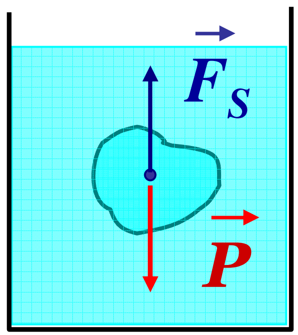
Il principio di Archimede:



Per l'equilibrio della porzione di fluido disegnata (densità ρ_f) è necessario che alla forza peso faccia equilibrio la risultante delle forze di superficie con direzione e modulo della forza peso e verso opposto:

$$\vec{F}_S = -\vec{P} = -\rho_f V\vec{g}$$

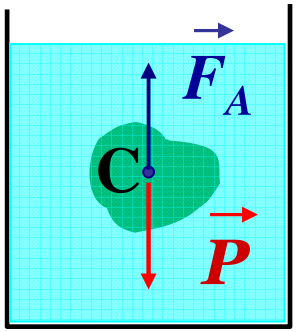
Sostituiamo alla porzione di fluido considerata un corpo C di densità ρ_C; la risultante delle forze di superficie rimane immutata e il modulo della risultante delle forze sul corpo C è:

$$\left|\vec{R}\right| = P - F_S = \rho_C Vg - \rho_f Vg \qquad F_A = \rho_f Vg$$

Un fluido esercita su un corpo immerso una forza verso l'alto la cui intensità è uguale al peso del fluido spostato dal corpo.

(il principio di Archimede)

1)



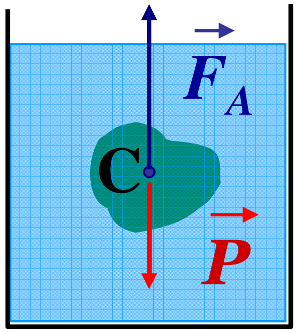
L'esempio in figura mostra una situazione di equilibrio, con corpo C completamente sommerso.
Quindi:

$$\vec{R} = 0 \qquad \rho_C = \rho_f$$

2) $\rho_C < \rho_f$ con corpo C tutto sommerso:

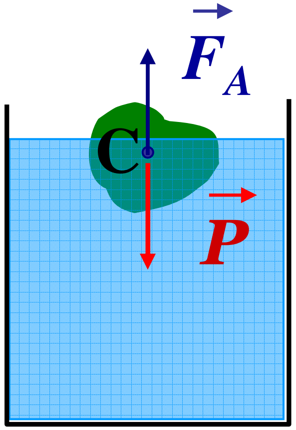
$$\left|\vec{R}\right| = P - F_A = \rho_C V g - \rho_f V g < 0$$

$$\left|\vec{F}_A\right| > \left|\vec{P}\right|$$



risultante verso l'alto

All'equilibrio C galleggia $\vec{F}_A + \vec{P} = 0$



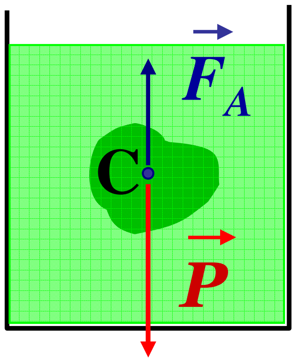
$$\rho_C V g - \rho_f V_S g = 0$$

$$\frac{V_S}{V} = \frac{\rho_C}{\rho_f}$$

3)

$\rho_C > \rho_f$

$$\left|\vec{R}\right| = P - F_A = \rho_C V_C g - \rho_f V_C g$$



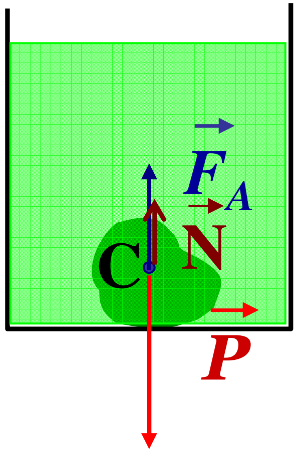
$$\left|\vec{F}_A\right| < \left|\vec{P}\right|$$

risultante verso il basso

Il corpo C affonda con accelerazione:

$$a = \frac{\rho_C V_C g - \rho_f V_C g}{\rho_C V_C}$$

$$a = \frac{\rho_C - \rho_f}{\rho_C} g$$



e all'equilibrio, sul fondo:

