

TERMODINÂMICA APLICADA

Capítulo 1 CONCEITOS BÁSICOS DA TERMODINÂMICA

Elizabeth d'Almeida Duarte
2015/2016

SUMÁRIO

Cada ciência tem um vocabulário próprio e a Termodinâmica não é exceção. Definições precisas dos conceitos básicos no desenvolvimento da Ciência evitam mal entendidos. Neste Capítulo, revê-se os sistemas de unidades e são explicados os conceitos básicos da termodinâmica tais como sistema, energia, propriedade, estado, processo, ciclo, pressão e temperatura. O estudo cuidadoso destes conceitos é essencial para uma boa compreensão dos tópicos dos capítulos seguintes.

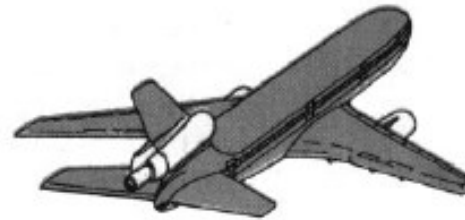
Exemplos de Aplicação



Corpo humano



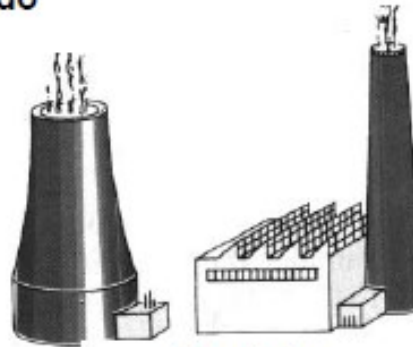
Sistemas de ar condicionado



Aviões



Automóveis

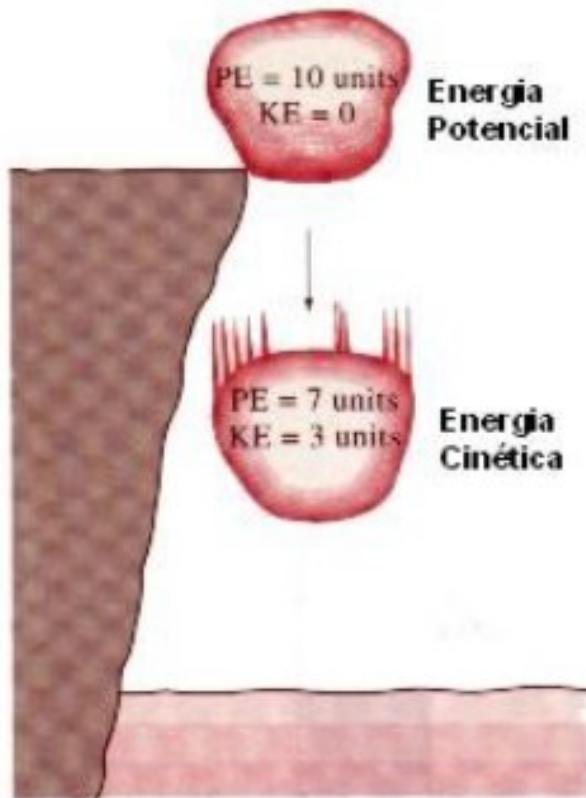


Centrais eléctricas

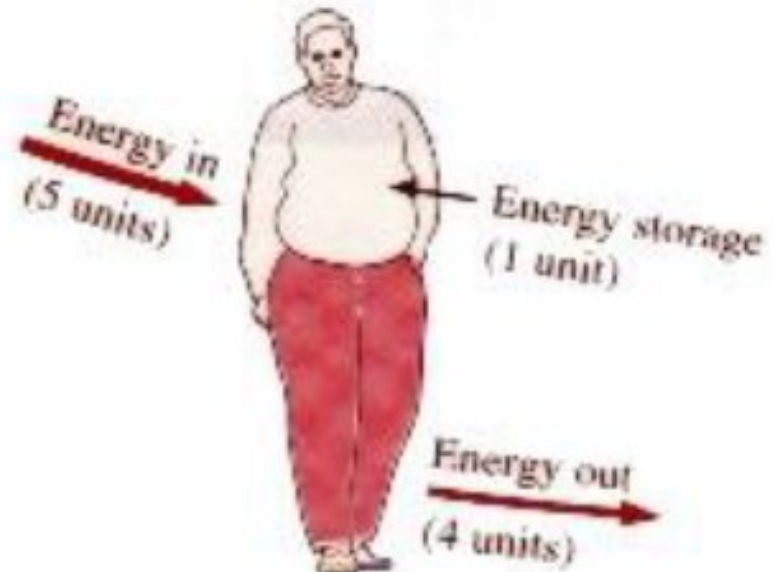


Sistemas de refrigeração

1ª Lei da Termodinâmica – Lei da conservação da Energia



A energia é uma propriedade termodinâmica



2ª Lei da Termodinâmica

A energia tem *qualidade e quantidade*. Os processos ocorrem no sentido do decréscimo da qualidade da energia.



