Universidade Federal do Pampa
UNIPAMPA

Fluidos
Hidrostática e Hidrodinâmica

SUMÁRIO

- Fluido
- Força do fluido
- Pressão
- Lei de Stevin
- Sistemas de vasos comunicantes
- Princípio de Pascal
- Medições de pressão
- Princípio de Arquimedes
- Número de Reynolds
- Força de atrito em fluidos
- Equação da continuidade
- Equação de Bernoulli

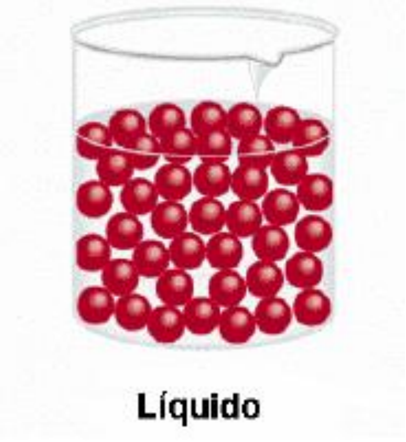
INTRODUÇÃO

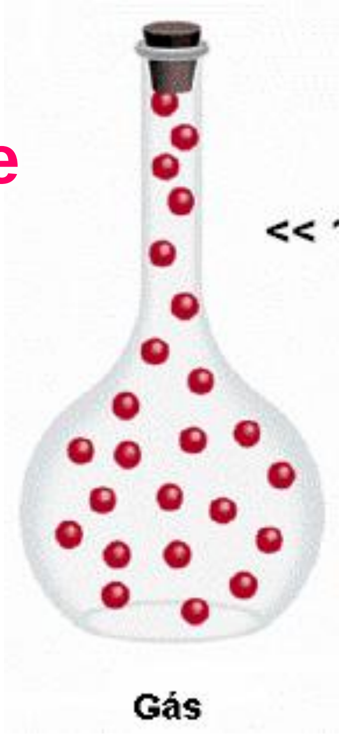
O QUE É UM FLUIDO ?

- É UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE FLUIR (OU ESCOAR)

