

I fluidi, la pressione, la legge di Pascal e il torchio idraulico

Elia Rampi - fisicafast.it

In questo video parliamo dei fluidi, in particolare della legge di Pascal con una sua applicazione, ovvero il torchio idraulico.

Sappiamo che un fluido è una sostanza che può fluire.

A differenza di un solido che mantiene una forma definita, il fluido adatta la propria forma al suo contenitore.

I fluidi comprendono sia i liquidi che i gas.

Una differenza fondamentale tra questi due stati è la comprimibilità: un gas, a differenza di un liquido è facilmente comprimibile. Questo implica che un gas non ha un volume proprio, ma tende a occupare tutto lo spazio disponibile, mentre un liquido mantiene un volume definito.

Due grandezze indispensabili per lo studio dei fluidi sono la densità e la pressione.

La densità d di un fluido è una grandezza scalare definita dal rapporto tra la massa del fluido e il suo volume

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

E l'unità di misura nel S.I. è il kg/m^3 .

La seconda grandezza è la pressione.

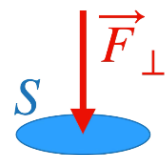
Una forza che agisce su una superficie, esercita su di essa una pressione.

La pressione p esercitata su una superficie di area S è una grandezza scalare definita dal rapporto tra il modulo della forza che agisce perpendicolarmente alla superficie e l'area della superficie stessa:

$$p = \frac{F_{\perp}}{S}.$$

L'unità di misura nel S.I. è il N/m^2 , che chiamiamo Pascal (Pa): $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

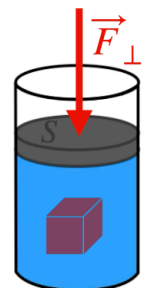
I fluidi esercitano e subiscono pressioni sulle superfici con cui sono a contatto. Un liquido in un contenitore, ad esempio, esercita pressioni sulle pareti del contenitore con cui è a contatto e sulle superfici di eventuali oggetti immersi nel liquido.



La legge di Pascal

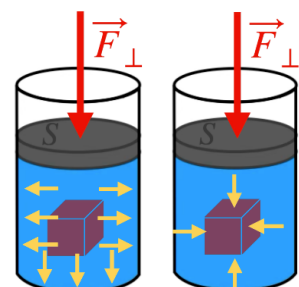
Consideriamo un liquido all'interno di un contenitore e inseriamo un oggetto al suo interno, poi chiudiamo il contenitore con un pistone e spingiamo verso il basso il pistone con una forza perpendicolare \vec{F}_{\perp} . Sul fluido quindi viene esercitata una

pressione $p = \frac{F_{\perp}}{S}$.



La legge di Pascal dice che la pressione esercitata su una qualsiasi superficie di un liquido si trasmette, con lo stesso valore, su ogni altra superficie a contatto con il liquido.

Quindi la pressione p esercitata dal pistone si trasmette, senza diminuzioni, su ogni altra superficie, ovvero sulle superfici del contenitore e anche su tutte le superfici dell'oggetto immerso nel liquido.



Un'applicazione di questo principio è il torchio idraulico.

Il torchio idraulico

Il torchio idraulico è una macchina che viene utilizzata per amplificare una forza.

L'immagine rappresenta lo schema di un torchio idraulico.

È costituito da due vasche comunicanti riempite con un liquido, ad esempio olio.

Le due vasche terminano superiormente con due pistoni di superfici di area differente a contatto con il liquido, che indichiamo S_A e S_B con

$$S_A < S_B.$$

Premendo con una forza F_A sulla superficie minore S_A , si esercita sul liquido una pressione $p_A = \frac{F_A}{S_A}$ questa pressione viene trasmessa su

ogni altra superficie a contatto con il liquido, compresa quindi la superficie S_B , che viene spinta verso l'alto da una forza F_B . La

pressione sulla superficie S_B è quindi $p_B = \frac{F_B}{S_B}$.

La legge di Pascal ci dice che la pressione esercitata sul liquido p_A si trasmette, con lo stesso valore, su ogni altra superficie, quindi

$$p_A = p_B$$

Ovvero

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}.$$

Moltiplichiamo entrambi i membri per S_B , otteniamo:

$$F_B = F_A \cdot \frac{S_B}{S_A}$$

Siccome $S_A < S_B$, il rapporto $\frac{S_B}{S_A} > 1$, quindi la forza che agisce sul pistone B è maggiore della

forza su A: $F_B > F_A$. La forza viene quindi amplificata.

Concludiamo con un'ultima osservazione.

Se muoviamo verso il basso il pistone A di una distanza d_A , il pistone B si alza di una distanza d_B ; siccome il liquido è incompressibile, il volume spostato nei due cilindri deve essere lo stesso, quindi:

$$V_A = V_B$$
$$S_A \cdot d_A = S_B \cdot d_B$$

Dividiamo per S_B per ricavare la distanza d_B :

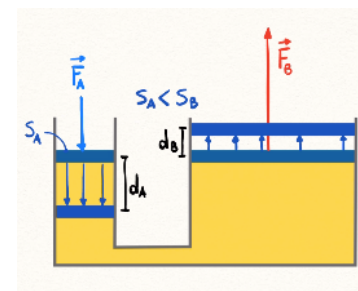
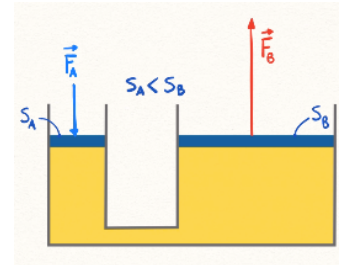
$$d_B = d_A \cdot \frac{S_A}{S_B}.$$

Ora, siccome $S_A < S_B$, il rapporto $\frac{S_A}{S_B} < 1$, quindi è evidente che $d_B < d_A$: ciò significa che il pistone B si muove di una distanza minore rispetto al pistone A.

Riassumendo:

In un torchio idraulico costituito da due cilindri di superfici S_A e S_B con $S_A < S_B$:

- La forza F_A applicata sul un pistone A viene trasformata in una forza maggiore F_B applicata al pistone B.



- L'amplificazione della forza dipende dal rapporto tra le aree delle due superfici $\frac{S_B}{S_A}$.
- La distanza percorsa dal pistone A (di area inferiore) è maggiore della distanza percorsa dal pistone B.