DIMENSÕES

Dimensões fundamentais

Unidades SI

DIMENSÃO	UNIDADE
Comprimento	metro (m)
Massa	quilograma (kg)
Tempo	segundo (s)
Temperatura	kelvin (K)
Corrente eléctrica	ampere (A)
Quantidade de luz	candela (c)
Quantidade de matéria	mole (mol)

DIMENSÕES

Dimensões derivadas

Unidades SI

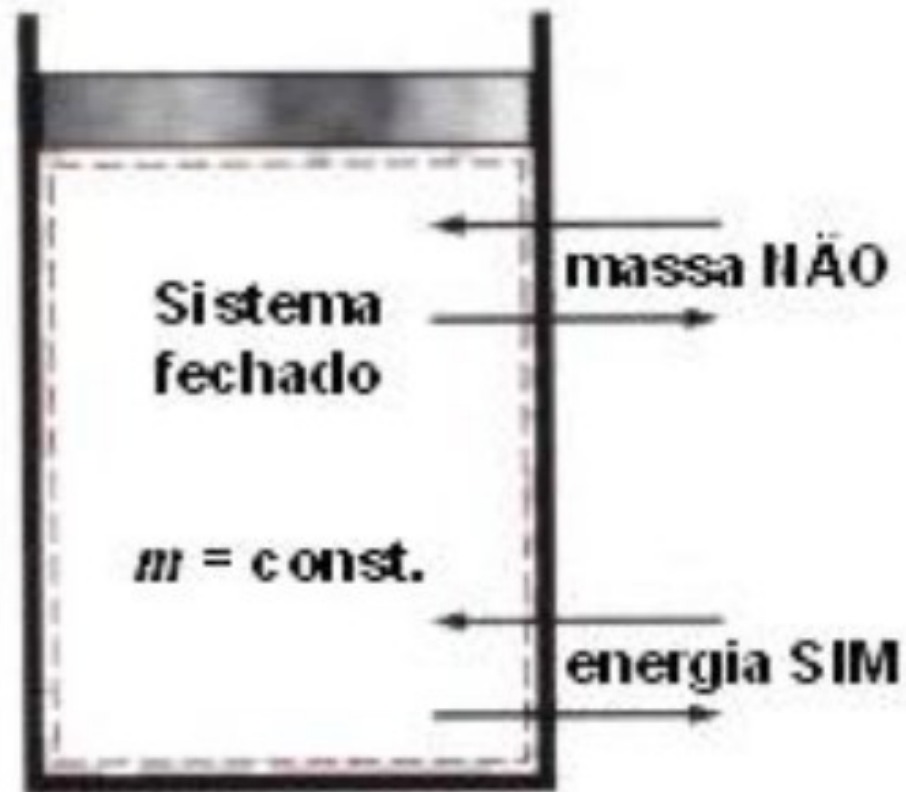
DIMENSÃO	UNIDADE
Velocidade	(m s^{-1})
Energia	(J)
Volume	(m^3)
Força	(N)

