

Capitolo 3

PRESSIONE ATMOSFERICA

- 3.1 Peso dell'aria
- 3.2 Esperienza del Torricelli
- 3.3 Esempio di calcolo (Torricelli)
- 3.4 Unità di misura delle pressioni

3.1 Peso dell'aria

I corpi solidi hanno un loro peso, ma anche i corpi gassosi e, quindi l'aria, hanno un peso.

Se si pesa una bombola vuota e poi la si riempie di gas (ossigeno, acetilene, ecc.), procedendo ad una nuova pesatura si rileva una differenza nel peso; cioè la bombola pesa di più quand'è piena.

Anche l'aria, che è una miscela di gas, ha un peso (precisamente un litro d'aria pesa 1,30 grammi) e la spinta che la massa dell'aria esercita sulla superficie della terra e su tutto ciò con cui è a contatto (uomini, animali, cose, ecc.) è enorme.

Nel 1630 il fisico Evangelista Torricelli da Faenza dimostrò che l'atmosfera (ossia lo spessore d'aria che circonda la terra) pesa 1,033 kg su ogni cm² di superficie, misurata sul livello del mare (altitudine zero).

Questo peso è detto **PRESSIONE ATMOSFERICA**.

Ora si faccia una considerazione: se la superficie media dell'uomo (area) è di circa 1,5 m² (15000 cm²) e, se su ogni cm² c'è il peso dell'atmosfera di 1,033 kg/cm² (pressione), su tutta la superficie del corpo graverà:

$$F = p \times A \quad F = 1,033 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 15000 \text{ cm}^2 = 15500 \text{ kg}$$

verrebbe da pensare come non si venga schiacciati da un peso così enorme.

La ragione, molto semplice, è che la pressione atmosferica si esercita in ogni senso perciò non agisce solo sulla parte esterna dell'uomo, ma ha lo stesso valore anche internamente equilibrandosi.

Inoltre la circolazione del sangue provoca contro le pareti interne dei vasi sanguigni una pressione leggermente superiore a quella atmosferica.

Una delle caratteristiche della pressione atmosferica è quella di variare a seconda dell'altitudine del posto in cui viene misurata (ved. tabella di fig. 3.1).

Se andiamo a quote più alte (rispetto al livello del mare) la pressione diminuisce: ad esempio a 3000 metri la pressione sarà inferiore a quella del livello del mare, in quanto, il peso dello strato d'aria sotto i 3000 metri non graverà più sullo strato d'aria esistente sopra tale quota.

QUOTA m	PRESSIONE MPa	TEMPERATURA °C
0	0,1013	15
100	0,1001	14,4
200	0,0989	13,7
500	0,0955	11,8
1000	0,0899	8,5
1400	0,0856	5,9
1800	0,0815	3,3
2000	0,0795	2,0
2400	0,0756	- 0,6
3000	0,0701	- 4,5

fig. 3.1 Variazione delle condizioni fisiche dell'aria alle varie quote.

3.2 L'esperienza del Torricelli

Si prenda un tubo trasparente chiuso ad un'estremità ed aperto nell'altra (ved. fig. 3.2), lungo circa un metro. Se lo si riempie interamente di mercurio (Hg) e si chiude con un dito l'estremità aperta, capovolgendo ed immergendolo in un recipiente contenente altro mercurio si nota che, dopo aver tolto il dito dall'estremità, una parte del mercurio contenuto nel tubo passa nella vaschetta.

Il mercurio finisce di passare nella vaschetta quando il livello nel tubo ha raggiunto un ben determinato punto. Infatti misurando la differenza di livello tra il mercurio della vaschetta e quello del tubo si riscontra che tale differenza vale circa 76 cm.

Il motivo che non ha permesso al mercurio del tubo di vuotarsi completamente nella vaschetta è dovuto esclusivamente al peso dell'aria atmosferica.

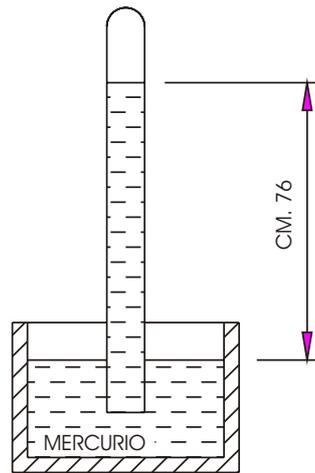


fig. 3.2 Esperienza dei Torricelli.

Come si è detto in precedenza l'aria esercita una pressione di 1,033 kg ogni cm², perciò questa pressione si ha anche sulla superficie del mercurio contenuto nella vaschetta.

