



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

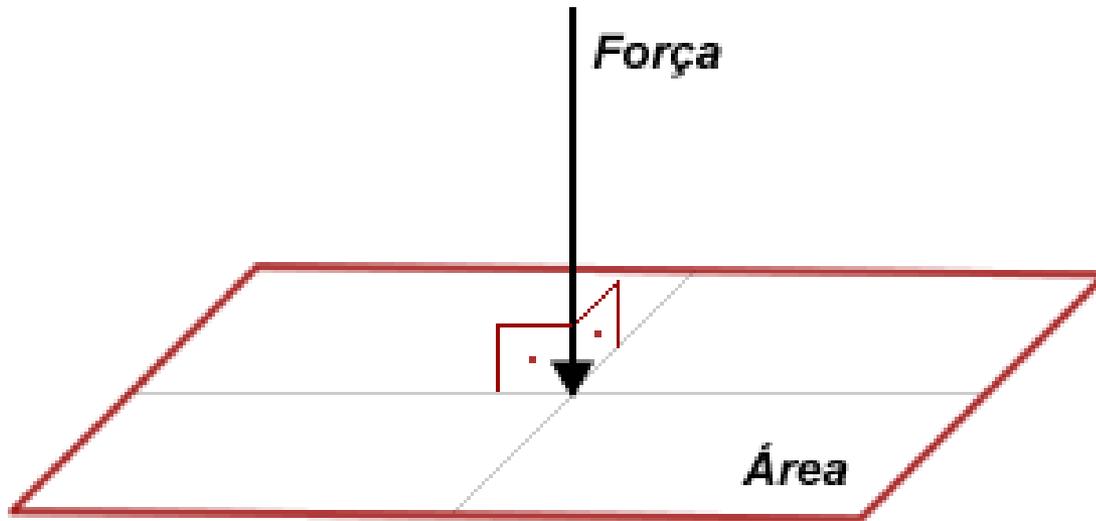
TERMODINÂMICA

Estudo dos Gases

1ª FIS/3ª FSC série EMI

André Cipoli

Pressão

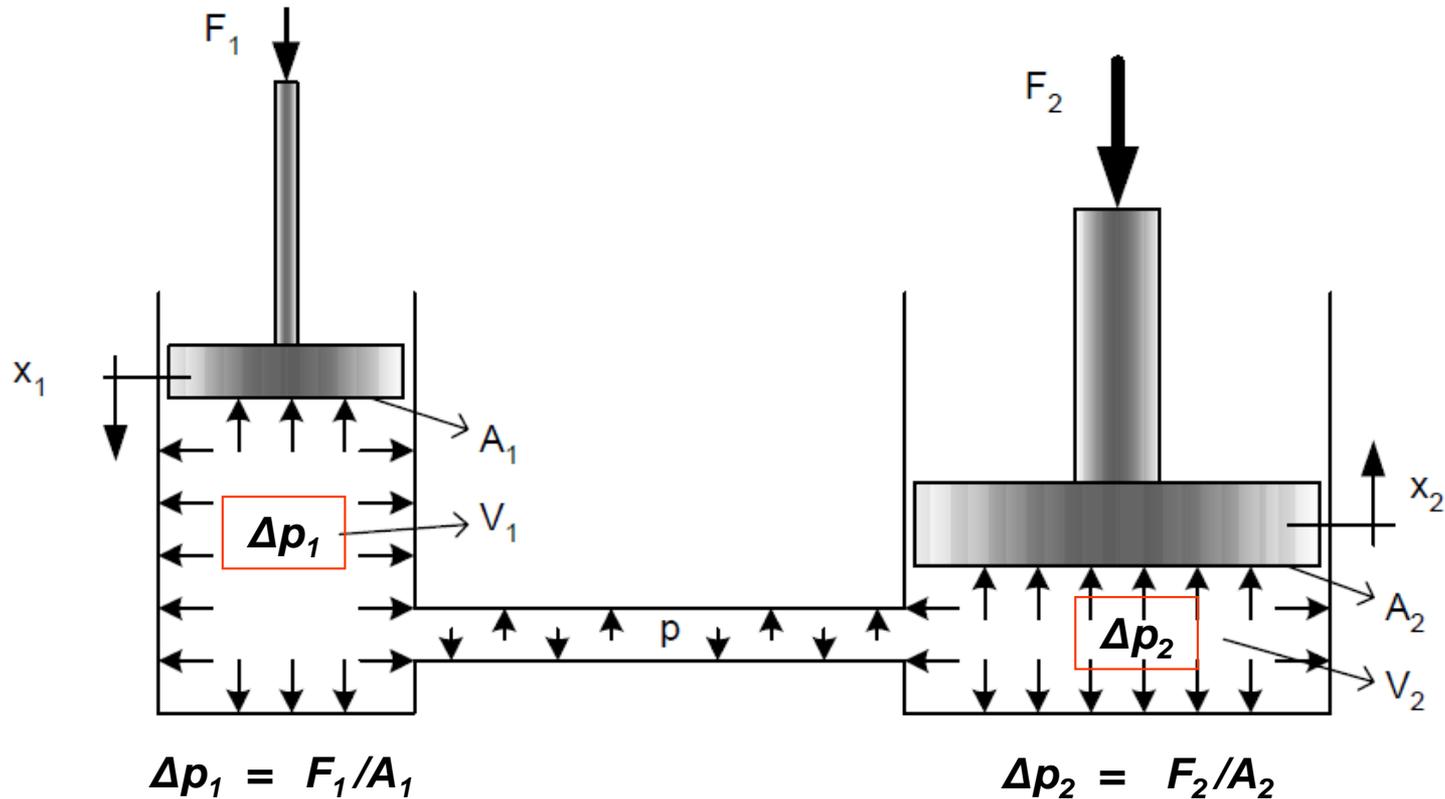


Blaise Pascal
1623 - 1662

$$p = F_{\perp} / A \quad [N/m^2] \equiv \text{pascal (Pa)}$$

Princípio de Pascal