Prefixos das Unidades SI

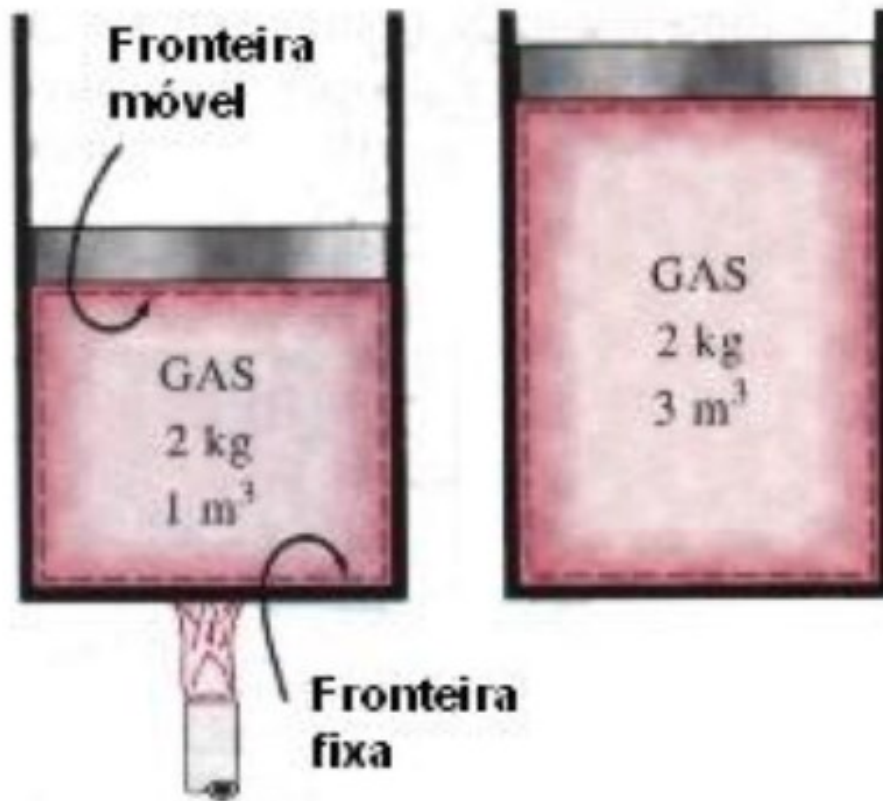
Múltiplo	Prefixo
10^{12}	tetra, T
10^9	giga, G
10^6	mega, M
10^3	quilo, k
10^{-2}	centi, c
10^{-3}	mili, m
10^{-6}	micro, μ
10^{-9}	nano, n
10^{-12}	pico, p

Sistemas Fechados e Abertos

Sistemas Fechados

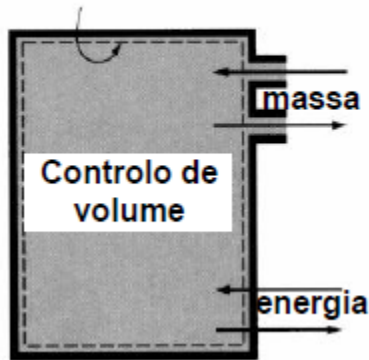


Fronteira fixa e móvel



Sistemas Abertos

Superfície de controlo

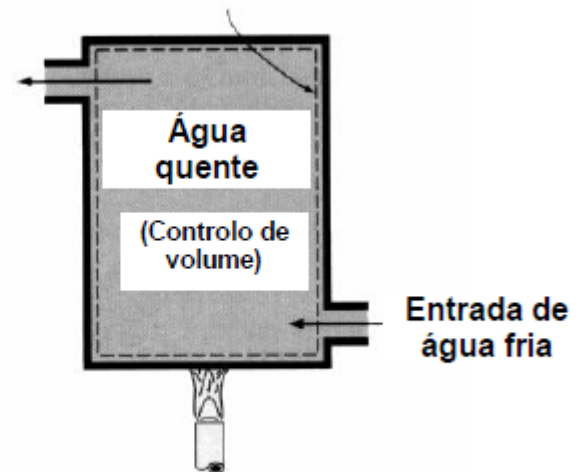


SIM

SIM

Tanto a massa e a energia fluem através do sistema

Saída de água quente



Sistema aberto com uma entrada e uma saída

FORMAS DE ENERGIA

- Energia interna:

É a soma de todas as formas de energia microscópica de um corpo.

$$U \text{ (J)}$$

- Energia cinética:

É a energia que um sistema possui como resultado do seu movimento.

$$KE = \frac{mV^2}{2} \text{ (J)}$$

FORMAS DE ENERGIA

- Energia potencial:

É a energia que um sistema possui como resultado da sua elevação num campo gravitacional.

$$PE = mgz \text{ (J)}$$

ENERGIA TOTAL

$$E = U + KE + PE \text{ (J)}$$

$$E = U + \frac{mV^2}{2} + mgz \text{ (J)}$$

Propriedades de um sistema

Massa volúmica - $\rho = \frac{m}{V} \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$

