

Hidrostatica

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

15 de Maio de 2021

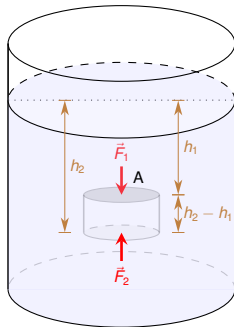
Sumário

- 1 Lei de Stevin
- 2 Princípio de Pascal
- 3 Princípio de Arquimedes
- 4 Apêndice

Cálculo da pressão no interior de um fluido

Supondo um cilindro totalmente imerso e imóvel no interior de um fluido como mostra a figura ao lado, verificamos que

- ✓ O peso do cilindro aplica uma força puxando-o para **baixo**;
- ✓ O fluido pressiona as paredes do cilindro no intuito de espremê-lo de fora para dentro;
- ✓ A somatória da pressão na base produz uma força que empurra o cilindro para **cima**;
- ✓ A somatória da pressão no topo produz uma força que empurra o cilindro para **baixo**;



Forças atuando acima e abaixo do objeto submerso num fluido em repouso.

Variação da pressão com altitude e profundidade

Pela relação da pressão p e força F ,
 $p = \frac{F}{A}$, temos

$$F = (p) \times (A),$$

portanto

$$F_1 = p_1 A,$$

$$F_2 = p_2 A.$$

Se o cilindro está em repouso, pela segunda Lei de Newton a força resultante

deve ser zero, portanto

$$F_2 = F_1 + P.$$

Pela definição de densidade, $m = \rho V$, e sabendo que o volume do cilindro é a base A vezes a altura h temos

$$p_2 A = p_1 A + \rho g h A,$$

$$\boxed{p_2 = p_1 + \rho g h.}$$

Variação da pressão com a profundidade

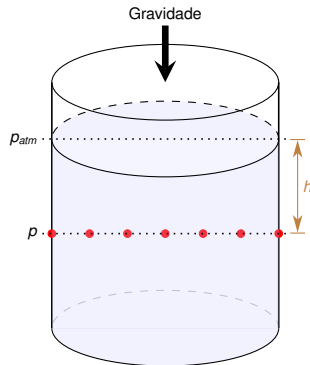
Lei de Stevin

Se a superfície de um fluido, cuja densidade é ρ , está submetida a uma pressão p_{atm} , a pressão p , no interior desse líquido, a uma profundidade h , é dada por

$$p = p_{atm} + \rho gh$$

Corollary

A força da gravidade puxa o fluido para baixo causando uma pressão na base e nas paredes do recipiente.

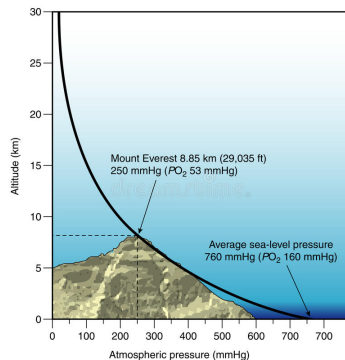


Pressão em função da profundidade h .

Variação da pressão com a altitude

Corollary

Para baixas altitudes ou profundidade a força da gravidade é praticamente constante, portanto a Lei de Stevin pode ser aplicada, mas para altas altitudes a força da gravidade diminui de modo que a pressão do ar varia de maneira praticamente exponencial com a altura.



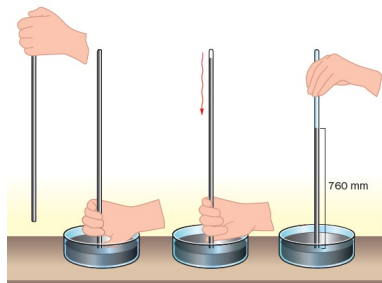
Variação da pressão com a altitude.

Experiência de Torricelli

Coloca-se mercúrio cuja densidade é conhecida num tubo fino e vira-o de cabeça para baixo. O líquido irá descer e irá preencher o recipiente da parte de baixo. A parte de cima como estava fechada não entrou ar e com a descida do líquido criou-se um vácuo, portanto a pressão da parte de cima será zero. Pela Lei de Stevin temos que a pressão da parte de baixo é dado por

$$p_{atm} = \rho gh,$$

onde h é a coluna de mercúrio (se for medido ao nível do mar $h=760\text{mm}$).