Os líquido e os gases são fluidos

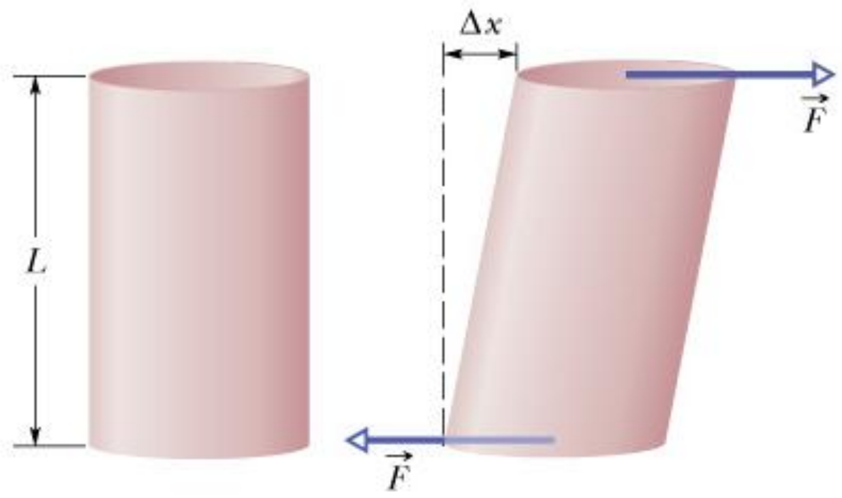
A sua forma depende do recipiente





- **NÃO SUPORTAM DEFORMAÇÕES DE CISALHAMENTO:**

Força de cisalhamento → paralela à superfície

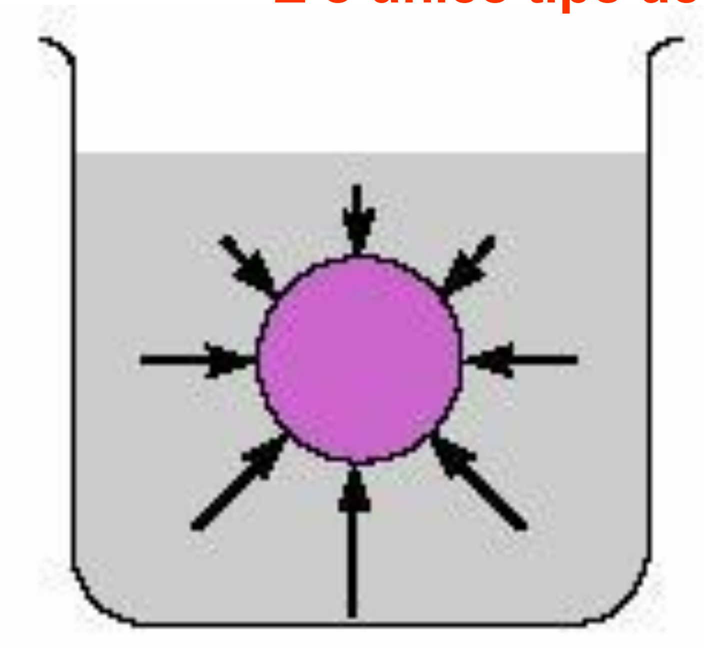


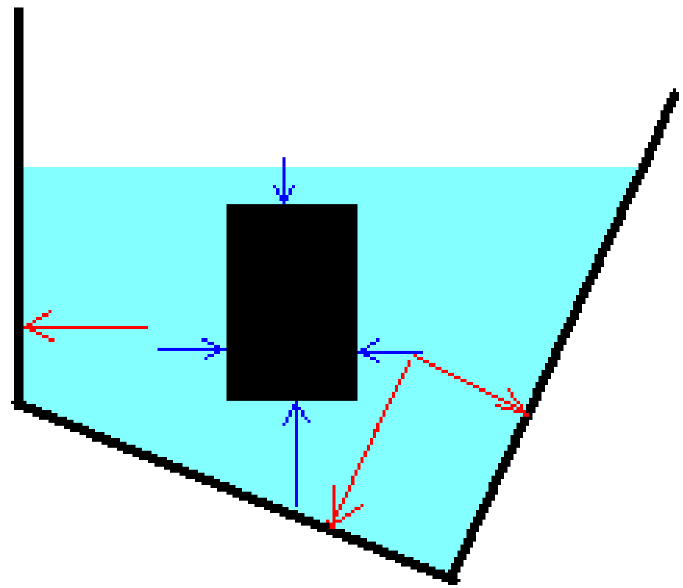
(b)

Os fluidos não viscosos não sustentam estas forças → não se consegue torcer um fluido porque as forças interactómicas não são fortes o suficiente para manter o átomos no lugar.

➢ OS FLUIDOS EXERCEM FORÇAS PERPENDICULARES ÀS SUPERFÍCIES QUE OS SUPORTAM

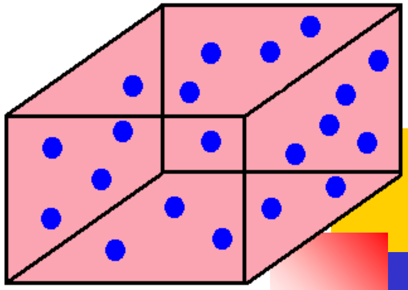
É o único tipo de força que pode existir num fluido





A força do fluido sobre um corpo submerso em qualquer ponto é perpendicular a superfície do corpo

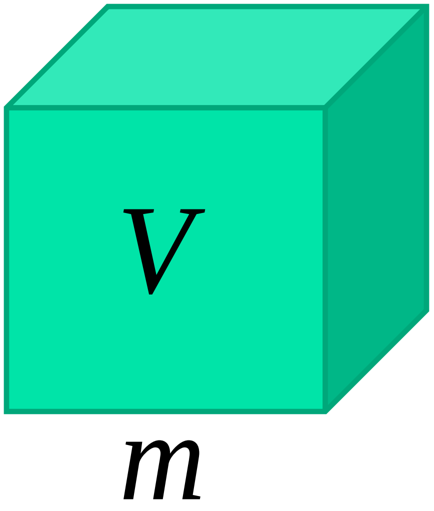
A força do fluido sobre as paredes do recipiente é perpendicular à parede em todos os pontos



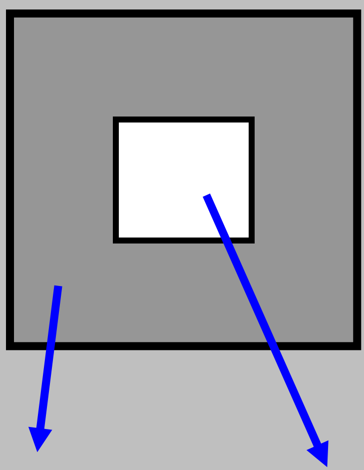
DENSIDADE

Para materiais homogéneos

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \left(\mathrm{kg\ m^{-3}}\right)$$



Exemplo: O corpo abaixo possui massa de 2.000 g. Determine sua densidade e a massa específica do material que o constitui.



400 cm³   100 cm³

$$\rho = \frac{m}{Vcorpo}$$

$$\rho = \frac{2.000}{500}$$

$$\rho = 4g/cm3$$

$$\mu = \frac{m}{V_{SUBST}}$$

$$\mu = \frac{2.000}{400}$$

$$\mu = 5g/cm^3$$

Table 14-1

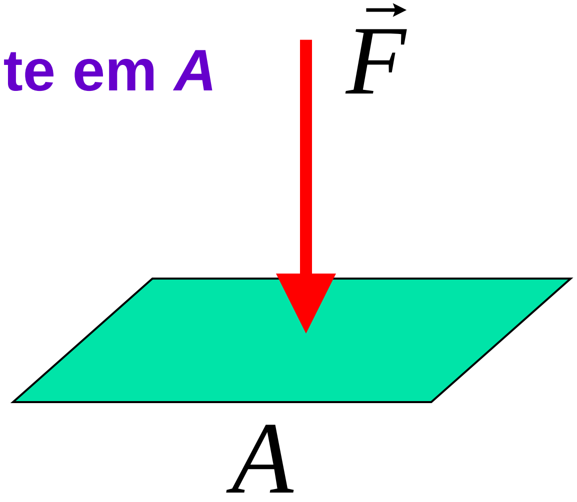
Some Densities

Material or Object	Density (kg/m^3)	Material or Object	Density (kg/m^3)
Interstellar space	10^{-20}	Iron	7.9×10^3
Best laboratory vacuum	10^{-17}	Mercury (the metal, not the planet)	13.6×10^3
Air: 20°C and 1 atm pressure	1.21	Earth: average	5.5×10^3
20°C and 50 atm	60.5	core	9.5×10^3
Styrofoam	1×10^2	crust	2.8×10^3
Ice	0.917×10^3	Sun: average	1.4×10^3
Water: 20°C and 1 atm	0.998×10^3	core	1.6×10^5
20°C and 50 atm	1.000×10^3	White dwarf star (core)	10^{10}
Seawater: 20°C and 1 atm	1.024×10^3	Uranium nucleus	3×10^{17}
Whole blood	1.060×10^3	Neutron star (core)	10^{18}