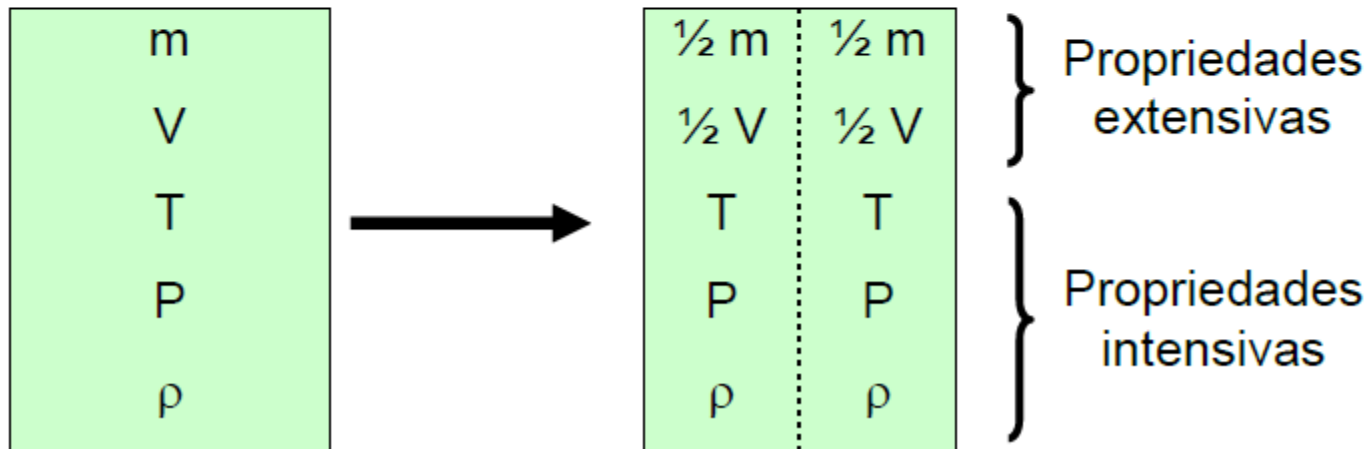
Densidade relativa ou específica - $\rho_s = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$

Volume específico - $v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \text{ (m}^3 \text{ kg}^{-1}\text{)}$

Propriedades de um sistema

Propriedades intensivas – São independentes do tamanho do sistema.

Propriedades extensivas – São dependentes do tamanho do sistema.



Processos e ciclos

Processo - Qualquer mudança que um sistema sofra de um estado de equilíbrio para outro.

Caminho - Vários estágios que o sistema passa ao longo do processo.



Processos e ciclos

Processo isotérmico – Processo a temperatura constante.

Processo isobárico – Processo a pressão constante.

Processo isocórico – Processo a volume constante.

Processo Isentrópico – Processo a entropia constante.

Processo Isentálpico – Processo a entalpia constante.

Processo Adiabático – Processo com conteúdo calorífico constante.