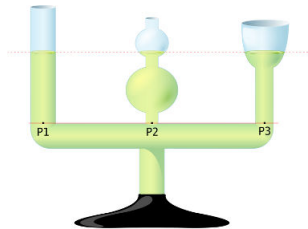


Representação da experiência de Torricelli.

Vasos comunicantes

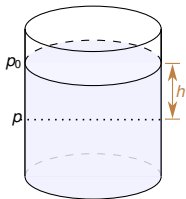
Corollary

Pela Lei de Stevin a variação da pressão em um fluido homogêneo ($\rho = \text{constante}$) somente depende da profundidade do fluido e independe da posição do líquido ao longo da horizontal, portanto é esperado que a pressão seja a mesma para cada altura independente do recipiente que está contido o fluido.



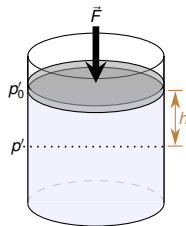
Pressão do fluido em diferentes recipientes (O líquido atinge a mesma altura independente do recipiente).

Variação da pressão na superfície do recipiente



Pela Lei de Stevin a pressão nos pontos 1 e 2 equivale a

$$p = p_0 + \rho gh.$$



Pela Lei de Stevin a pressão nos pontos 1 e 2 equivale a

$$p' = p'_0 + \rho gh.$$

Variação da pressão ao longo das paredes do recipiente

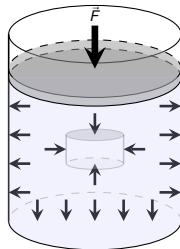
Calculando o quanto a pressão na posição 1 aumenta temos

$$\Delta p = p' - p,$$

$$\Delta p = (p'_0 + \rho gh) - (p_0 + \rho gh),$$

$$\Delta p = p'_0 + \rho gh - p_0 - \rho gh,$$

$$\Delta p = \Delta p_0.$$



Corollary

O acréscimo de pressão, em um ponto de um líquido em equilíbrio, transmite-se integralmente a todos os pontos desse líquido.

Máquinas hidráulicas

Pela definição de pressão podemos dizer que o aumento de pressão no pistão 1 é dado por

$$\Delta p_1 = \frac{F_1}{A_1}.$$

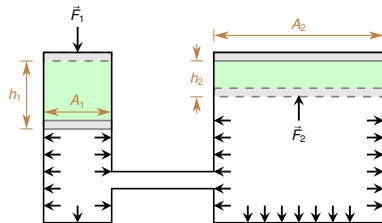
Pelo princípio de Pascal esse aumento será o mesmo no pistão 2, pois $\Delta p_1 = \Delta p_2$.

Princípio de Pascal

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

Corollary

O volume deslocado em um pistão é o mesmo deslocado em outro pistão.



Prensa hidráulica

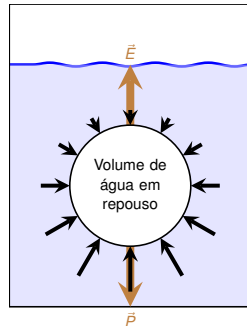
O que é empuxo?

Corollary

A somatória de todas as forças que o fluido atua nas paredes de um objeto imerso em um fluido é igual a força resultante que atua para cima no intuito de subir o objeto;

Se a força resultante \vec{E} for de mesma intensidade da força peso \vec{P} do volume do fluido deslocado, essa força é chamada de empuxo;

Se o empuxo for maior que a força peso o objeto flutua, e se for menor o objeto afunda.



Representação de empuxo como o peso da água deslocada.

