Física II

Profa. Priscila Alves
priscila@demar.eel.usp.br
priscila.tutora.lorena@gmail.com

EEL - USP

Programa Resumido

- Estática e dinâmica de fluidos;
- Oscilações e ondas mecânicas;
- Gases ideais;
- Temperatura;
- Calor e
- Leis da termodinâmica.

EEL - USP

Programa

---

1) Estática de fluidos: pressão, princípios de Pascal e Arquimedes, tensão superficial, capilaridade;

2) Dinâmica de fluidos: vazão, fluidos ideais, equação da continuidade, equação de Bernoulli, viscosidade, lei de Hagen-Poiseuille;

3) Oscilações: movimento harmônico simples, amortecido e forçado, ressonância;

EEL - USP

---

4) Ondas: transversais e longitudinais, equação de onda, superposição, interferência, ondas estacionárias e ressonância, ondas sonoras, intensidade e nível sonoro, batimentos, efeito Doppler;

5) Temperatura e calor: conceitos, escalas de temperatura, a lei zero da termodinâmica, dilatação térmica, absorção de calor por sólidos e líquidos, calor e trabalho, mecanismos de transferência de calor, gases ideais, calor específico molar de um gás ideal e graus de liberdade;

---

6) Termodinâmica: primeira lei da termodinâmica, processos reversíveis e irreversíveis, entropia, segunda lei da termodinâmica, máquinas térmicas e eficiência.

EEL - USP

Avaliação

Método

NF = A avaliação será composta por **provas**, **listas**, **projeto**s, **seminários** e **outras formas que farão a composição das notas**, sendo estipulada a média final a somatória destas notas (N), com no mínimo duas avaliações, sendo: (N1+...+Nn)/n

EEL - USP

Critério

NF≥ 5,0.

Norma de Recuperação

(NF+RC)/2 ≥ 5,0, onde RC é uma prova de recuperação a ser aplicada.

EEL - USP

Bibliografia

———

NUSSENZVEIG, H.M. Curso de Física Básica. Vol. 2, Edgard Blucher (2008). RESNICK, R.;

HALLIDAY, D. Fundamentos de Física. Vol.2, LTC (2008). TIPLER, P.; MOSCA, G. Física para Cientistas e Engenheiros. Vol.2, LTC (2008).

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física I, Vol. 2, Pearson Addison Wesley (2009). JEWETT Jr, John W.;

SERWAY, Raymond A. Princípios de Física. Vol. 2, Thomson Pioneira (2008).

EEL - USP

Critério de avaliação

P1 = Primeira prova

P2 = Segunda prova

NF = Nota final

NF = (P1 + P2)/2

EEL - USP

Datas importantes

P1 = 16 de Abril

Vista P1 = 24 de Abril

P2 = 25 de Junho

Vista P2 = 30 de Junho

Aula - Recuperação = 07/07

Recuperação = 09/07

Vista Recuperação = 14/07

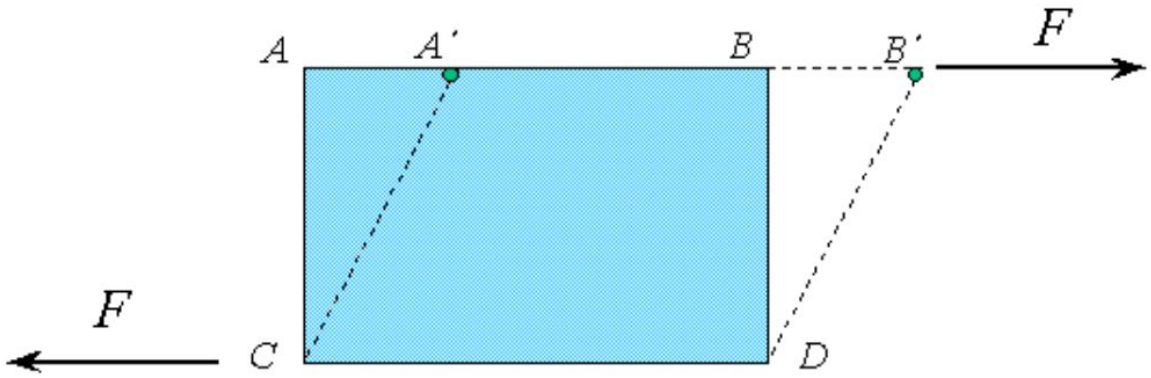
EEL - USP

Fluido - Principais características

- A matéria que se encontra no estado líquido e gasoso é denominada de fluido. O sólido tem a propriedade de resistir a deformação, já o fluido não pode resistir a uma força de deformação o que por consequência irá gerar um movimento.

EEL - USP

- A deformação é originada por forças de cisalhamento que atuam tangencialmente em relação à superfície.



“Um fluido é uma substância que se deforma continuamente (ou escoa), quando sujeita a uma força de cisalhamento”.

“Se o fluido permanece estático não existirão forças de cisalhamento atuando. Todas as forças devem ser perpendiculares ao plano que atuam”.