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{N} = 0$$

Peso specifico relativo:

$$P.S. = \frac{\rho}{\rho_{acqua}} = \frac{\rho}{1000\,\frac{kg}{m^3}}$$

Esercizio 1:

Quale percentuale del volume di un iceberg che galleggia è al di fuori dell’acqua? Il peso specifico relativo del ghiaccio è 0.917 e il peso specifico relativo dell’acqua di mare circostante è 1.025.

Esercizio 2:

Determinare l'allungamento di una molla di costante k = 500 N/m che viene fissata sul fondo di un recipiente pieno di acqua se si conosce che alla sua estremità libera viene agganciato un corpo di forma cubica con lato L = 10 cm che ha ad interno (nel centro) una cavità di forma sferica e di raggio R = 4 cm. Si conosce la densità del materiale di cui viene fatto il corpo $\rho_c = 1.2$ g / cm^3 e la densità dell'acqua $\rho_a =$ 1 g / cm^3.

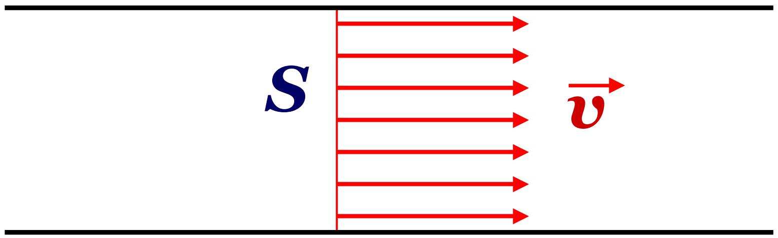
Dinamica dei fluidi ideali:

Moto stazionario **di un** **fluido ideale**

Moto stazionario ⬇ **In ogni punto del fluido la velocità resta costante nel tempo.**

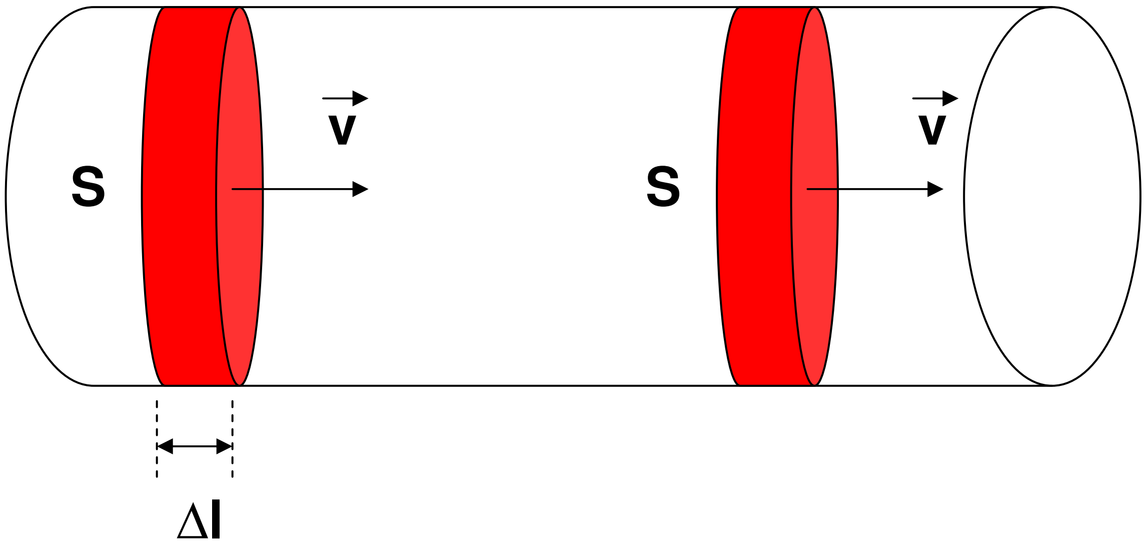
fluido ideale ⬇ **incompressibile (lo è approssimativamente un liquido) e non viscoso (lo è approssimativamente un gas).**