Relação entre a densidade do fluido, do objeto e o princípio de Arquimedes

Pela definição de empuxo E podemos dizer que

$$E = m_{\text{fluido}}g,$$

mas pela definição de densidade temos $m_{\text{fluido}} = \rho_{\text{fluido}}V$, portanto

$$E = \rho_{\text{fluido}}Vg$$

O peso P do objeto mergulhado no fluido é dado por $P = m_{\text{obj}}g$, portanto se o empuxo for igual ao peso do objeto temos

$$m_{\text{obj}}g = \rho_{\text{fluido}}Vg,$$
$$\rho_{\text{obj}}Vg = \rho_{\text{fluido}}Vg.$$

Corollary

Se $\rho_{\text{fluido}} < \rho_{\text{obj}}$, o corpo afundará;

Se $\rho_{\text{fluido}} = \rho_{\text{obj}}$, o corpo ficará em equilíbrio;

Se $\rho_{\text{fluido}} > \rho_{\text{obj}}$, o corpo irá flutuar na superfície;

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

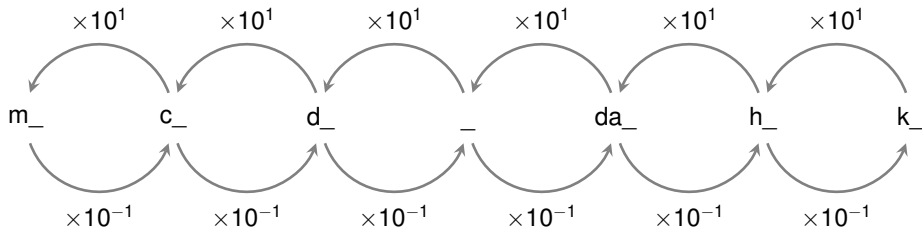
Passo 2: Andar com a vírgula até que somente reste um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

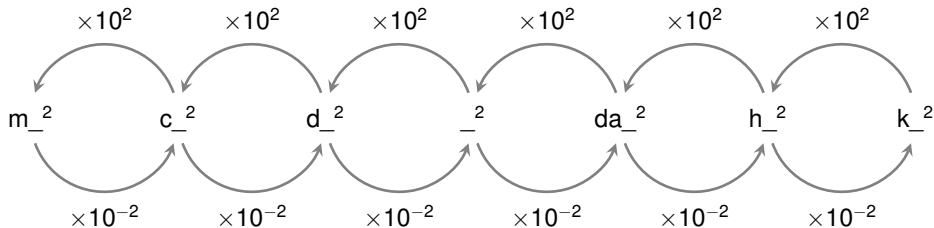


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ kg} = 2,5 \times 10^{(1) \times 6} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mg}$$

$$10 \text{ ms} = 10 \times 10^{(-1) \times 3} \text{ s} \rightarrow 10 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

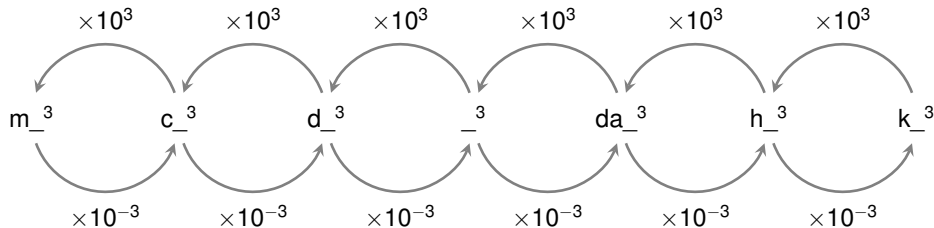


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ ms}^2 = 10 \times 10^{(-2) \times 3} \text{ s}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ s}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{2 \times (-3)} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{3 \times (3)} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

$$2,5 \text{ km}^3 = 2,5 \times 10^{6 \times (3)} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^{18} \text{ mm}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α	Ni	N	ν
Beta	B	β	Csi	Ξ	ξ
Gama	Γ	γ	ômicon	O	o
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsílon	E	ϵ, ε	Rô	P	ρ
Zeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	η	Tau	T	τ
Teta	Θ	θ	Ípsilon	Υ	v
Iota	I	ι	Fi	Φ	ϕ, φ
Capa	K	κ	Qui	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mi	M	μ	Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

 A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.1, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

Esta apresentação está disponível para download no endereço
<https://flavianowilliams.github.io/education>

¹Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.