

Capitolo 16

Un fattore che contrasta il movimento dei corpi è la resistenza dei fluidi, come l'aria, in cui questi si muovono. Il fattore che maggiormente influenza questa resistenza è la **velocità relativa** del fluido rispetto al corpo. La resistenza è dovuta a:

- la formazione della scia;
- l'attrito dei filetti fluidi che scorrono lungo la superficie del corpo.

Quando una corrente fluida in un tubo investe un corpo, a valle di questo si crea una *scia vorticoso* che impedisce il ricongiungimento dei filetti fluidi, aumentando la velocità del fluido poiché diminuisce l'area effettiva della sezione del tubo. Le **linee di corrente** (traiettorie delle particelle fluide) si allargano e seguono il contorno del corpo. In conseguenza all'aumento di velocità, per il *teorema di Bernoulli*, la pressione a valle del corpo diminuisce. Si crea quindi una differenza di pressione tra le sezioni a monte e a valle del corpo, che genera una spinta sul corpo in direzione contraria al moto relativo rispetto al fluido.

La **resistenza di forma** che si sviluppa dipende dalla forma del corpo (per un corpo con un *profilo aerodinamico* sarà minore), dal fluido stesso e dalla velocità relativa. La resistenza di forma è diretta parallelamente alla direzione del moto relativo per corpi simmetrici, mentre per corpi asimmetrici può avere anche una componente ortogonale. A questa resistenza si somma la **resistenza di attrito**, conseguenza dello strisciamento dei filetti fluidi sul corpo. La somma delle due è la **resistenza del mezzo**.

L'aria, a una temperatura di 15 °C e a una pressione di 1 atm, ha una **densità** pari a circa $1,23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, mentre l'acqua una densità di circa $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. La densità dei gas varia con la temperatura e la pressione molto di più che per i liquidi.

La resistenza del mezzo vale:

$$R = C \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

dove ρ è la densità del fluido, A l'area della *sezione maestra* del corpo, v la velocità relativa tra corpo e fluido e C un coefficiente che tiene conto della levigatezza e della forma del corpo (**coefficiente di forma**, adimensionale).

La **caduta di un grave nell'aria** ha leggi del moto diverse da quelle della caduta di un grave nel vuoto. L'accelerazione non è costante ma varia nel tempo, diminuendo fino a che il moto non si trasforma in un moto uniforme, con velocità pari a:

$$v = \sqrt{\frac{P}{C \cdot \rho \cdot A}}$$

Un **veicolo in movimento sul piano orizzontale**, tenendo conto anche della resistenza dell'aria, accelera con un'accelerazione che diminuisce fin quando non arriva alla velocità limite pari a:

$$v = \sqrt{\frac{F - R_v}{C \cdot \rho \cdot A}}$$

e prosegue con moto uniforme (R_v indica la resistenza di attrito di rotolamento). In funzione della potenza N di cui dispone il veicolo, il valore della velocità limite è pari a:

$$v = \sqrt[3]{\frac{N}{C \cdot \rho \cdot A}}$$

Per elevare quindi la velocità da un certo valore a un altro, è richiesta una potenza funzione del cubo del rapporto tra le due velocità.

La resistenza del mezzo ha anche **effetti utili**. Inclinando una lastra piana di un certo angolo (**angolo di incidenza**), i filetti fluidi percorrono spazi diversi con velocità diverse; i filetti inferiori scorrono più lentamente di quelli superiori e si crea quindi una differenza di pressione che genera una forza dinamica F orientata quasi normalmente alla piastra.

La forza può essere scomposta in due componenti, una parallela alla direzione del moto, che è la resistenza vera e propria, e una perpendicolare chiamata **portanza**.

Se il corpo in movimento non è una lastra piana ma una lastra conformata ad arco di cerchio o un *profilo alare* (con la parte finale raccordata per minimizzare la scia) si può aumentare questo effetto (figura). La portanza dipende dalla forma del profilo, dall'angolo di incidenza e dalla superficie alare.