Le linee di corrente sono parallele all'asse del tubo, la velocità è costante su tutti i punti di ogni sezione normale del tubo.



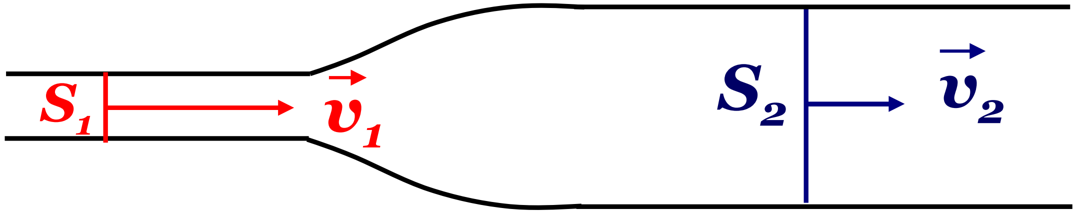
PORTATA = volume di fluido che attraversa la sezione nell'unità di tempo

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$



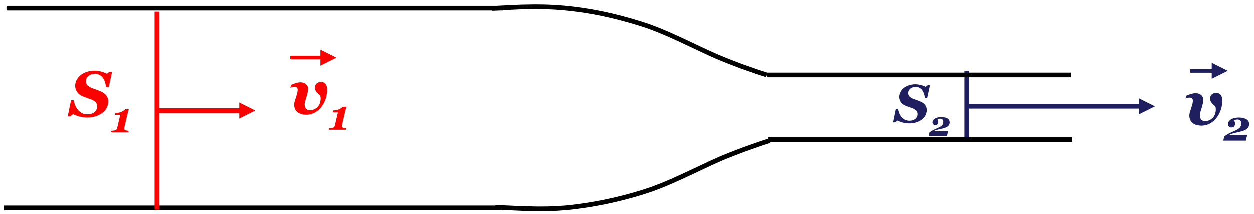
$$\Delta V = S \cdot \Delta l \quad \Rightarrow \quad Q = \frac{S \cdot \Delta l}{\Delta t} = S \cdot v$$

Legge di continuità: $\vec{Q} = S\vec{v} = cost$



$$Q_1 = Q_2$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \qquad S_2 > S_1 \qquad v_2 = v_1 \frac{S_1}{S_2} \qquad \boxed{v_2 < v_1}$$