EEL - USP

Conceitos importantes - Massa específica

- Para determinar a massa específica de um corpo isolamos um pequeno elemento de volume em torno do ponto e medidos sua massa.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V}}$$

- Unidade [S.I.] $[\rho] = \left[\frac{kg}{m^3}\right]$
- Dimensão: $[\rho] = ML^{-3}$

EEL - USP

- Teoricamente, a massa específica é o limite desta razão quando o elemento de volume em torno do ponto zero tende a zero.

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

EEL - USP

Peso específico

- *Peso Específico:*

- É a relação entre o módulo da ***força peso por unidade de volume***..

$$P = m.g \; sabemos \; que \; \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho.V \; assim:$$

$$P = \rho.V.g \Rightarrow \frac{P}{V} = \rho.g$$

$$\gamma = Peso\ Específico = \frac{P}{V}$$

$$\boldsymbol{\gamma = \rho.g}$$

EEL - USP

Densidade

- É definida como a relação entre a massa específica (ou peso específico) de uma e substância e uma massa específica padrão (ou peso específico).
- Para sólidos e líquidos a massa específica padrão corresponde à massa específica máxima da água na pressão atmosférica a uma temperatura de 4 °C.

$$d = \frac{\rho_{FLUIDO}}{\rho_{(ÁGUA\ A\ 4ºc)}} = \frac{\gamma_{FLUIDO}}{\gamma_{(ÁGUA\ A\ 4ºc)}}$$

EEL - USP

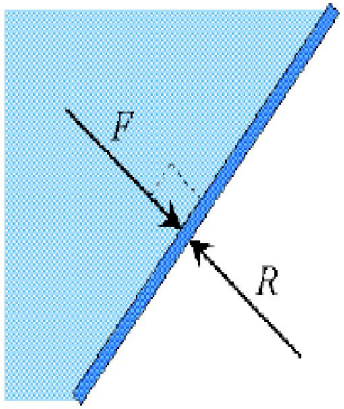
Pressão - Estática dos fluidos

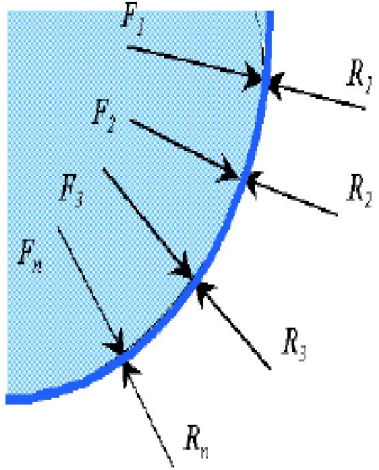
“Em um fluido estático há força de cisalhamento é nula, desta forma a força entre o fluido e a fronteira atua na direção perpendicular em relação à fronteira”.

- A pressão aplica a um elemento de área do fluido é:

