leva D, alla quale è attaccato un indice scorrevole su di una scala. Questi strumenti devono essere tarati; se ne costruiscono da poche atmosfere a parecchie centinaia di atmosfere.

Un altro tipo corrente di manometro metallico è quello detto **aneroide**, cioè *senza liquido*, costituito da una scatola cilindrica a pareti sottili (circa 1/100 di millimetro) ondulata secondo il diametro della scatola stessa. Entro la scatola, ermeticamente chiusa, è stato fatto il vuoto, e una molla M impedisce che la pressione atmosferica la schiacci.



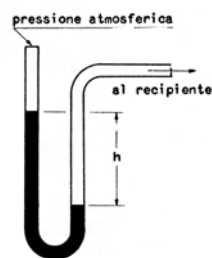
Ogni variazione della pressione esterna, rispetto a quella di taratura, fa variare l'altezza della scatola: questi spostamenti, opportunamente amplificati, vengono comunicati ad un indice scorrevole su di una scala graduata. Il manometro aneroide ora descritto è spesso usato come barometro; con alcune modifiche, può essere utilizzato come vacuometro, per pressioni fino a 1 mmHg.

Per tutti i manometri metallici la precisione è scarsa, e il possibile errore percentuale non trascurabile.

MANOMETRI E VACUOMETRI A LIQUIDO

I più comuni sono quelli ad U, soprattutto nei tipi ad aria libera e ad aria compressa; i liquidi usati sono generalmente il mercurio, l'acqua o l'olio.

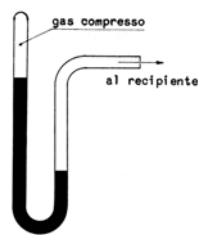
Il **manometro ad aria libera** è costituito da un tubo di vetro piegato ad U: una sua estremità è in comunicazione con l'aria libera, l'altra con il recipiente all'interno del quale si vuol misurare la pressione.



Il dislivello h fra i menischi del liquido nei due rami segna la differenza tra la pressione atmosferica e quella da misurare. Il campo di funzionamento di un tale mano-

metro è limitato verso l'alto dalla lunghezza totale del ramo libero del tubo ad U. Ovviamente, esso può essere adoperato anche come vacuometro. Ancora, se entrambi i rami del tubo ad U sono aperti, il manometro ad aria libera si presta a misurare la differenza di pressione esistente fra i due punti ai quali i rami medesimi sono collegati: ad esempio, si può misurare la differenza di pressione fra due sezioni di una condotta in cui scorre un fluido qualsiasi.

Anche i **manometri ad aria compressa** sono costituiti da un tubo ad U: in tal caso, però, una delle estremità è chiusa, e in essa un gas (di solito aria) viene compresso dal liquido manometrico.



Questo strumento serve esclusivamente per pressioni superiori a quella atmosferica, e deve quindi essere particolarmente robusto. La taratura viene effettuata per mezzo della legge di Boyle e Mariotte

$$pV = \text{cost} ;$$

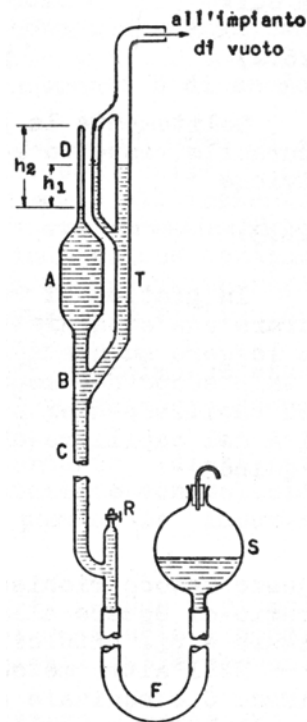
sulla scala di lettura la distanza fra le tacche non è costante, ma diminuisce progressivamente a mano a mano che si procede verso la parte superiore del tubo.

