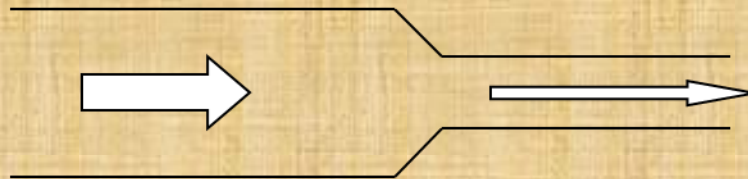


MECCANICA DELLA MELASSA

Quando il liquido è viscoso

Consideriamo un tubo in cui scorre un liquido. Non è detto che la sua sezione sia costante.



il valore dell'espressione

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + p$$

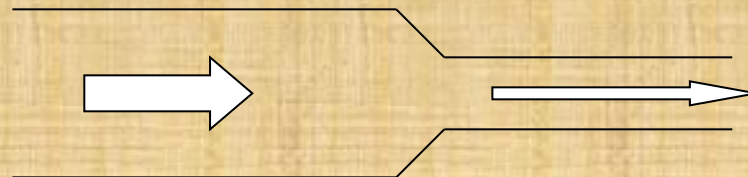
(dove ρ indica la densità del liquido, v la sua velocità e p la pressione) è lo stesso in una qualsiasi sezione del condotto.

La *legge di Bernoulli* stabilisce che l'unità di volume del liquido che scorre conserva la sua energia lungo il condotto.

I liquidi per i quali vale la legge di Bernoulli non sono la regola. L'acqua è uno di questi.

Se consideriamo acqua che scorre in un tubo a sezione costante e orizzontale, non vi è differenza di pressione e velocità tra due posizioni diverse lungo il tubo.

Vi è variazione di pressione solo là dove vi è una variazione di velocità.

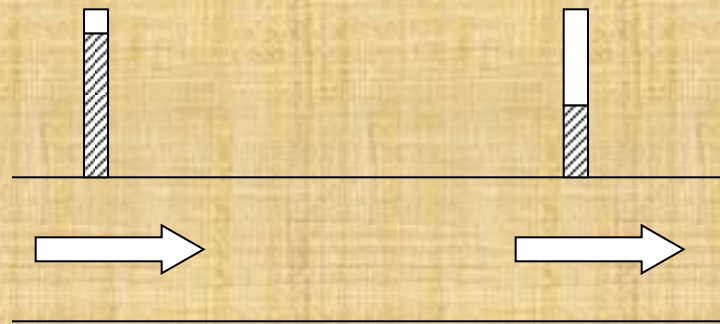


Se il liquido che scorre è olio o shampoo le cose vanno diversamente

Tra due punti diversi del tubo si rileva una differenza di pressione, nonostante la velocità rimanga costante.



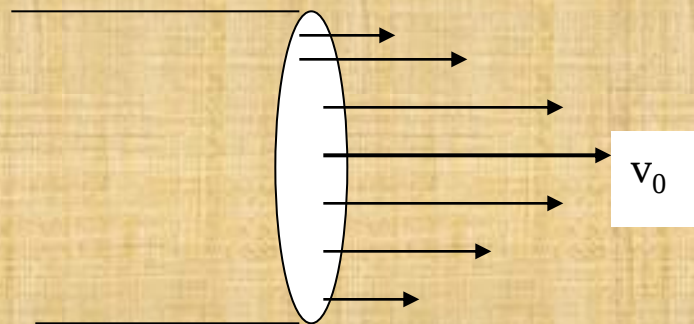
Ma se si tratta di olio o shampoo le cose vanno diversamente: tra due punti diversi del tubo si rileva una differenza di pressione, nonostante la velocità rimanga costante.



$$p_1 > p_2$$

Significa che vi è una perdita di energia interna che non si converte in energia cinetica.

Possiamo osservare che la velocità del liquido in una sezione del tubo non è uniforme: è massima sull'asse e diminuisce fino ad annullarsi al bordo.



Se si trattasse di acqua vi sarebbe una relazione semplice tra la velocità (uniforme sulla sezione) e la portata:

$$Port = Av$$

Nel caso di olio, la relazione diventa:

$$Port = A \frac{v_0}{2}$$

Altre due osservazioni sperimentali:

1. La perdita di pressione per unità di lunghezza (gradiente di pressione) è proporzionale alla velocità di scorrimento del liquido
2. La perdita di pressione lungo il tubo è proporzionale alla sua lunghezza e inversamente proporzionale alla sezione.

Da queste osservazioni si ricava

$$\Delta p = k \frac{l}{A} v_0 \quad (*)$$

dove il fattore di proporzionalità k viene tradizionalmente scritto nella forma

$$k = 4\pi\eta$$

η = *coefficiente di viscosità* del liquido

La perdita di pressione rappresenta la perdita di energia per unità di volume di liquido.

Il gradiente di pressione rappresenta la forza agente sull'unità di volume.