“A **alteração** de pressão produzida num fluido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do fluido e às paredes do recipiente.”



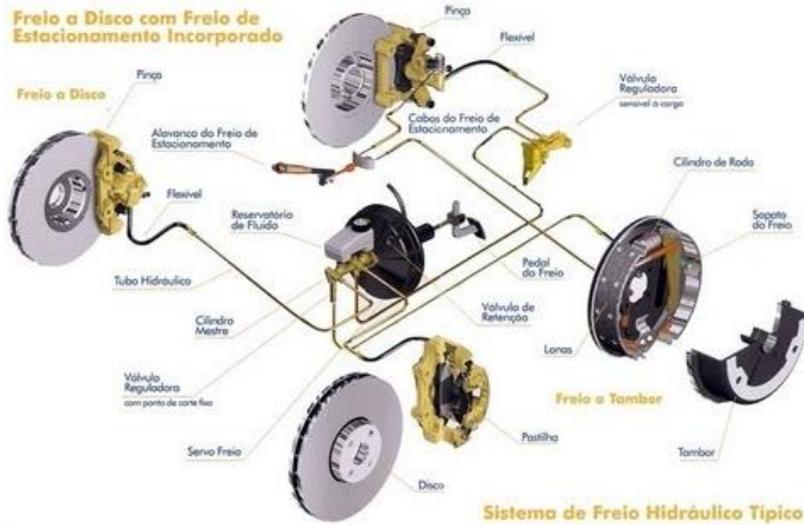
$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$



$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

Aplicações

- Sistema hidráulico de freios (disco e/ou tambor)