PRESSÃO

Quando a força se distribui uniformemente em *A*

$$p = \frac{F}{A} \qquad \left(\mathrm{N\,m^{-2}} = \mathrm{Pa}\right)$$



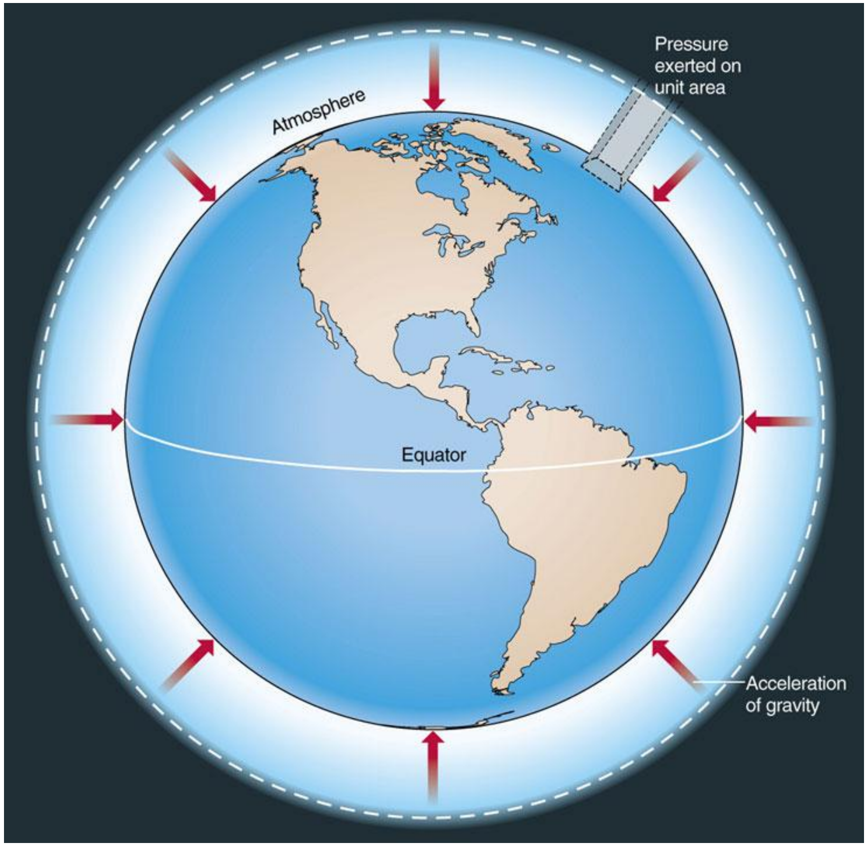
PRESSÃO

Definição: Força aplicada por um corpo por unidade de área

$$P = \frac{F}{A}$$

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A atmosfera exerce pressão sobre a superfície da terra e sobre todos os corpos que se encontram na superfície



Pressão atmosférica sobre a superfície da Terra

$$P_0 = 1.00 \text{ atm} \approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Esta pressão é responsável pela acção das ventosas, palhinhas, aspirador de pó …

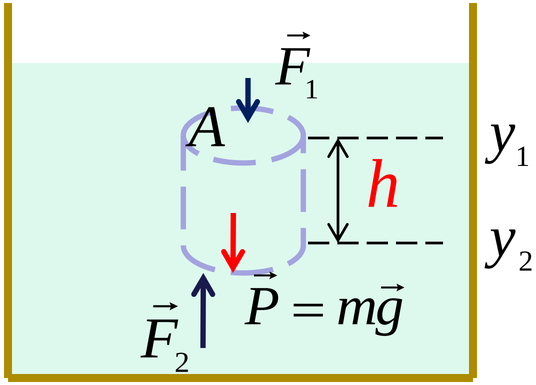
$$P_0 = 1.00 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr} = 14{,}7 \text{ lb/in2}$$

Exemplo:

Uma sala tem um piso de 3,5 m por 4,2 m e uma altura de 2,4 m. a) Qual é o peso do ar nesta sala quando a pressão do é de 1,0 atm. b) Qual é o modulo da força que a atmosfera exerce sobre o alto da cabeça de uma pessoa, que tem uma área da ordem de 0,04 m^2 ?.