$$p = \frac{Força\ Normal}{Área}$$

- Unidade: $p = \frac{N}{m^2}$
- Dimensão: $[p] = MT^{-2}L^{-1}$

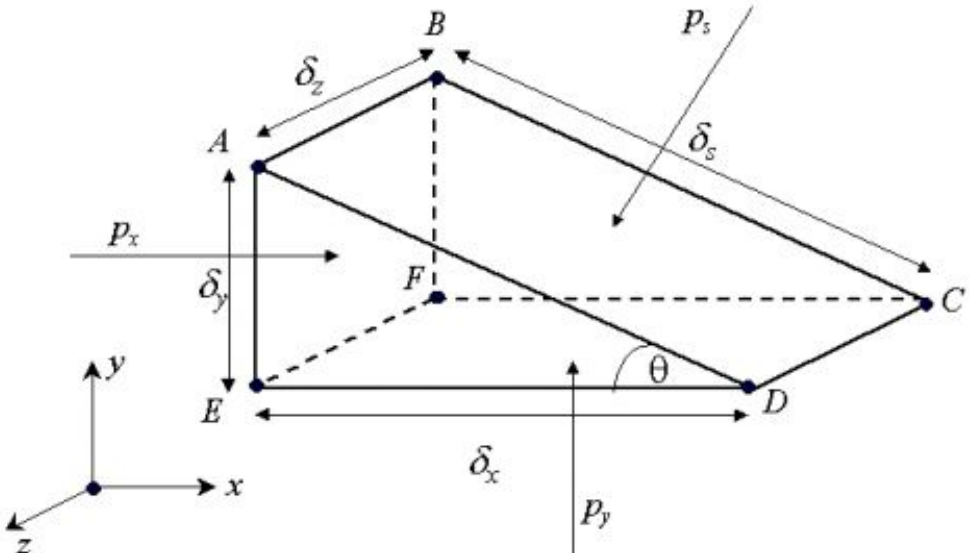




EEL - USP

Princípio de Pascal

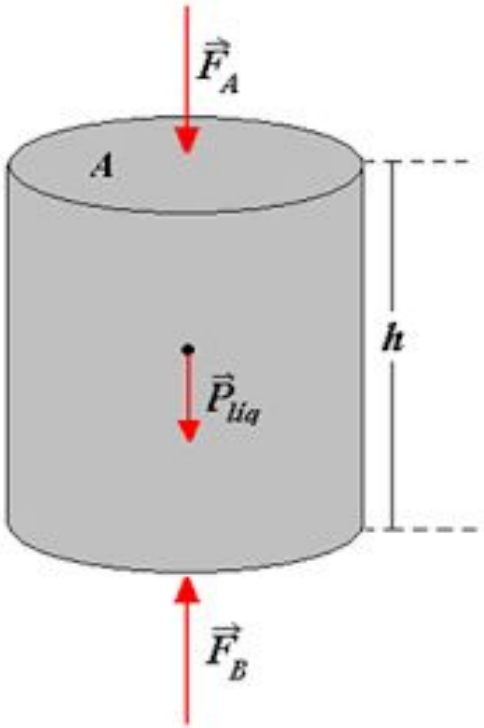
Demonstração de que a pressão atua igualmente em todas as direções



EEL - USP

Teorema de Stevin

Considere um líquido homogêneo e em equilíbrio, com mostra ao lado.



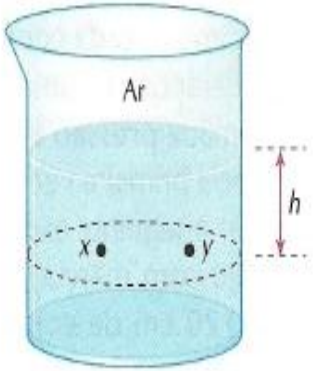
EEL - USP

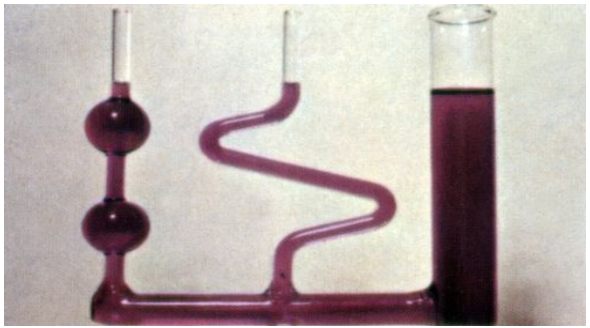
“A diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso é igual ao produto do peso específico pela diferença de altura entre os dois pontos”

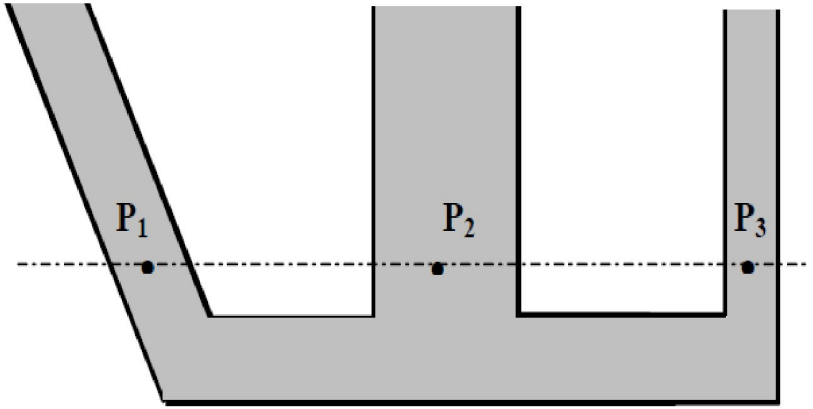
EEL - USP

Consequência da lei de Stevin:

"Todos os pontos de uma mesma superfície horizontal (situados a uma mesma profundidade h) e pertencentes a um mesmo líquido em equilíbrio ficam sujeitos a mesma pressão"