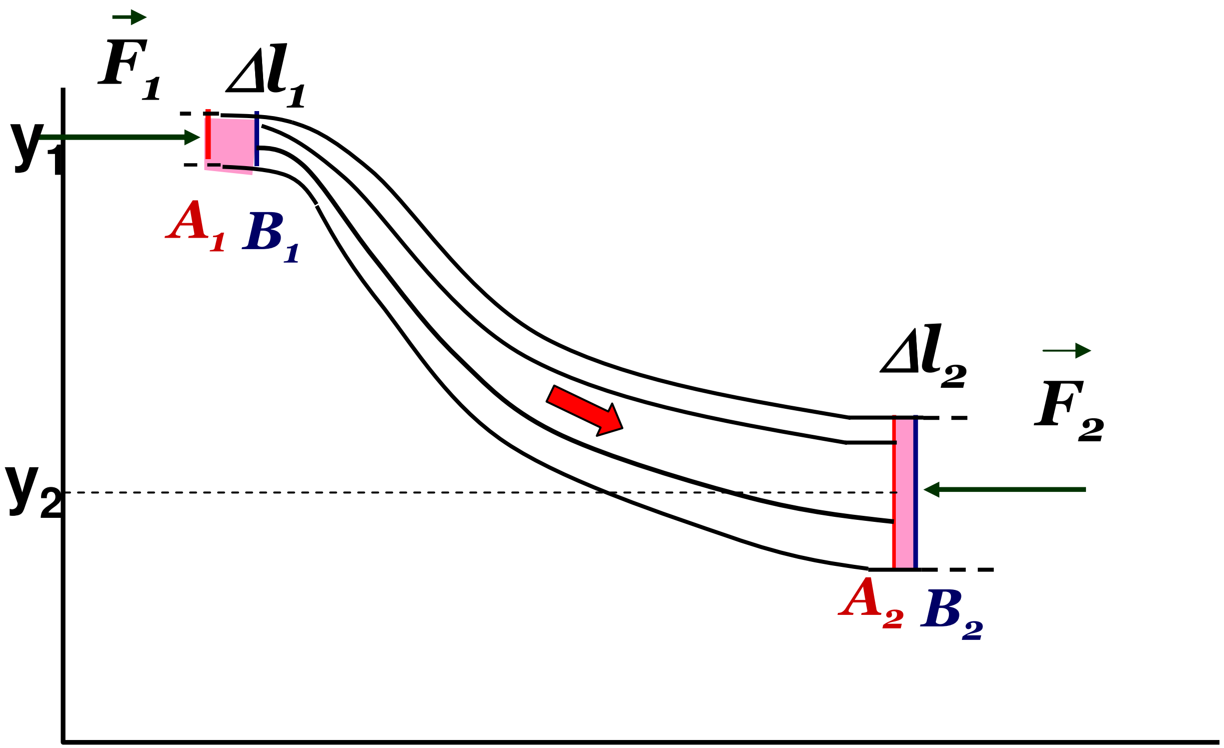


$$\boxed{v_1 < v_2}$$

Nel moto stazionario di un fluido incompressibile le velocità in due diverse sezioni sono inversamente proporzionali alle aree delle sezioni stesse (es.: fiume).

Legge di Bernoulli:

Moto stazionario di un fluido ideale in un condotto a pareti rigide:



Forze di superficie:

$$F_1 = p_1 S_1 \quad F_2 = p_2 S_2$$

Forza di volume:

forza peso: P=mg

$$\Delta l_1 = v_1 \Delta t \qquad \Delta l_2 = v_2 \Delta t$$

Il volume tra A_1 e B_1 è uguale a quello compreso tra A_2 e B_2:

$$\left.\begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ V_1 = S_1 \Delta l_1 = S_1 v_1 \Delta t \\ V_2 = S_2 \Delta l_2 = S_2 v_2 \Delta t \end{array}\right\} \Rightarrow \quad S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t$$

E, se ρ = cost, la masse dei due volumetti sono uguali:

$$\Delta m = \rho V_1 = \rho V_2 \qquad \Delta m = \rho S_1 v_1 \Delta t = \rho S_2 v_2 \Delta t$$

Il volume compreso tra B_1 e A_2 resta invariato. Forze di superficie e forze di volume compiono un lavoro per portare Δm dalla posizione iniziale a quella finale.

$$\Delta E_c = L_s + L_V$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}\Delta m v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m v_1^2$$

$$L_s = F_1 \Delta l_1 \cos(\widehat{\vec{F}_1 ; \Delta\vec{l}_1}) + F_2 \Delta l_2 \cos(\widehat{\vec{F}_2 ; \Delta\vec{l}_2}) = F_1 \Delta l_1 - F_2 \Delta l_2 =$$
$$= p_1 S_1 v_1 \Delta t - p_2 S_2 v_2 \Delta t$$

$$\Delta m = \rho S_1 v_1 \Delta t = \rho S_2 v_2 \Delta t$$ **quindi:** $$S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t = \frac{\Delta m}{\rho}$$