1- HIDROSTÁTICA

Fluido em repouso



$$\begin{cases} F = pA \\ m = \rho V = \rho A h \end{cases}$$

$$\boxed{p = p_0 + \rho g h}$$

Seleccionamos uma amostra do fluido → um cilindro imaginário com uma área de secção transversal *A*

Como a amostra está em equilíbrio, a força resultante na vertical é nula

$$\sum F_y = 0$$

$$F_2 = F_1 + mg$$

$$p_2 A = p_1 A + \rho A (y_1 - y_2) g$$

$$p_2 = p_1 + \rho g h \quad \text{ou}$$

→ **Lei fundamental da hidrostática**

Lei de Stevin

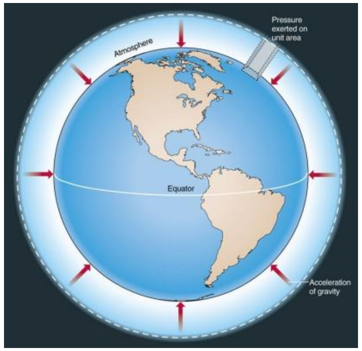
A pressão no interior de um fluido aumenta com a profundidade

$$\boxed{p = p_0 + \rho g h}$$

se $y_1 = 0 \;\; \Rightarrow p_0$ é a pressão atmosférica

$$p - p_0 = \rho g h \;\; \Rightarrow \;\; \boxed{\Delta p = \rho g \Delta h}$$

→ a diferença de pressão entre dois pontos dum líquido em equilíbrio hidrostático é proporcional ao desnível entre esses pontos



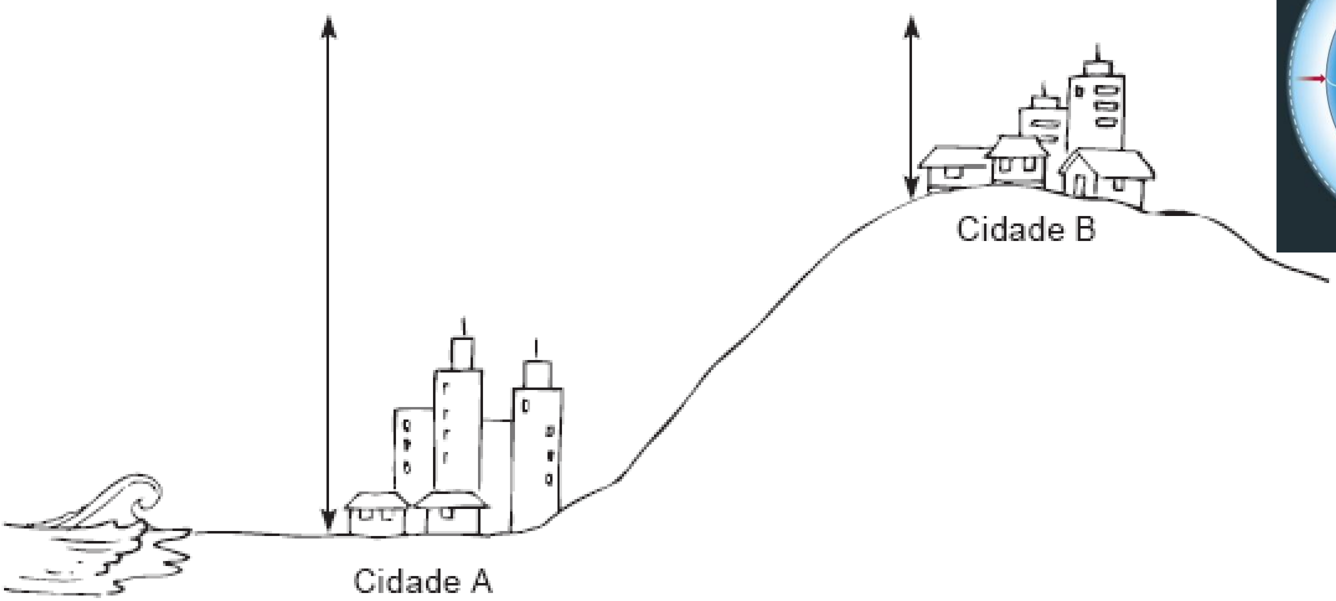
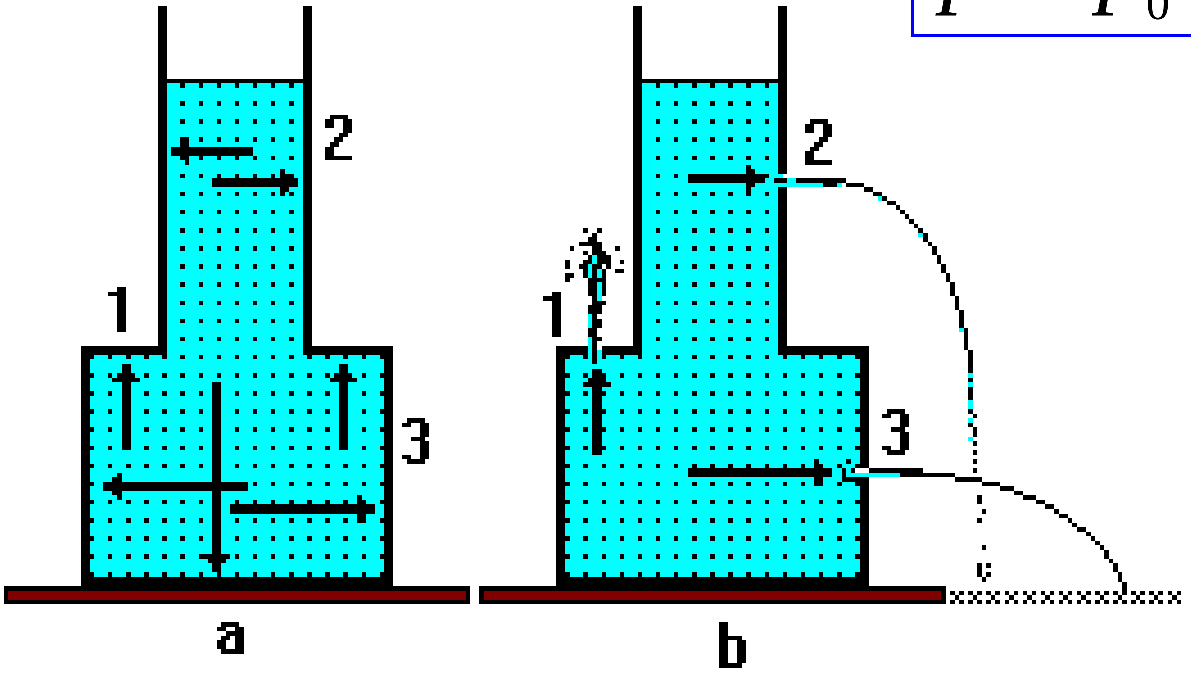