La (*) stabilisce quindi una proporzionalità tra la forza applicata su un metro di liquido e la sua velocità di scorrimento.

$$F \propto v$$

Il prodotto della portata per la perdita di pressione (*) fornisce la potenza perduta per attrito interno su un tratto di condotto di lunghezza l :

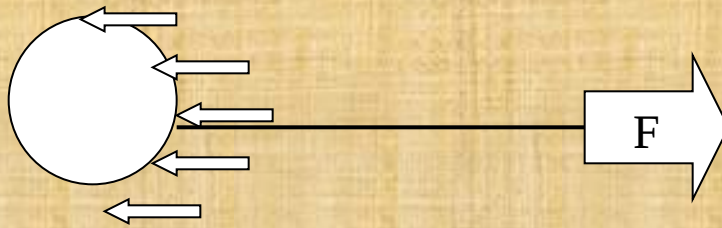
$$P = 2\pi\eta l v_0^2$$

Un fluido viscoso che scorre in un tubo perde una quantità di energia proporzionale alla velocità (al centro) e al quadrato della lunghezza del tubo.

Il trasporto di fluidi viscosi comporta sempre una dispersione di energia.

FORZE VISCOSE

Si indica con questo nome una forza di resistenza che aumenta con la velocità. . Ad esempio, un oggetto che viene trascinato nell'olio.



Su questo oggetto agiscono due forze; una è quella meccanica ,
trasmessa da un filo che tira l'oggetto, l'altra è quella d'attrito esercitata
dal fluido, che supponiamo proporzionale alla velocità dell'oggetto.

$$f_{att.} = k v$$

Le due si uguagliano quando

$$k v = F$$

La velocità in corrispondenza della quale ciò avviene si chiama “di
regime”:

$$v_R = \frac{F}{k}$$

La forza viscosa compie lavoro e il lavoro compiuto nell'unità di tempo è

$$P = F v_R = k v_R^2$$

Nei fenomeni viscosi la potenza è proporzionale al quadrato della velocità.

LA LEGGE DI OHM

La legge di Ohm si scrive solitamente nella forma:

$$\Delta V = R i$$

dove ΔV è la differenza di potenziale tra i capi di un tratto di filo, i è l'intensità della corrente che lo percorre, R la sua resistenza elettrica. Introducendo anche la cosiddetta seconda legge di Ohm, prende la forma

$$\Delta V = \rho \frac{l}{A} i$$

Intanto, se indichiamo con λ la quantità di carica contenuta nell'unità di lunghezza del filo e con v la velocità con un tale carica scorre, l'intensità di corrente è

$$i = \lambda v$$

E la legge di Ohm prende la forma

$$\frac{\Delta V}{l} = \left(\frac{\rho}{A} \right) \lambda v$$

O anche

$$\frac{\Delta V}{l} \lambda = \left(\frac{\rho}{A} \right) \lambda^2 v$$

dove a sinistra compare la forza agente sulla carica contenuta nell'unità di lunghezza del filo.

La legge di Ohm esprime una relazione di proporzionalità tra forza applicata e velocità. Una legge di viscosità.

La potenza emessa per effetto Joule è

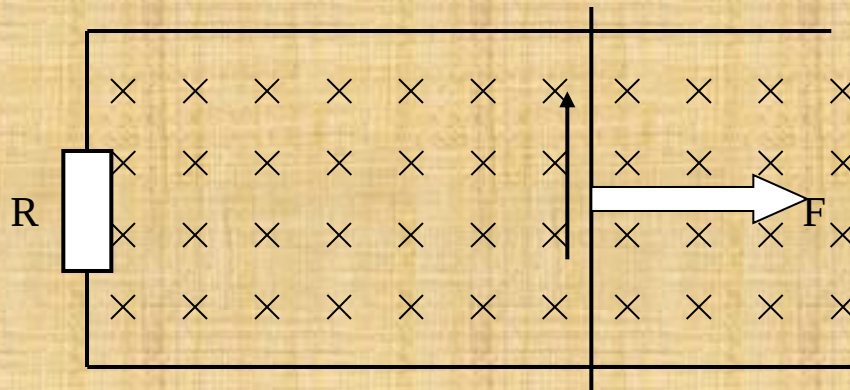
$$P = V i = R i^2 = \rho \frac{l}{A} i^2$$

La potenza emessa da un metro di filo

$$\frac{P}{l} = \frac{\rho}{A} \lambda^2 v^2$$

LA LEGGE DI FARADAY

Un filo conduttore sagomato ad U sul quale scorre una sbarretta di lunghezza L , tagliando le linee di un campo magnetico di intensità B normale al piano. Se la velocità è v , l'area spazzata nell'unità di tempo è $L v$ e la variazione del flusso magnetico



$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B L v$$

Per la legge di Faraday, questa è anche la forza elettromotrice indotta, per cui si produce una corrente di intensità tale che

$$i = \frac{B L}{R} v \quad (*)$$

dove R è la resistenza del circuito. Per la legge di Lenz tale corrente ha verso antiorario.

Ma un filo percorso da corrente all'interno di un campo magnetico è soggetto alla forza

$$F = B i L$$

diretta in senso opposto alla velocità.

Inserendo in questa l'espressione (*) della corrente, si ottiene

$$F = \frac{B^2 L^2}{R} v$$

che è una relazione di proporzionalità tra forza applicata e velocità.

L'energia perduta dal sistema nell'unità di tempo è

$$P = Fv = \frac{B^2 L^2}{R} v^2$$

analoga all'espressione dell'effetto Joule.