$$\Rightarrow L_S = \frac{\Delta m}{\rho}(p_1 - p_2)$$

Lavoro delle forze di volume:

$$L_V = L_{forza\ peso} = \Delta m\, g(y_2 - y_1)\cos(\widehat{\vec{P};\vec{y}}) = -\Delta m\, g(y_2 - y_1)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}\Delta m v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m v_1^2 = \frac{\Delta m}{\rho}(p_1 - p_2) - \Delta m \cdot g(y_2 - y_1)$$

dividiamo per *Δm* e moltiplichiamo per ρ:

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_1 - p_2 - \rho g\, y_2 + \rho g\, y_1$$

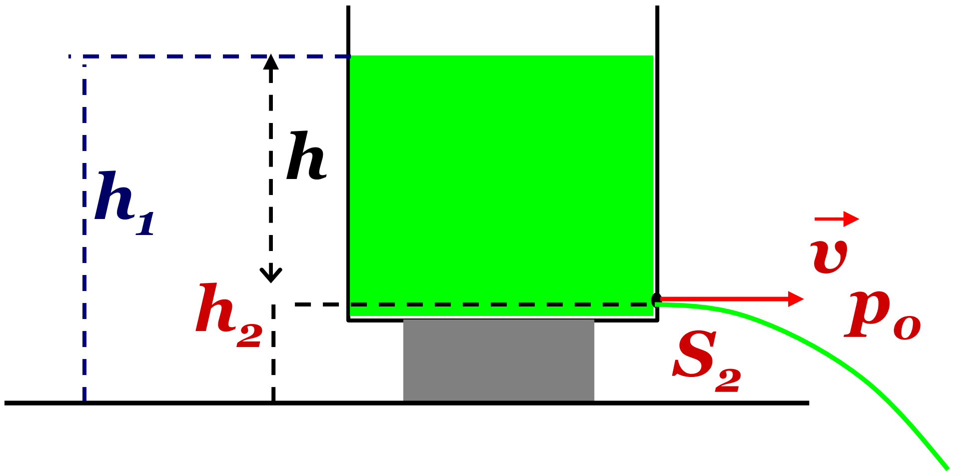
$$p_1 + \rho g\, y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g\, y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Legge di Bernoulli:

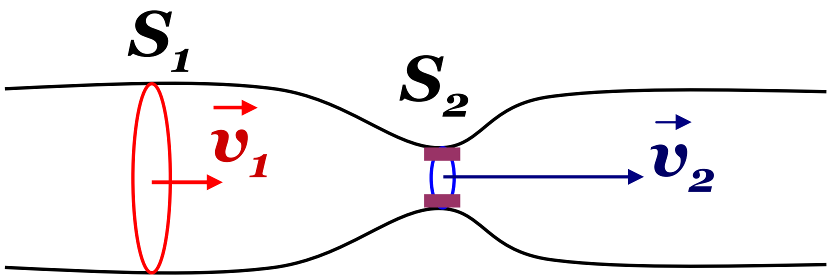
$$\boxed{p + \rho g\, y + \frac{1}{2}\rho v^2 = \cos t}$$

Esercizio:

Determinare la velocità di efflusso da un piccolo foro situato ad una altezza h_2 = 2 m. Si conosce l'altezza della colona di acqua, h = 18 m. Determinare anche la distanza massima dal recipiente dove l'acqua riesce ad arrivare.



