

# GRANDEZZE FONDAMENTALI DEI FLUIDI

**Un fluido** è un stato della materia in cui molecole sono libere di scorrere fra di loro.

**Un liquido** è un tipo di fluido che conserva sempre lo stesso volume anche se la sua forma varia a seconda del contenitore che lo racchiude. L'acqua, l'olio, l'alcool sono esempi comuni di liquidi.

**Un gas** è un tipo di fluido che non conserva ne la sua forma ne il suo volume ma entrambi variano a seconda il contenitore che lo racchiude. L'aria dell'atmosfera terrestre è un esempio di fluido gassoso.

Molte delle macchine costruite dall'uomo operano con dei fluidi, ad esempio: i motori producono la loro potenza meccanica operando sul fluido aria, tutti sono lubrificati con dell'olio, molti di essi sono raffreddati ad acqua. L'aeroplano è in grado di volare grazie alle forze che scambia con l'aria in cui si muove. Per questo motivo ha importanza studiare le caratteristiche fisiche dei fluidi.

**La massa**, secondo la definizione introdotta da [Newton](#), e spesso ancora usata, è la quantità di materia contenuta in un corpo. Questa definizione non ha però un significato preciso in quanto non è basata su criteri operativi che ne fissano una procedura di misurazione. Il concetto di massa si precisa invece tramite la legge fondamentale della dinamica (il secondo principio della dinamica, enunciato dallo stesso Newton) come il rapporto (invariabile) fra la forza applicata a un corpo e l'accelerazione che ne consegue (in un sistema di riferimento inerziale). In pratica la massa è quella entità alla quale bisogna applicare una forza per poterne misurare una accelerazione. A livello macroscopico, cioè di corpi abbastanza grandi da essere visti e toccati, la massa si apprezza attraverso la forza peso cui sono sottoposti nel campo gravitazionale terrestre. Tuttavia, lo studio della materia e delle sue caratteristiche si sviluppa al livello delle particelle microscopiche di cui è costituita la materia. La massa di queste particelle può essere solo individuata dalla forza che bisogna applicare per produrne una accelerazione.

**La temperatura** in un punto di una certa sostanza è il livello dell'energia termica. Più alta è la temperatura di una massa di una data materia, maggiore è la sua energia termica. Unità di misura sono il centigrado °C ed il grado Kelvin K. Nella scala centigrada, lo zero è attribuito al ghiaccio fondente e 100 °C sono attribuiti all'acqua che bolle al livello del mare. Il centigrado è la centesima parte di questo salto di temperatura. La scala Kelvin differisce dalla scala centigrada per il fatto che 0 K corrispondono a -273 °C.

**La pressione** di un fluido su una superficie solida è la forza che il fluido esercita su quella superficie, diviso la superficie stessa. Ad esempio, quando si gonfia un palloncino di gomma, è la pressione del gas al suo interno che "tira" le pareti del palloncino facendone aumentare il volume. Essendo la pressione una grandezza derivata dal rapporto fra una forza ed una superficie, anche la sua unità di misura sarà derivata dal rapporto fra l'unità di misura di una forza e l'unità di misura di una superficie. Nel "Sistema Internazionale", l'unità di misura della forza è il N (Newton), l'unità di misura della superficie è il m<sup>2</sup> (metro quadrato), il rapporto N/m<sup>2</sup> si indica con Pa ( Pascal dal nome dello studioso ).

**La densità** di un fluido è il rapporto fra la sua massa ed il suo volume. Nel "Sistema Internazionale", la sua unità di misura è il kg/m<sup>3</sup>.

Per i gas, pressione, densità e temperatura sono correlate dalla cosiddetta “equazione dei gas perfetti”. Indicati con:

p: pressione del gas

$\rho$ : densità del gas

T: temperatura del gas in gradi Kelvin

R: costante dei gas perfetti. Se il gas in oggetto è l'aria R = 287 J/(kg K), si legge Joule/ (kg Kelvin)

**L'equazione dei gas perfetti è**

$$\frac{p}{\rho} = R T$$

# ATMOSFERA TERRESTRE

Poiché l'aeroplano vola in virtù della forze che l'aria esercita sulle superfici dell'aeroplano stesso, ha importanza li studio dell'atmosfera terrestre.

L'**atmosfera terrestre** è costituita da una miscela di gas detta **aria**, che circonda il globo terrestre, la cui composizione in massa è approssimativamente la seguente:  
Azoto 75,5%, Ossigeno 23,2%, Argon 1,3%, Anidride carbonica e vapore d'acqua.

A seconda del tipo di variazione delle grandezze fisiche: temperatura, pressione e densità, al variare della quota, l'atmosfera è suddivisa in strati dei quali ricordiamo i due di interesse aeronautico:

**La troposfera** è lo strato dell'atmosfera che si estende dal livello del mare, quota assunta come 0 m, fino a 11000 m di quota.

**La stratosfera** è lo strato dell'atmosfera che si estende da quota 11000 m, fino a 50000 m di quota.

Al crescere della quota, nella troposfera, diminuiscono temperatura, pressione e densità dell'aria.

Al crescere della quota, nella stratosfera, la temperatura rimane costante a circa  $-50^{\circ}\text{C}$ , pressione e densità dell'aria continuano a diminuire.

## Atmosfera standard

A quota costante, le grandezze caratteristiche dell'atmosfera non restano costanti, ma variano continuamente nel tempo. Tale fatto è evidenziato dai fenomeni meteorologici e dall'evoluzione delle stagioni.

Le forze aerodinamiche ed in generale le prestazioni dell'aeroplano sono fortemente influenzate dal valore delle grandezze fisiche dell'atmosfera, in particolare dalla densità. Pertanto, fin dagli albori della storia dell'aeronautica, si pose il problema di stabilire quali valori delle grandezze assumere per poter eseguire i calcoli di aerotecnica. A tale scopo fu introdotta la cosiddetta "atmosfera standard" detta anche "aria tipo internazionale" o ancora "ISA" (International Standard Atmosphere). Questa è definita dai seguenti valori:

Quota zero al livello medio del mare.

Temperatura a quota zero:  $T_0 = 15^{\circ}\text{C} = 288\text{ K}$

Pressione a quota zero:  $p_0 = 101325\text{ Pa} = 1\text{ atm}$

Densità a quota zero:  $\rho_0 = 1,225\text{ kg/m}^3$

Variazione con la quota delle grandezze nella troposfera:

Z: quota in metri

$T = T_0 - 0,0065 Z$  ( l'unità è centigradi)

$$p = p_0 \cdot (1 - 0,0000226 \cdot Z)^{5,256}$$

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 - 0,0000226 \cdot Z)^{4,256}$$

Variazione con la quota delle grandezze nella stratosfera:

$T = -56,5^{\circ}\text{C}$  ( l'unità è centigradi)

$$p = 9,81 \cdot 10^{[3,36192 - 0,0000685 \cdot (z-11000)]}$$

$$\rho = 9,81 \cdot 10^{[-1,43180 - 0,0000685 \cdot (z-11000)]}$$