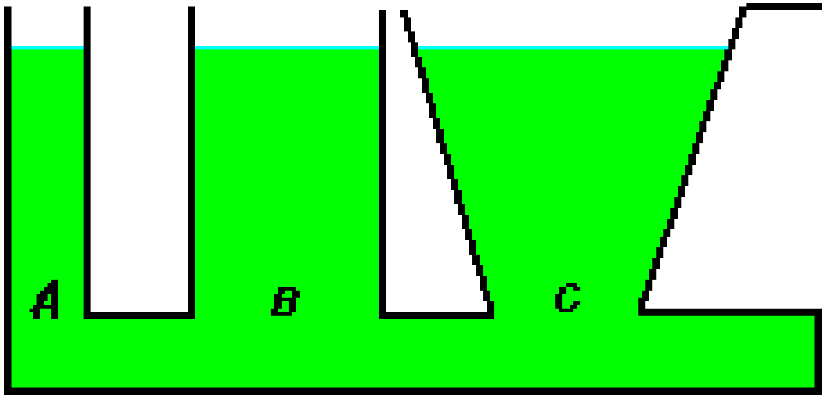
Figura 4. A coluna de ar é maior na cidade A, portanto a pressão também é maior.

A pressão no interior de um fluido aumenta com a profundidade

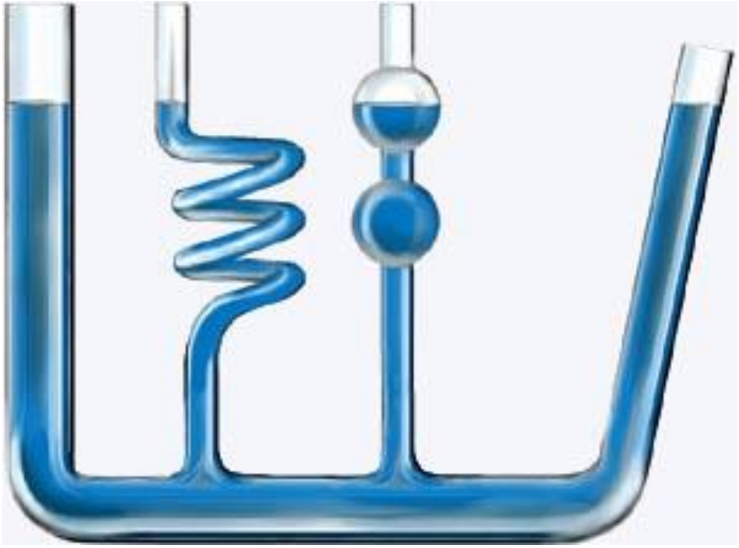
$$\boxed{p = p_0 + \rho g h}$$



SISTEMAS DE VASOS COMUNICANTES



$$p = p_0 + \rho g h$$



Exemplo:

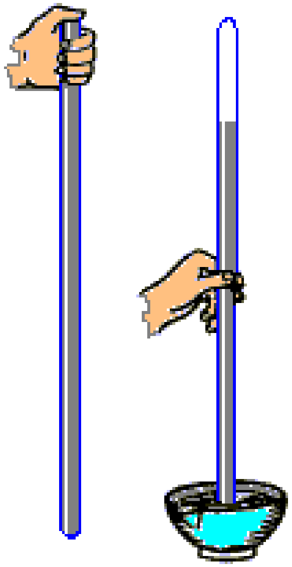
Um mergulhador novato, se exercitando em uma piscina com um cilindro, inspira de seu tanque ar suficiente para expandir completamente seus pulmões, antes de abandonar o cilindro a uma profundidade L e nadar até a superfície. Ele ignora as instruções e não exala o ar durante a subida. Quando ele atinge a superfície, a diferença entre a pressão externa sobre ele e a pressão do ar em seus pulmões é 9,3 kPa. De que profundidade ele partiu? Que risco potencialmente letal ele corre?

Exemplo:

O tubo em U da figura contem dois líquidos em equilíbrio estático. No braço direito há água de densidade ρa (= 998 kg/m^3) e no braço esquerdo há oleo de densidade ρ_x desconhecida. As medidas são l = 135 mm, d = 12,3 mm. Qual é a densidade do óleo?