Fibrillazione arteriosa:

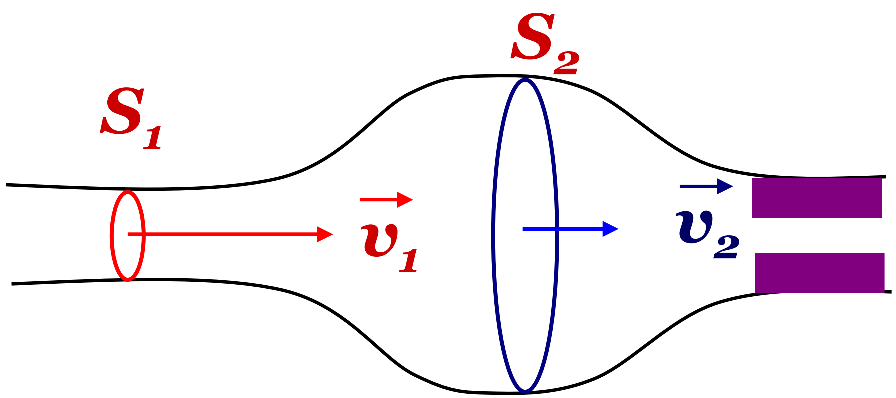


$$\begin{cases} p_1 + \rho \cancel{g} h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho \cancel{g} h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \\ S_1 v_1 = S_2 v_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \\ v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1 \end{cases}$$

$$\boxed{v_2 > v_1 \qquad\qquad p_2 < p_1}$$

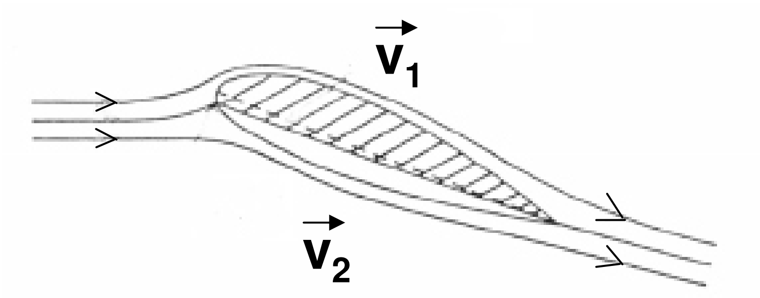
Aneurisma:



$$v_2 < v_1 \qquad p_2 > p_1$$

$$\begin{cases} p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \\ v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1 \end{cases}$$

Ala dell'aereo:

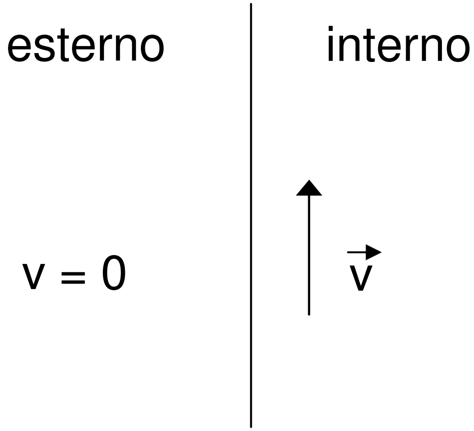


$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$v_1 > v_2 \quad \Rightarrow \quad P_1 < P_2$$

Risulta una forza verso l'alto sull'ala – spinta ascensionale o portanza.

Tenda doccia:

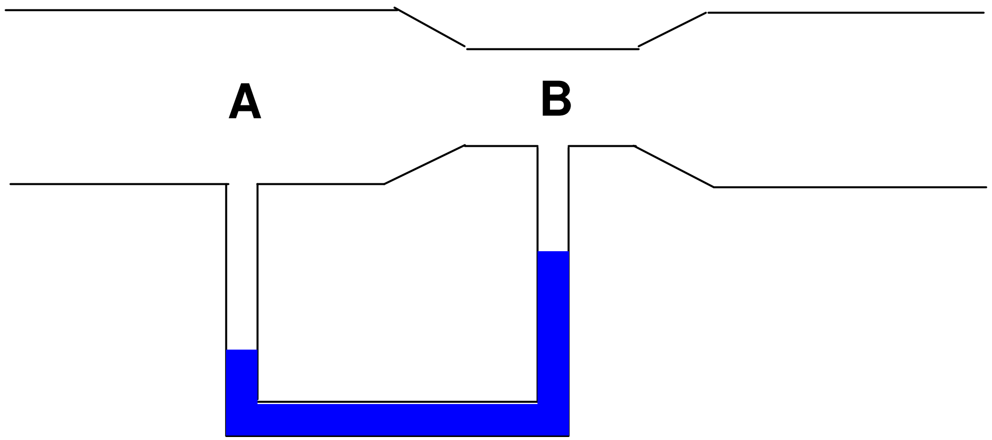


$$p_{est} + \cancel{\frac{1}{2}\rho v_{est}^2} = p_{int} + \frac{1}{2}\rho v_{int}^2$$