DIAGRAMA P-V

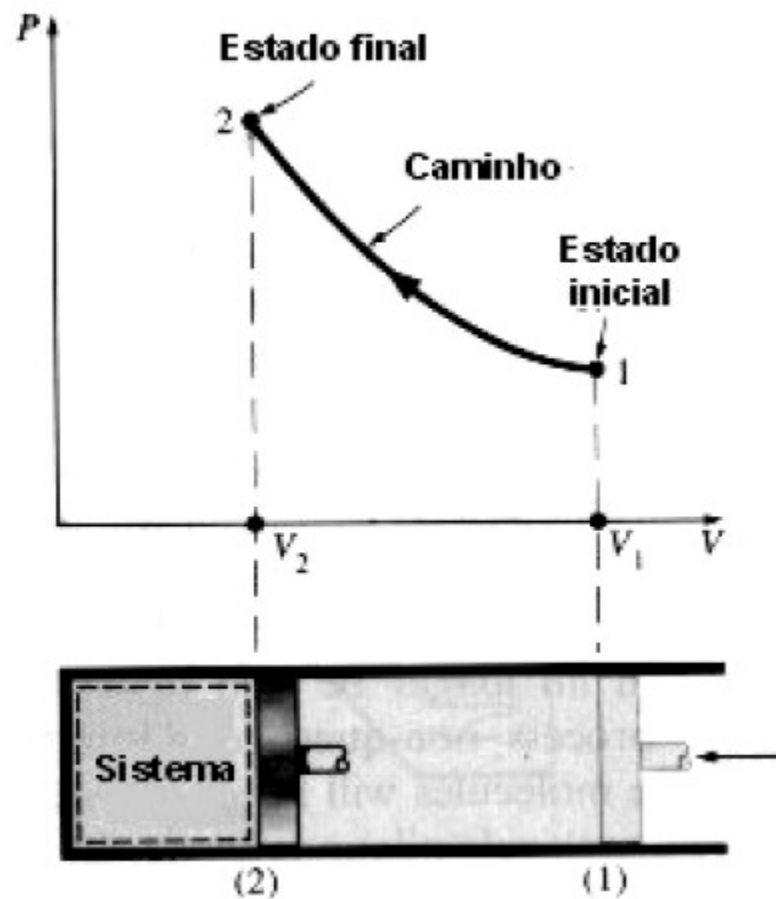
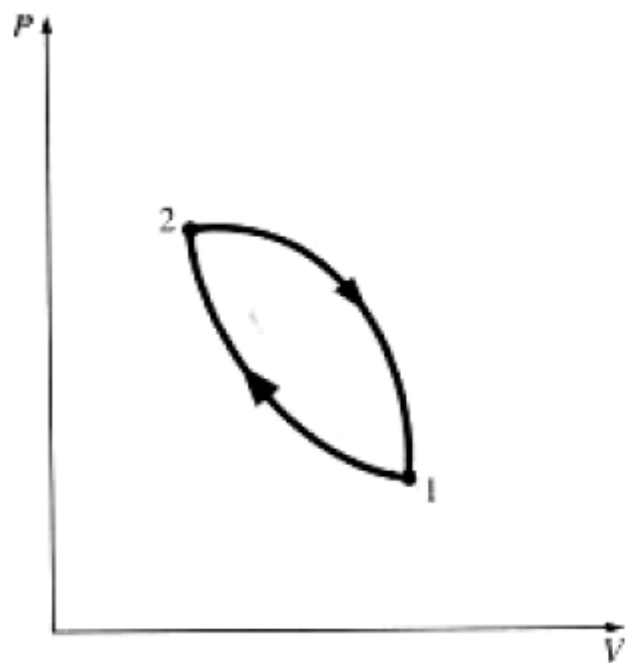
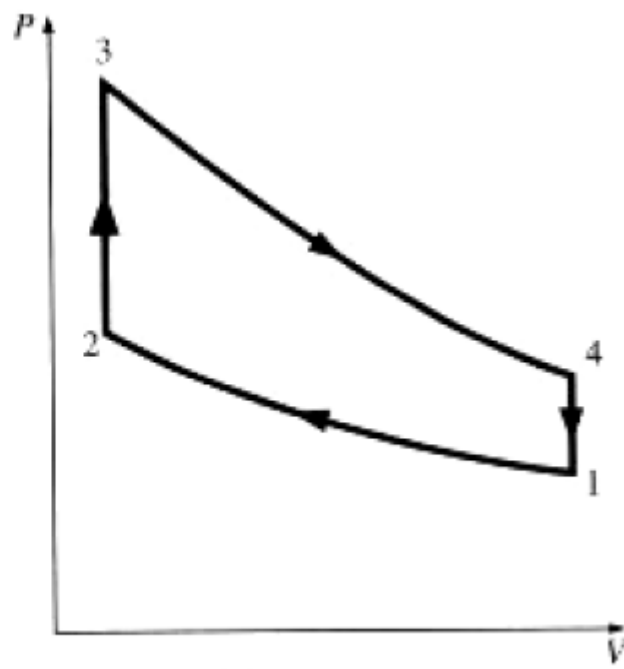


DIAGRAMA P-V



(a) Ciclo de dois processos



(b) Ciclo de 4 processos

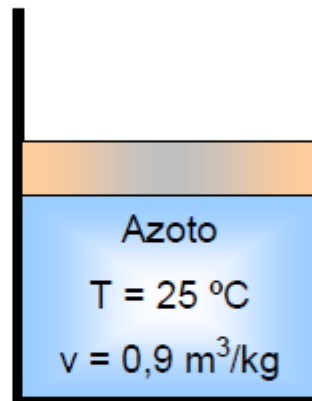
Postulado de Estado

O estado de um sistema compressível fica totalmente especificado por duas propriedades intensivas independentes.

Propriedades Independentes

Duas propriedades são **independentes** se uma delas variar e a outra se mantiver constante.

Exemplo: Temperatura (T) e volume específico (v)



O estado do azoto fica perfeitamente definido por duas propriedades intensivas e independentes

ALGUMAS UNIDADES DO SI

- **Força:**

Força = massa x aceleração

$$F = m a$$

$$F = \text{kg m s}^{-2} = 1\text{N}$$

$$W(\text{peso}) = mg \quad W(\text{weight})$$

- **Pressão:**

A pressão é a força exercida por unidade de área.