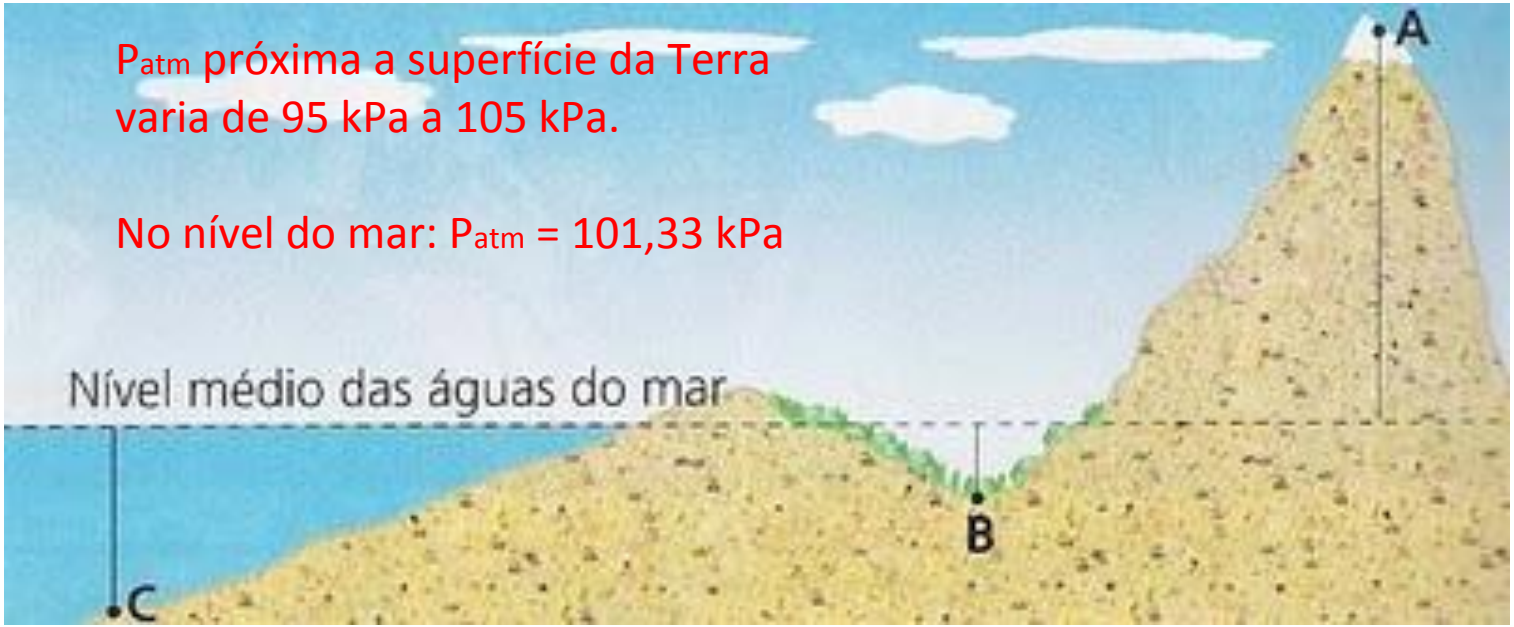




EEL - USP

Escalas de pressão e manômetros

- **Pressão atmosférica:**
  - Varia com a altitude e as condições climáticas do local.



EEL - USP

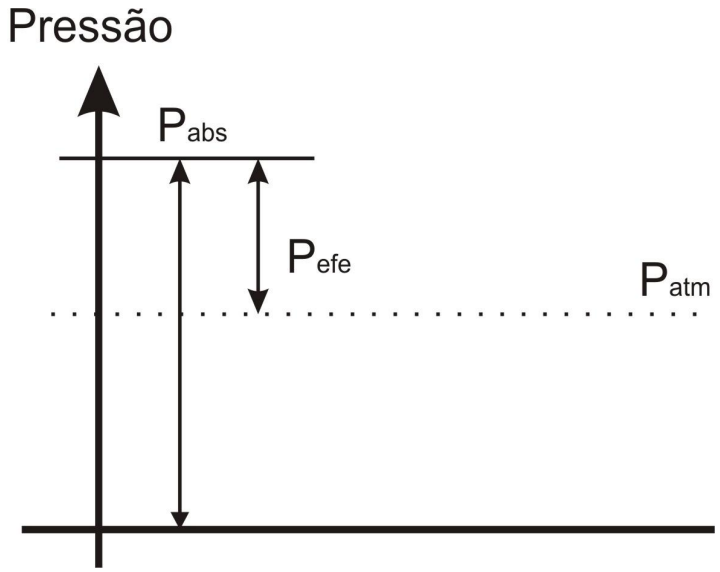
- **Pressão relativa ou efetiva ou manométrica:**
  - É medida em relação a pressão atmosférica. Representa a pressão medida nos manômetros tomando-se como zero a pressão atmosférica.

- **Pressão absoluta:**
  - É a pressão medida em relação ao vácuo perfeito.

$$p_{abs} = p_{rel} + p_{atm}$$

EEL - USP

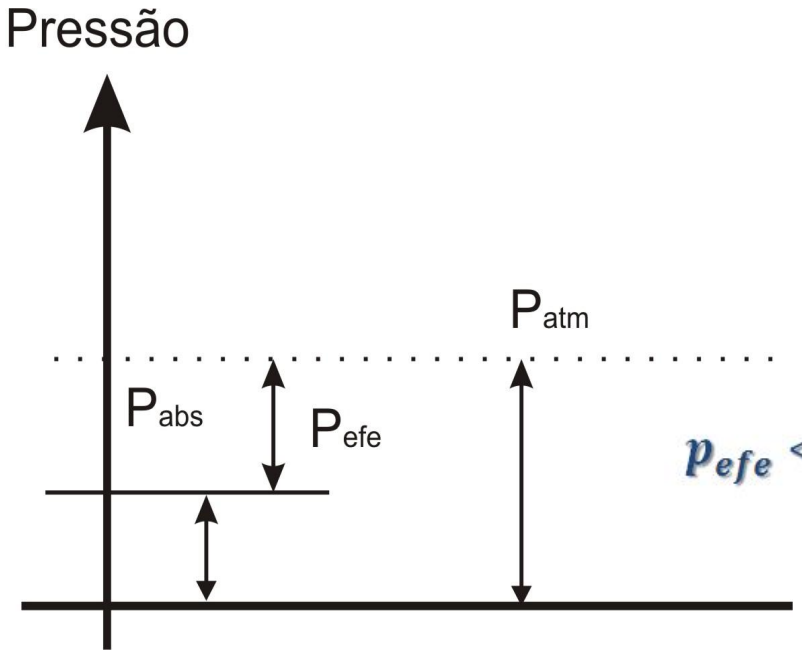
- Considerando a **pressão efetiva/relativa acima da pressão atmosférica.**
  - A **pressão efetiva** será positiva