$$\Rightarrow \quad P_{est} > P_{int}$$

Esercizio:

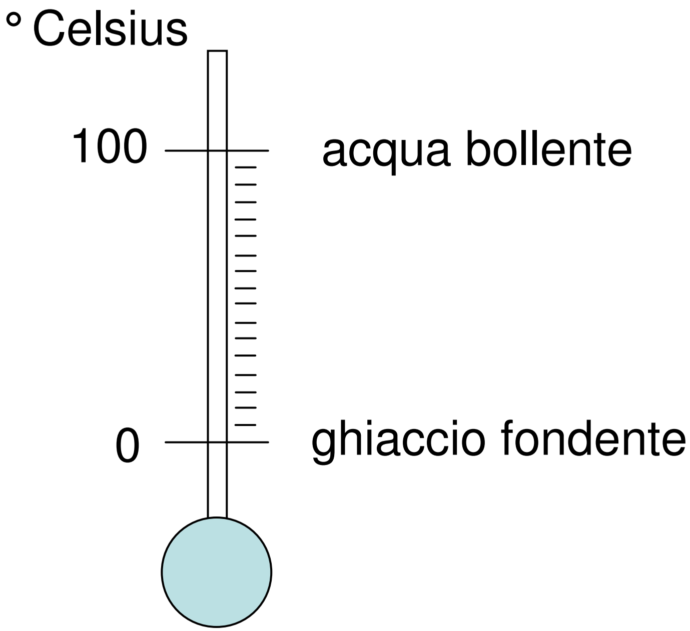
In un tubo di Venturi (Venturimetro) scorre aria con densità $\rho = 1.3$ kg / m^3. Il diametro della sezione stretta del tubo nel punto B è 1/2 del diametro della sezione più larga del tubo nel punto A. Il tubo manometrico contiene acqua e la differenza di altezza tra le due parti del tubo manometrico è 2 cm. Determinare la velocità dell'aria nel punto A e la portata.



TERMODINAMICA

Temperatura:

- è una grandezza macroscopica correlata al nostro senso di caldo e di fredo;



In SI si utilizza la scala Kelvin:

$T_K = T_{°C} + 273.15$; $T_{°C} = T_K - 273.15$

$0\ °C \longleftrightarrow 273.15\ K$

$100\ °C \longleftrightarrow 373.15\ K$

Scala Fahrenheit:

$T_F = 1.8\ T_{°C} + 32°$

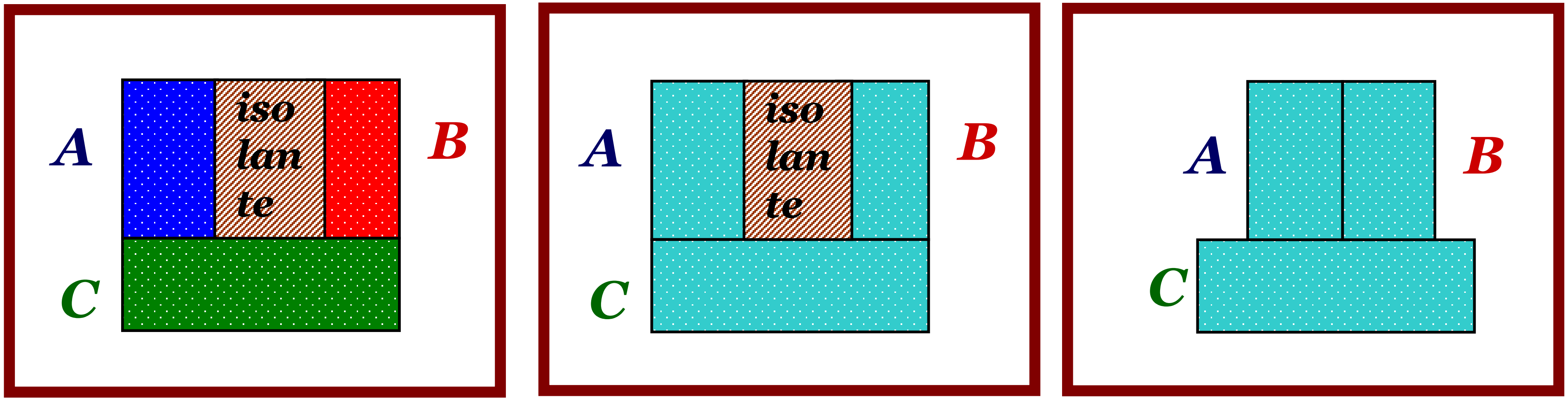
$T_{°C} = (T_F - 32°) / 1.8$

Dalla sensazione di caldo o di freddo si passa al concetto di stato termico.

I due corpi sono in equilibrio termico quando hanno raggiunto la stessa temperatura.

Es. Termometro – corpo umano.

Principio zero della termodinamica



Due corpi in equilibrio termico con un terzo, sono in equilibrio termico tra di loro.

Temperatura e calore:

Ambiente (T_a)

Sistema (T_s)

$T_s > T_a$ Q $Q < 0$

Ambiente (T_a)

Sistema (T_s)

$T_s = T_a$ $Q = 0$

Ambiente (T_a)

Sistema (T_s)

$T_s < T_a$ Q $Q > 0$

T_s e T_a si modificano fino a diventare uguali – tale cambiamento è dovuto al trasferimento di energia tra il sistema e l'ambiene.

Energia termica (interna) è l'insieme delle energie cinetiche e potenziali associate ai moti casuali dei atomie molecule.

Quando viene trasferita, l'energia termica viene chiamata calore (Q).

$Q > 0$ - energia termica trasferita dal ambiente al sistema

$Q < 0$ - energia termica trasferita dal sistema al ambiente

$[Q] = J$ 1 cal = 4.186 J

Capacità termica:

$$\boxed{Q = C\,\Delta T = C\,(T_f - T_i)}$$

$[C]_{SI} = J / K$

Indica quanto calore deve essere fornito per aumentare di 1 K la temperatura di un corpo.

Calore specifico:

Due oggetti dello stesso materiale hanno le capacità termiche proporzionali alla loro massa => utile definire una *capacità termica per unita di massa =* calore specifico.

$$\boxed{Q = m\,c\,\Delta T = m\,c\,(T_f - T_i)}$$

$[c]_{SI} = J / (kg\ K)$

Ci dice quanti J sono necessari per rialzare di 1K la temperatura di 1kg di una sostanza.

Sostanza	Calore specifico J / (kg K)
Piombo	128
Ghiaccio	2200
Acqua	4190

Calore latente:

È la quantità di calore per massa unitaria che si deve trasferire affinché un campione subisca un cambiamento di fase completo.

$Q = L\,m$ $\qquad\qquad$ $[L]_{SI} = J / kg$

Cambiamento fase: liquida => aeriforme (vapore)- campione deve assorbire calore

calore latente di evaporazione; acqua: $L_V = 2260$ kJ / kg

Cambiamento fase: solida => liquida - il campione deve assorbire calore

calore latente di fusione; acqua: $L_F = 333$ kJ / kg

Esercizio:

Quanto calore occorre per far passare una quantità m = 300 g di ghiaccio con temperatura iniziale -10 °C allo stato liquido alla temperatura di 20 °C ?