Medição da Pressão Atmosférica

1 - O BARÓMETRO DE MERCÚRIO (TORRICELLI)



Mede a pressão atmosférica

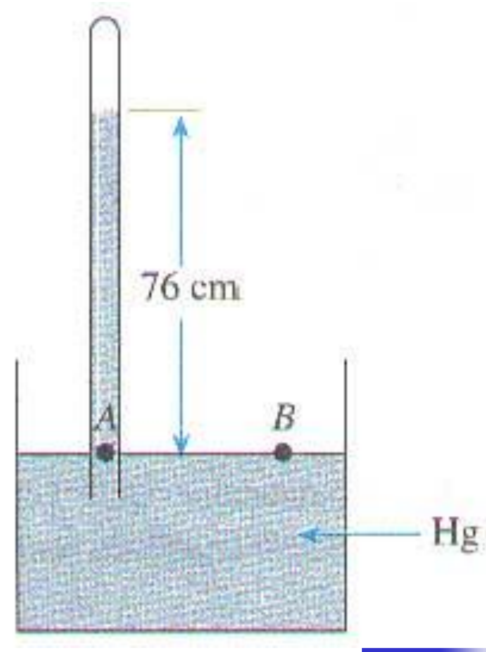
Um tubo longo e fechado numa extremidade cheio de mercúrio é invertido num recipiente cheio de mercúrio

$p_A \rightarrow$ pressão provocada pela coluna de mercúrio

$p_B \rightarrow$ pressão provocada pela coluna de ar (atmosfera)

Peso da coluna de mercúrio : $F = mg = \rho V g = \rho A h g$

$$\Rightarrow p_A = \frac{F}{A} = \rho h g \qquad p_A = p_0 = p_B$$



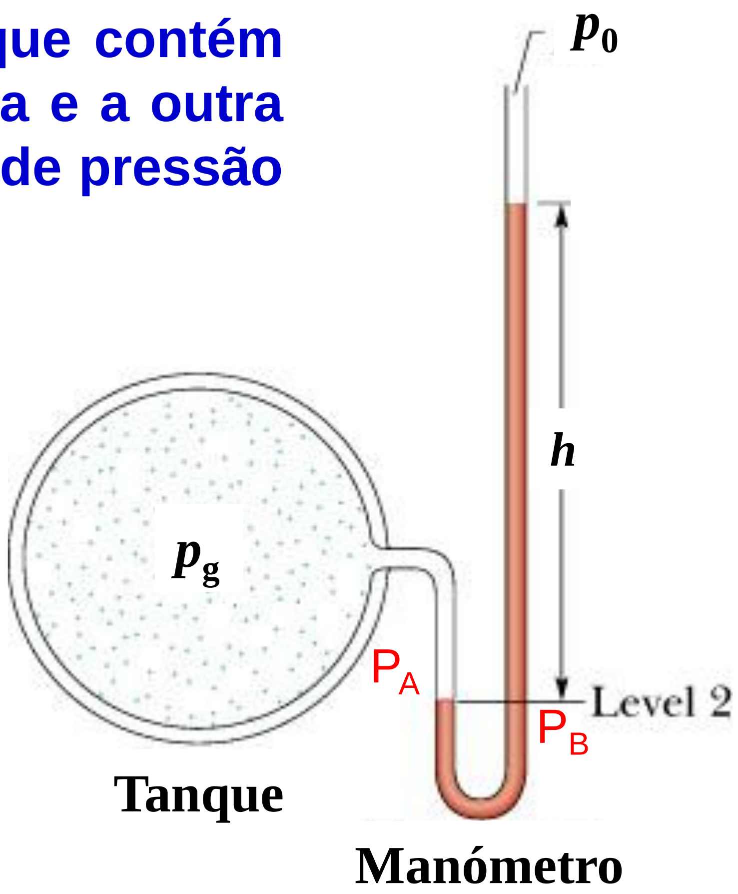
logo a pressão atmosférica é

$$\boxed{p_0 = \rho g h}$$

2 - MANÓMETRO DE TUBO ABERTO

Mede a pressão de um gás contido num recipiente

Uma extremidade de um tubo em U que contém um fluido está aberta para a atmosfera e a outra extremidade está ligada à um sistema de pressão desconhecida



$$p_A = p_B$$

$$\boxed{p_g = p_0 + \rho g h}$$

$\rightarrow$ **é a pressão absoluta**

e

$$\boxed{p_g - p_0 = \rho g h}$$

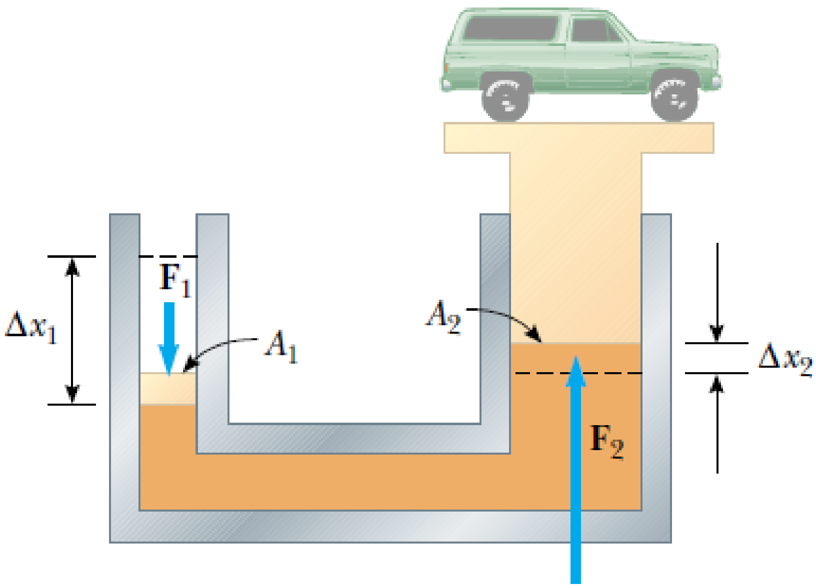
$\rightarrow$ **é a pressão manométrica**

PRINCÍPIO DE PASCAL

PRINCÍPIO DE PASCAL

"Uma variação de pressão aplicada a um fluido incompreensível, fechado, é inteiramente transmitida para toda porção do fluido e para as paredes do recipiente que o contém.