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

$$P = \text{N m}^{-2} = \text{Pa (pascal)}$$

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$$

ALGUMAS UNIDADES DO SI

- **Outras Unidades de Pressão**

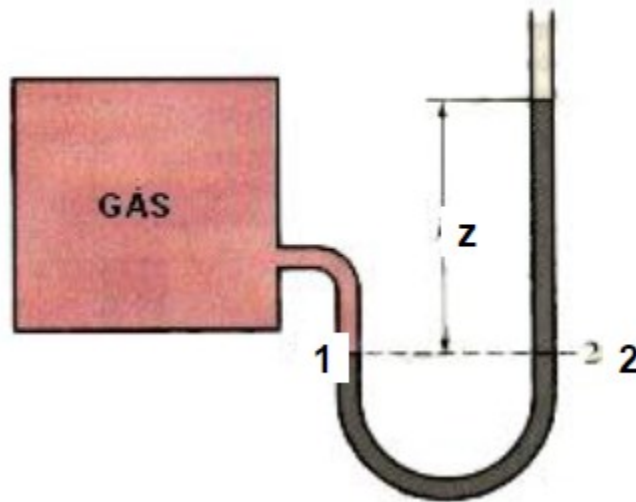
$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 101,325 \text{ kPa} = 1,01325 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr}$$

Manômetros

Aparelhos que medem uma diferença de pressão



$$P_1 = P_2$$

$$AP_1 = AP_{\text{atm}} + W$$

$$W = mg = \rho Vg = \rho Azg$$

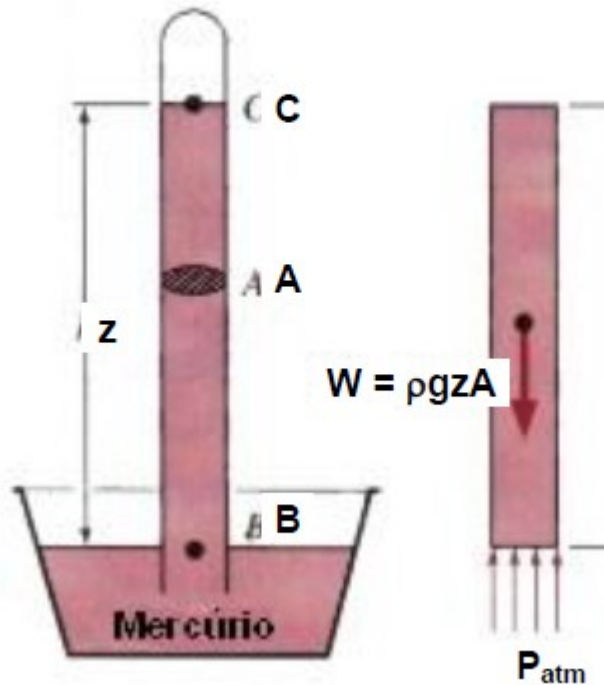
$$AP_1 = AP_{\text{atm}} + \rho Azg$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} + \rho gz \text{ (Pa)}$$

$$\Delta P = P_1 - P_{\text{atm}} = \rho gz \text{ (Pa)}$$

Barômetro

Aparelho que mede a pressão atmosférica



$$P_C = 0 \text{ atm}$$

$$P_B = 1 \text{ atm}$$

$$P_{\text{atm}} = \rho g z \text{ (Pa)}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} \quad \text{com } T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ atm} = 10,3 \text{ m H}_2\text{O} \quad \text{com } T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar} = 760 \text{ torr}$$

TEMPERATURA

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

$$T(\text{R}) = T(^{\circ}\text{F}) + 459,67$$

$$T(\text{R}) = 1,8 T(\text{K})$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = 1,8 T(^{\circ}\text{C}) + 32$$



$$\Delta T(\text{K}) = \Delta T(^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta T(\text{R}) = \Delta T(^{\circ}\text{F})$$

TEMPERATURA

Fórmulas de conversão de graus fahrenheit:

Conversão de	para:	Fórmula
grau fahrenheit	grau Celsius	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32)/1,8$
grau Celsius	grau fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32$
grau fahrenheit	kelvin	$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459,67) / 1,8$
Kelvin	grau fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 1,8 - 459,67$
grau fahrenheit	Rankine	$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459,67$
Rankine	grau fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 459,67$