Nella parte superiore il tubo, dopo che è stato rovesciato, è completamente vuoto di mercurio e d'aria. Si è creato il vuoto e la pressione atmosferica viene a mancare totalmente in questa parte del tubo stesso.

Nel nostro caso la pressione atmosferica invece di esercitarsi dall'alto e dal basso nell'interno del tubo, agisce solo dal basso verso l'alto (ved. fig. 3.3). Come ci mostra l'esperienza questa spinta (sull'unità di superficie) equivale al peso della colonna di mercurio, chiaramente rapportato alla sezione del tubo, cioè:

$$\text{Spinta atmosferica} = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Peso unitario della colonna di mercurio} = \frac{\text{peso (kg)}}{\text{sezione (cm}^2\text{)}} = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

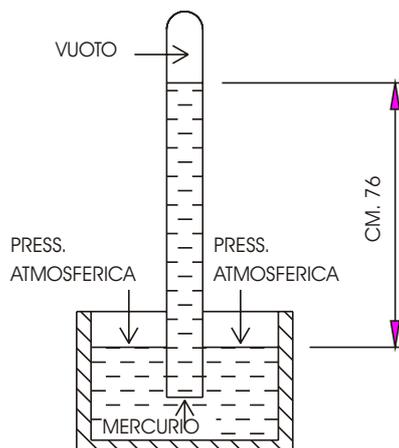


fig. 3.3 Nel tubo di Torricelli il mercurio si innalza a causa della pressione atmosferica.

Procedendo nelle stesse operazioni, impiegando acqua al posto del mercurio (prendendo un tubo lungo circa 11 metri), si vedrà che il livello dell'acqua nell'interno del tubo si porta a 10,33 metri dal pelo della vaschetta. Questa spinta equivale al peso, rapportato alla sezione del tubo, di quella colonna di acqua che è sempre di 1,033 kg sulla superficie di 1 cm² (ved. fig. 3.4).

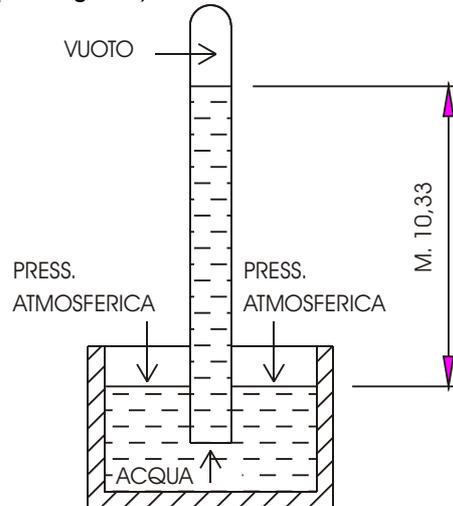


fig. 3.4 Nel tubo Torricelliano l'acqua sale fino a 10,33 m dal pelo dell'acqua della vaschetta.

3.3 Esempio di calcolo (Torricelli)

I tubi trasparenti cilindrici hanno la sezione di 1 cm² (cioè S=1 cm²).

I volumi sono:

$$V_{Hg} = \text{mercurio (Hg)} = S \times h_{Hg} = 1 \text{ cm}^2 \times 76 \text{ cm} = 76 \text{ cm}^3$$

$$V_{H_2O} = \text{acqua (H}_2\text{O)} = S \times h_{H_2O} = 1 \text{ cm}^2 \times 1033 \text{ cm} = 1033 \text{ cm}^3$$

(10,33 m = 1033 cm)

I pesi specifici sono:

$$\gamma_{Hg} = \text{mercurio } 13,60 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{H_2O} = \text{acqua } 1,00 \text{ gr/cm}^3$$

Pesando su una bilancia tali quantità si ottiene:

$$P_{Hg} = \gamma_{Hg} \times V_{Hg} = 76 \times 13,60 = 1033 \text{ gr}$$

$$P_{H_2O} = \gamma_{H_2O} \times V_{H_2O} = 1033 \times 1,00 = 1033 \text{ gr}$$

Quindi la pressione esercitata dalla colonna di liquido alla base del tubo vale:

$$p_{\text{colonna}} = \frac{p}{S} = \frac{\gamma \times S \times h}{S} = \gamma \times h = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

Da ciò si può dedurre che la pressione atmosferica (cioè il peso dell'aria su ogni cm² di superficie con cui è a contatto) è di 1,033 kg/cm².

Pertanto:

$$\text{pressione atmosferica} = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

che corrisponde a : 76 cm di colonna di mercurio
10,33 m di colonna d'acqua (qualunque sia il valore della sezione del tubo)

Infatti come si è visto una colonna di mercurio alta 76 cm e una colonna di acqua alta 10,33 m esercitano, su ogni centimetro quadrato alla base della colonna, la stessa pressione.