$$p_{efe} = p_{abs} - p_{atm}$$

EEL - USP

- Considerando a **pressão relativa/efetiva** abaixo a pressão atmosférica.

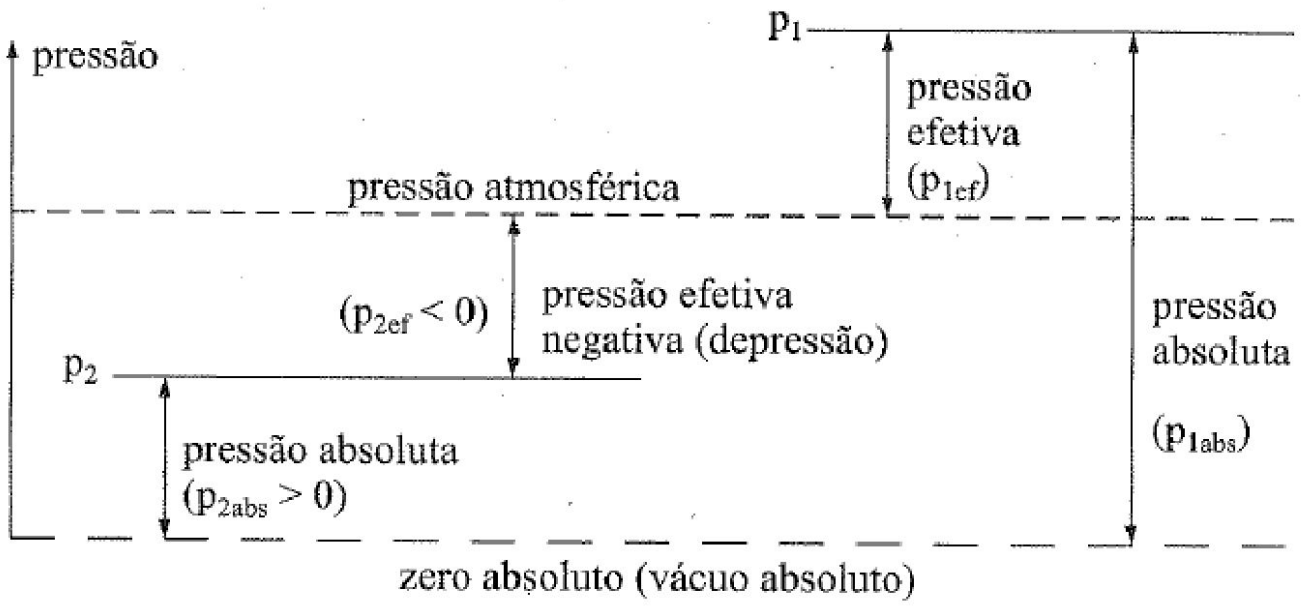


- Como a pressão absoluta sempre será positiva e a pressão efetiva menor que zero, pois é medida em relação a pressão atmosférica..

$$p_{efe} < 0\ (depressão)$$

EEL - USP

- **Pressão absoluta sempre será positiva.**
- **Pressão efetiva pode ser positiva ou negativa.**



EEL - USP

O Barômetro

Instrumento desenvolvido para aferir a pressão, principalmente a pressão atmosférica.

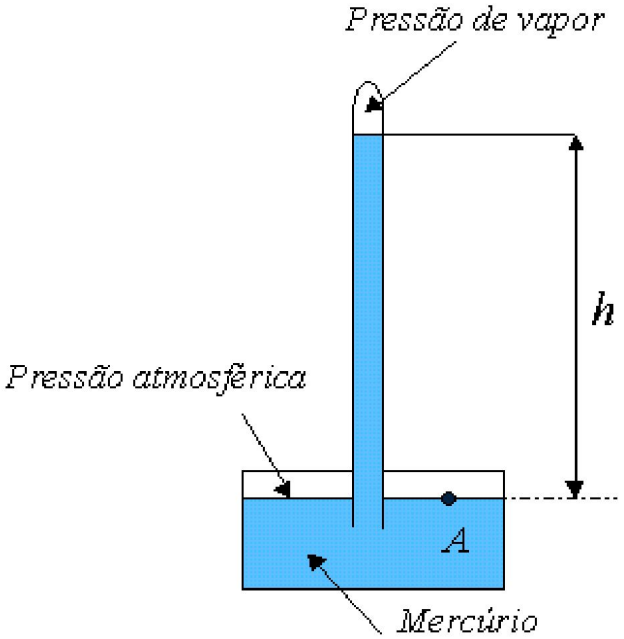
Existem dois tipos de barômetros:

Mercúrio

Aneroides (metálicos)

EEL - USP

Barômetro de Mercúrio: Criado em 1643 por Evangelista Torricelli



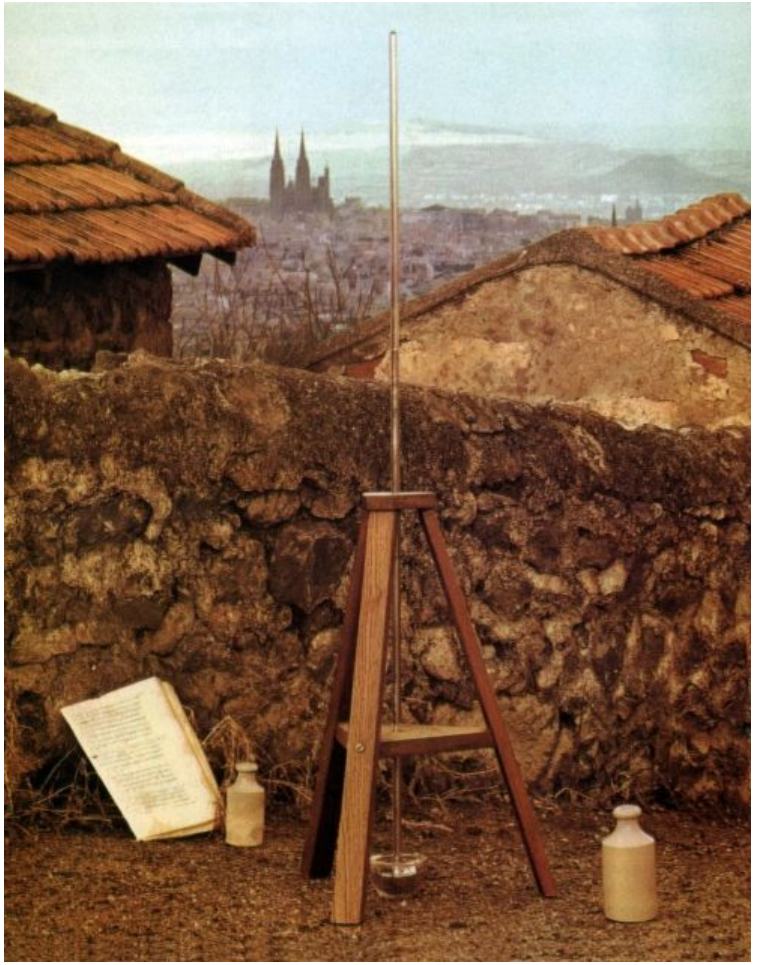
$$p_{atm} = p_v + \rho_{Hg} g h$$

Considerando $p_v = 0$,

$$p_{atm} = \rho_{Hg} g h$$

EEL - USP

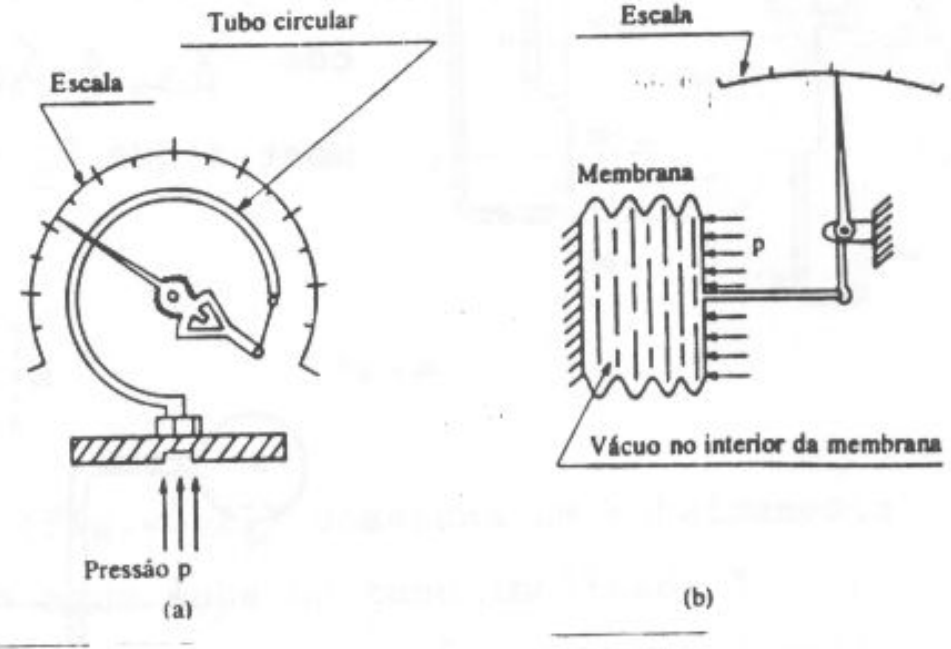
Blaise Pascal em 1648 comprovou que a pressão do ar diminui com o aumento da altitude, à medida que subiu uma colina de 1478 m.