Aplicação: prensa hidráulica



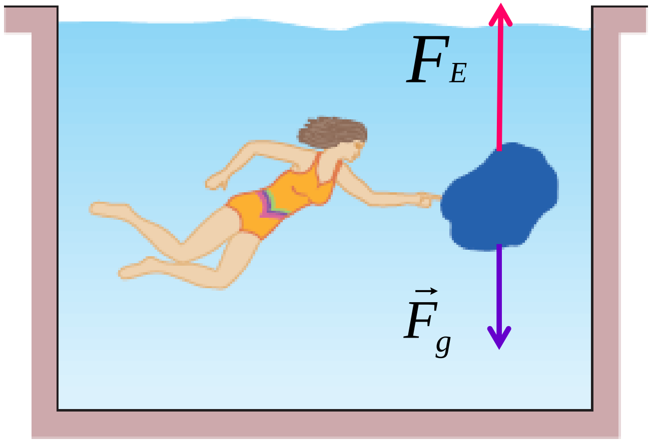
Uma pequena força do lado esquerdo produz uma força muito maior no lado direito

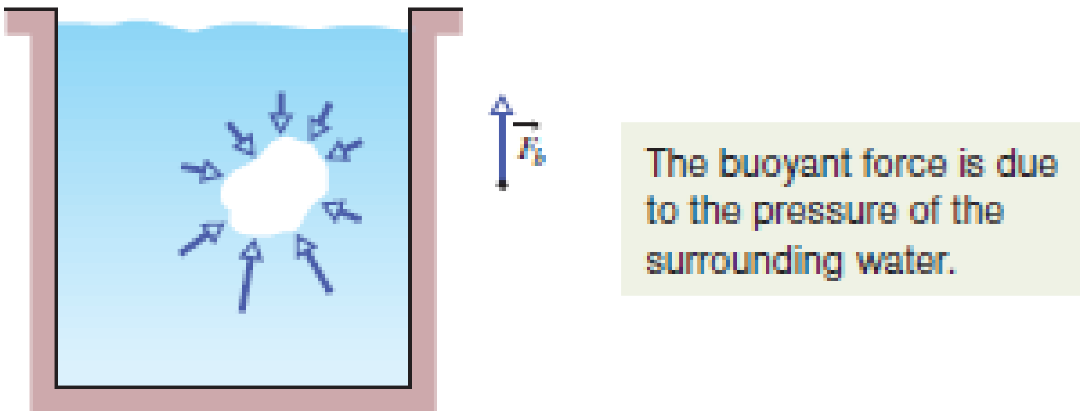
Como a variação da pressão é a mesma nos dois êmbolos →

$$F_2 = \frac{F_1}{A_1} A_2$$

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

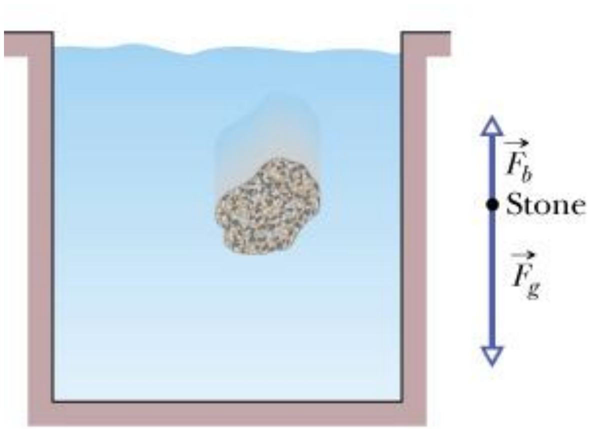
PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES



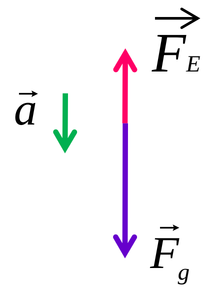


Substituindo o cubo de fluido por outros materiais

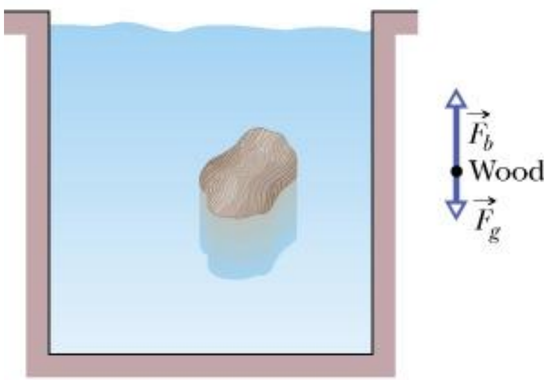
Caso I. Um corpo totalmente submerso



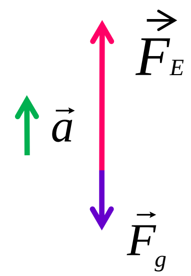
Pedra



→ um corpo mais denso do que o fluido afunda



Madeira

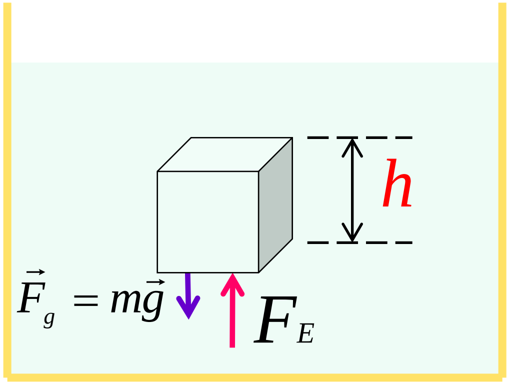


→ Um corpo menos denso do que o fluido experimenta uma força para cima

PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

"Todo o corpo total ou parcialmente imerso num fluido experimenta uma força de empuxo para cima, cujo valor é igual ao peso do fluido deslocado"

Consideramos um cubo de fluido:

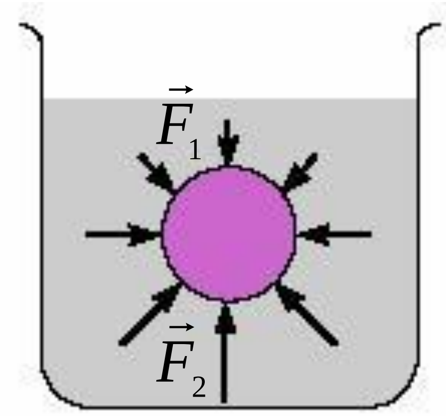


onde *m* é a massa do fluido dentro do cubo

Como o cubo está em equilíbrio, a força resultante vertical é nula:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_E - F_g = 0 \Rightarrow F_E = m_f g = \rho_f V g$$

ORIGEM DA FORÇA DE EMPUXO



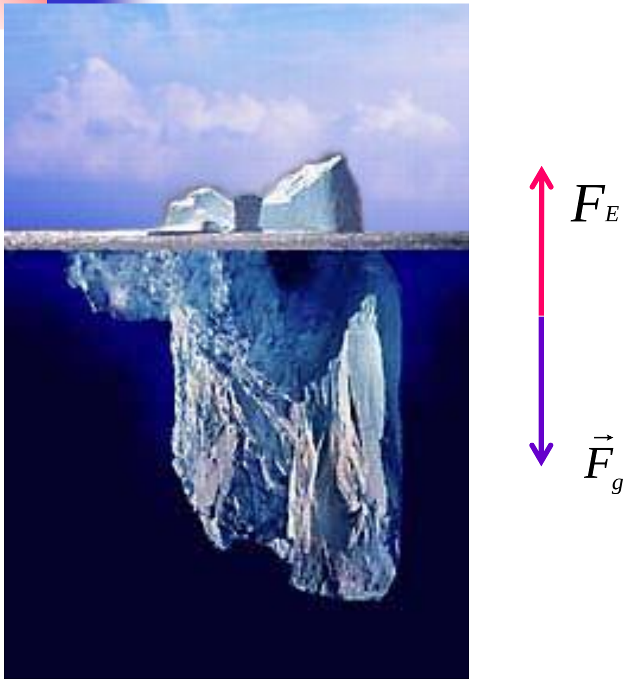
Vimos anteriormente que a pressão p_2 é maior que a pressão $p_1 \Rightarrow$ $F_2>F_1$.

Somando essas duas forças, vemos que existe uma força resultante que tem a direção vertical e o sentido para cima. Essa força resultante é a força de empuxo,

$$F_E = F_2 - F_1$$

Caso II. Um corpo flutuando

Iceberg



O corpo está em equilíbrio → a força de empuxo é equilibrada pela força gravitacional do corpo

$$F_E = F_g \qquad (1)$$

$$\boxed{F_E = \rho_f V g}$$

→ *V* **é a parte do volume do corpo que está submerso**

$$F_g = m_c g \quad \Rightarrow \quad \boxed{F_g = \rho_c V_c g}$$

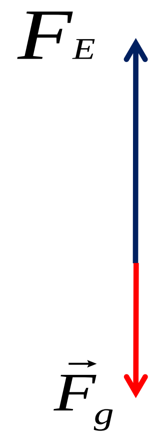
V_c → **é o volume total do corpo**

Substituindo em (1) obtemos

$$\rho_f g V = \rho_c g V_c \quad \Rightarrow \quad \rho_f V = \rho_c V_c \quad \Rightarrow \quad \frac{\rho_c}{\rho_f} = \frac{V}{V_c}$$

A fracção do volume do corpo imerso no fluido = à razão entre a densidade do corpo e a densidade do fluido

BALÕES DE AR QUENTE



Como o ar quente é menos denso que o ar frio $\rightarrow$ uma força resultante para cima actua nos balões

Exemplo:

Na figura um bloco de massa especifica $\rho = 800$ kg/m^3 flutua em um fluido de massa especifica $\rho_f = 1200$ kg/m^3, o bloco tem uma altura H = 6,0 cm

a) Qual é a altura h da parte submersa do bloco

b) Se o bloco é totalmente submerso e depois liberado qual é o modulo da sua aceleração?