Il valore di 1,033 kg/cm² è detto **atmosfera** ed è la pressione che lo spessore d'aria che circonda la terra, esercita su di un centimetro quadrato di superficie.

Si ha che: $1 \text{ atmosfera} = 1,033 \text{ kg/cm}^2 = 10,13 \text{ N/cm}^2 = 101300 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$

3.4 Unità di misura delle pressioni

Quando si parla di pressione si deve distinguere:

PRESSIONE ATMOSFERICA è la pressione causata dal peso dell'aria; essa esercita una forza di circa 1 kg su ogni cm² di superficie (Torricelli).

PRESSIONE RELATIVA è la pressione al di sopra della pressione atmosferica ed è quella che di solito viene misurata da strumenti chiamati "manometri".

PRESSIONE ASSOLUTA è la somma delle due pressioni precedenti e cioè: pressione atmosferica + pressione relativa.

DEPRESSIONE è una pressione relativa minore di quella atmosferica, di solito viene misurata da strumenti chiamati "vacuometri". Il suo valore massimo è quello che si riferisce al vuoto barometrico (vuoto assoluto).

La fig. 3.5 riassume le relazioni tra le unità di misura e ne evidenzia la differenza.

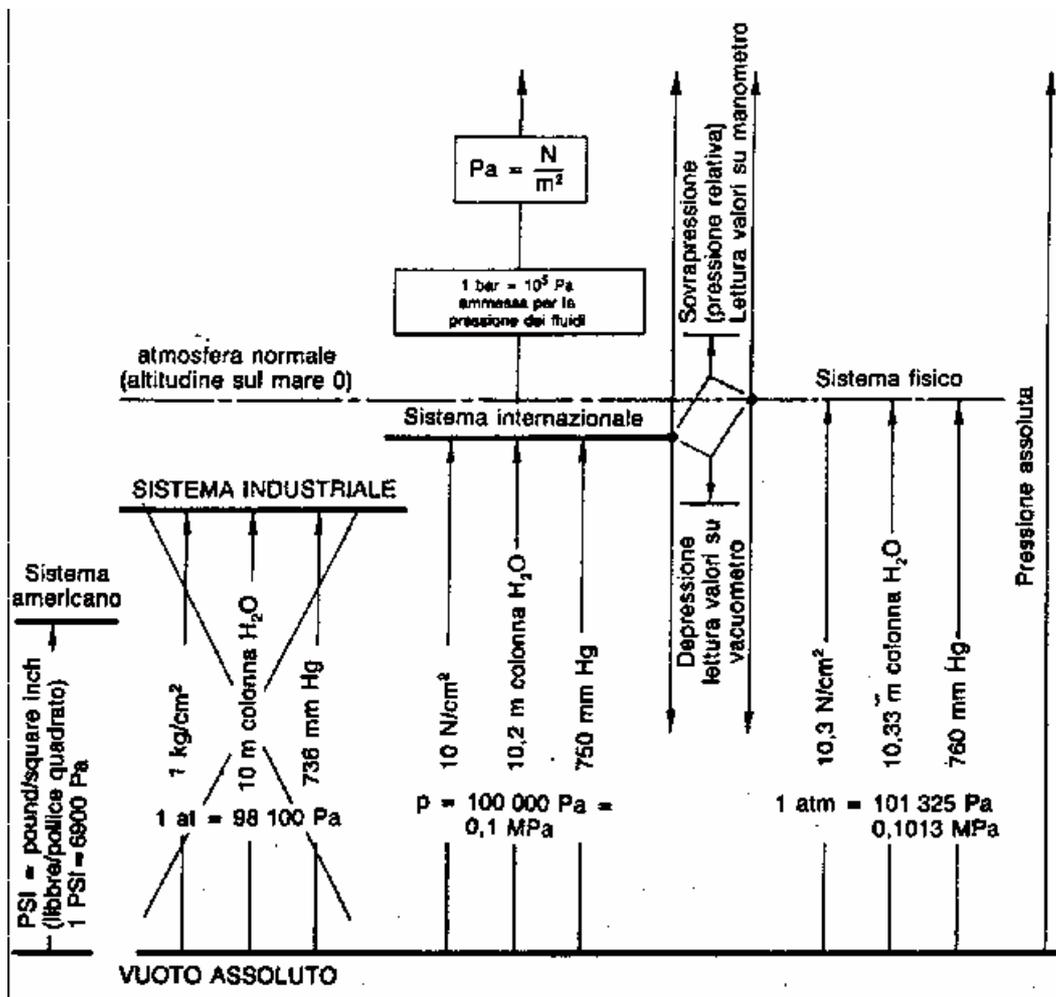


fig. 3.5 Relazioni fra le unità di misura delle pressioni.