EEL - USP

Barômetro de aneróide: não utiliza o mercúrio e é portátil.

É uma pequena cápsula hermética com um diafragma metálico flexível. A câmara **comprime-se** quando a pressão aumenta e **expande-se** quando a pressão diminui.



II) Manômetros metálicos

EEL - USP

Manômetro

Instrumento utilizado para medir pressão em fluidos contidos em um recipiente fechado.

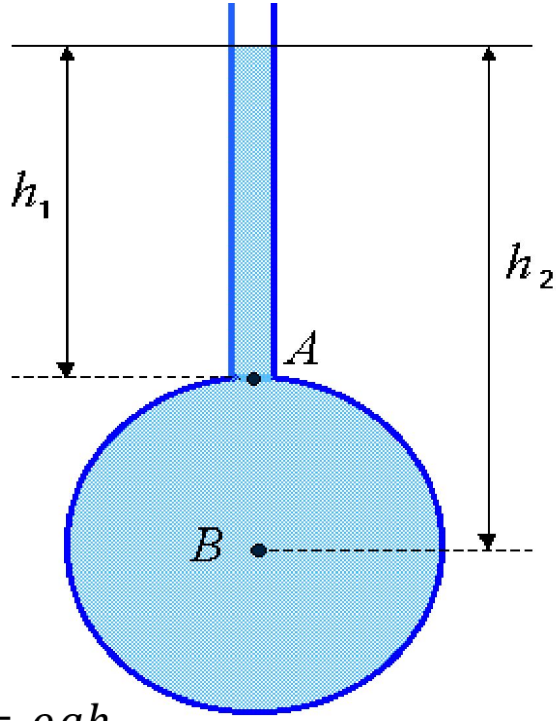
Manômetro analógico.

Manômetro digital.

EEL - USP

Manômetro de tubo piezométrico

Tubo aberto na parte superior, conectado na extremidade a um reservatório que contém um líquido a ser medido.



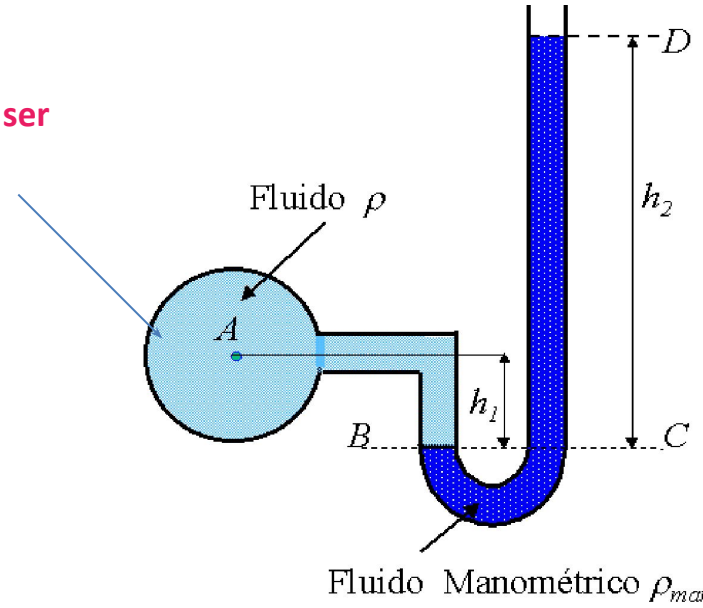
$$p_A = \rho g h_1$$

$$p_B = \rho g h_2$$

EEL - USP

Manômetro de tubo em "U"