VACUOMETRO DI MAC LEOD

È adoperato per la misura di basse pressioni, e viene anzi utilizzato per la taratura di tutti gli altri misuratori di basse pressioni. È però ingombrante e di scomoda manovra, può rompersi facilmente (per esempio, nel caso di una brusca salita del mercurio), non è in grado di fornire una indicazione continua della pressione e non può essere usato con rapidità: prima di adoperarlo, è necessario pulirlo accuratamente, poiché le impurità alterano enormemente la misura. L'idea su cui esso si basa è quella di comprimere a temperatura costante un volume V noto di gas alla pressione (bassa) p_x da determinare; e ciò fino ad un volume misurabile e ad una pressione abbastanza grande da poter essere valutata idrostaticamente. La legge di Boyle e Mariotte, poi, consente di ricavare la pressione iniziale incognita p_x .

La figura mostra una delle più semplici versioni del vacuometro di MacLeod. Esso

è costituito da una canna C di vetro, collegata attraverso un tubo flessibile F con un serbatoio S di mercurio; l'altro estremo della canna si biforca in B , e comunica da una parte con un'ampolla A , terminante con un capillare cieco calibrato D , e dall'altra mediante il tubo T con l'impianto di cui si vuole misurare il vuoto.



Normalmente, il livello del mercurio non giunge al punto B , per cui nell'ampolla A in condizioni stazionarie c'è lo stesso grado di vuoto che nell'impianto. Volendo eseguire la misura della pressione, si solleva il serbatoio S : il mercurio, salendo lungo la canna C , isola il gas contenuto in A dal resto dell'impianto, lo comprime e lo costringe nel capillare calibrato D . Il mercurio sale anche nel tubo T e, per ogni posizione del serbatoio S , raggiunge una certa posizione di equilibrio, caratterizzata da un valore del dislivello fra il pelo libero in T e il pelo libero in D . Per facilitare la lettura del dislivello del mercurio, si deriva da T un capillare di sezione uguale a quella del capillare cieco e ad esso accostato. Il volume iniziale V del gas compresso è quello del ramo chiuso del manometro, delimitato dalla biforcazione B ; volume V e sezione S del capillare cieco sono due costanti del vacuometro. Il rubinetto R serve per eliminare eventuali bolle d'aria che il mercurio può trascinare con sé nello spostarsi da S ad A . Le condizioni iniziali del gas sono V (noto) e p_x (incognita); le condizioni finali sono $V = Sxh_2$ e $p = p_x + h_1$; la temperatura si

mantiene costante. Applicando la legge di Boyle e Mariotte all'inizio e alla fine della compressione, si può ricavare una relazione tra la pressione cercata p_x e grandezze note o direttamente misurabili; si ricava poi la pressione cercata trascurando la pressione p_x del gas nel tubo T rispetto a quella idrostatica h_1 .

BAROMETRI A MERCURIO

Il principio su cui si basano i barometri a mercurio è quello di Torricelli. Una canna di vetro, di sezione e forma qualunque, lunga circa un metro e aperta a un'estremità, viene completamente riempita di mercurio (la scelta del mercurio dipende dal fatto che la sua tensione di vapore a temperatura ambiente è molto bassa, e la sua densità è molto elevata, rappresentando con ciò l'ottimo che si può raggiungere nei liquidi barometrici). Ribaltata la canna su di una bacinella di mercurio, si osserva che il mercurio contenuto nel tubo si stacca dall'estremità chiusa, e scende fino a che il suo pelo libero non si porta ad un'altezza h dal pelo libero esterno. Il valore di h dipende dalla pressione atmosferica; la precisione della misura dipende soltanto dalla possibilità di apprezzare piccole variazioni del dislivello h .

Barometri particolarmente studiati per misure precise, come quello di **Fortin**, consentono di valutare h con la precisione del centesimo di millimetro (in questo barometro, il mercurio è contenuto in una vaschetta col fondo costituito da una membrana elastica; prima di effettuare la lettura, il pelo libero del mercurio viene portato esattamente in corrispondenza di una punta di riferimento, spostando opportunamente il fondo della vaschetta mediante una vite micrometrica). In Italia, e al livello del mare, le oscillazioni massime di h sono di circa 2 cm attorno al valore di 760 mmHg.