Fluido a ser medido



$$p_B = p_C$$

$$p_B = p_A + \rho g h_1$$

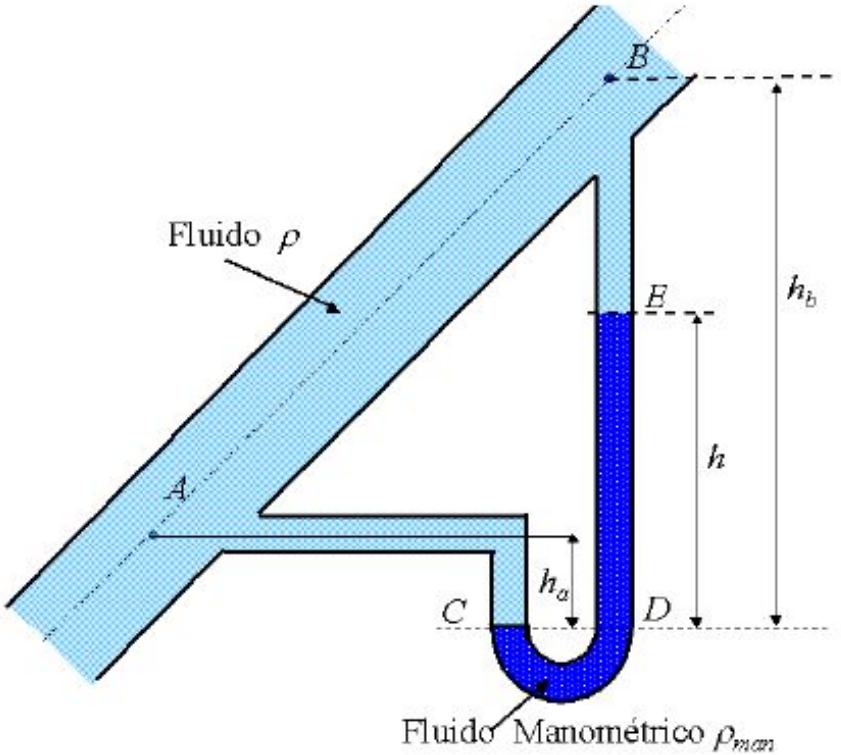
$$p_C = p_{atm} + \rho_{man} g h_2$$

$$p_A + \rho g h_1 = p_{atm} + \rho_{man} g h_2$$

$$p_A = p_{atm} - \rho g h_1 + \rho_{man} g h_2$$

EEL - USP

Medição da diferença de pressão – manômetro tipo U



Pressão em C = Pressão em D

$$p_C = p_D$$

$$p_C = p_A + \rho g h_a$$

$$p_D = p_B + \rho g(h_b - h) + \rho_{man} g h$$

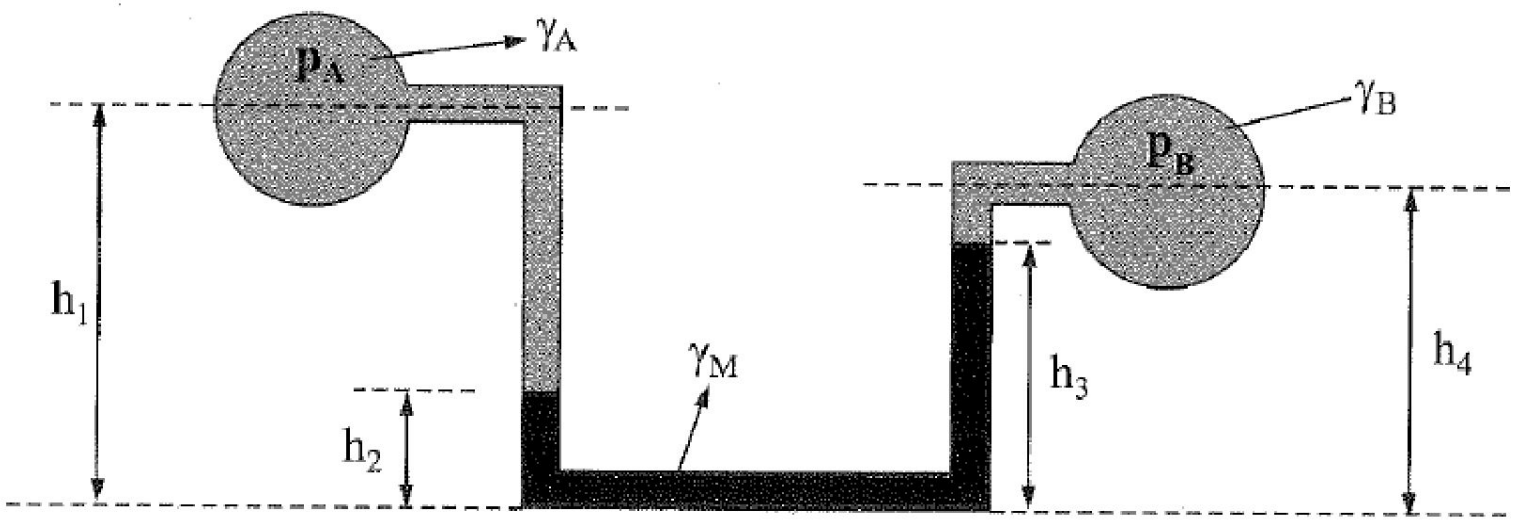
$$p_A + \rho g h_a = p_B + \rho g(h_b - h) + \rho_{man} g h$$

$$p_A - p_B = \rho g(h_b - h_a) + (\rho_{man} - \rho) g h$$

EEL - USP

Equações manométricas

EEL - USP



Analisando a pressão do lado direito (pd) e depois do lado esquerdo (pe).

$$p_E = p_A + \gamma_A(h_1 - h_2) + \gamma_M h_2$$
$$p_D = p_B + \gamma_B(h_4 - h_3) + \gamma_M h_3$$
$$p_E = p_D$$
$$p_A + \gamma_A(h_1 - h_2) + \gamma_M h_2 = p_B + \gamma_B(h_4 - h_3) + \gamma_M h_3$$
$$\boldsymbol{p_A - p_B = \gamma_B(h_4 - h_3) - \gamma_A(h_1 - h_2) + \gamma_M(h_3 - h_2)}$$