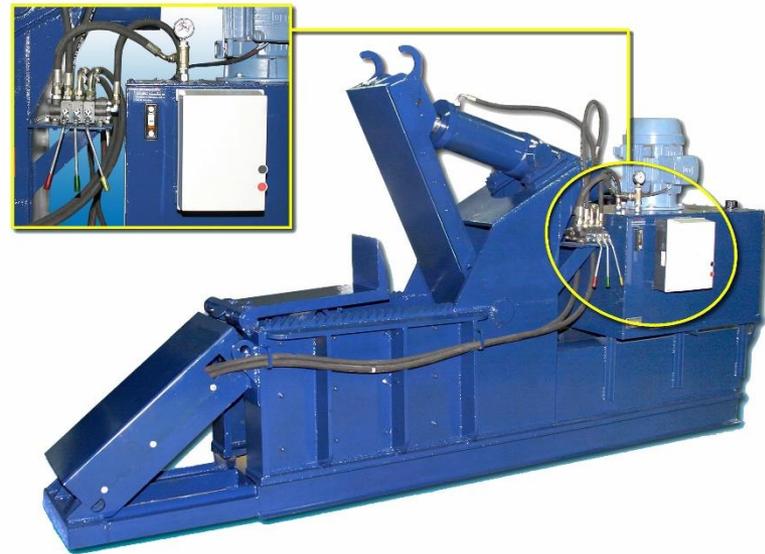
- Macaco hidráulico



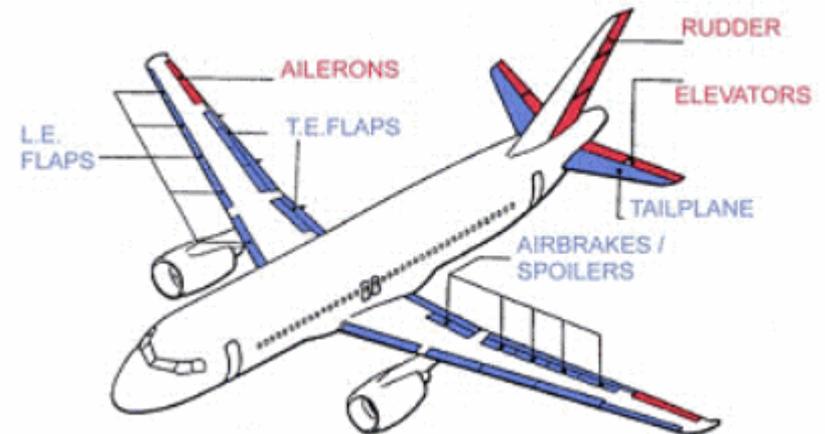
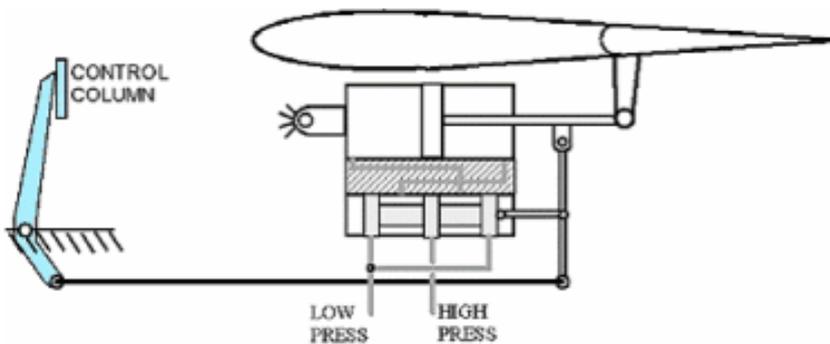
- Prensa hidráulica
(oficina)



- Prensa enfiardadeira
(Ferro velho)



- Sistemas de controle de voo



Experiência de Magdeburgo

Hemisférios
e Bomba de Vácuo



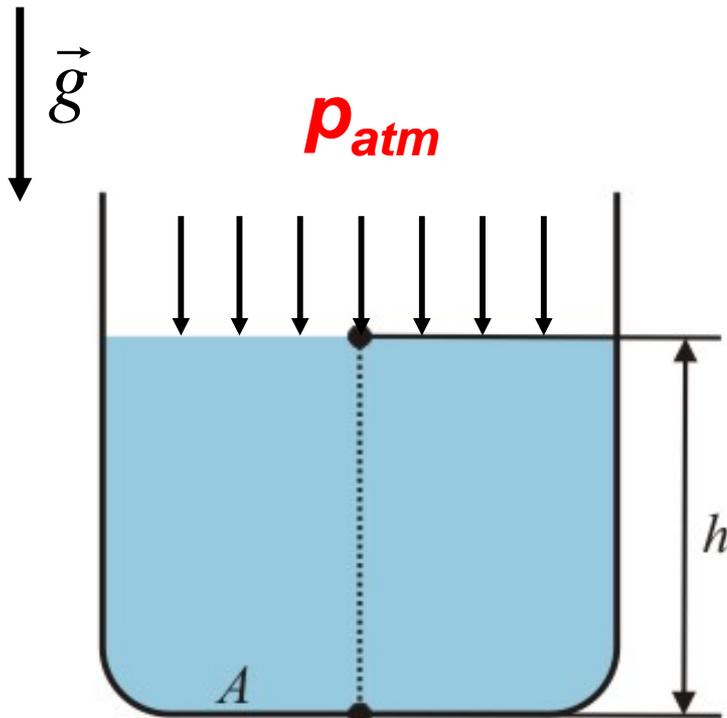
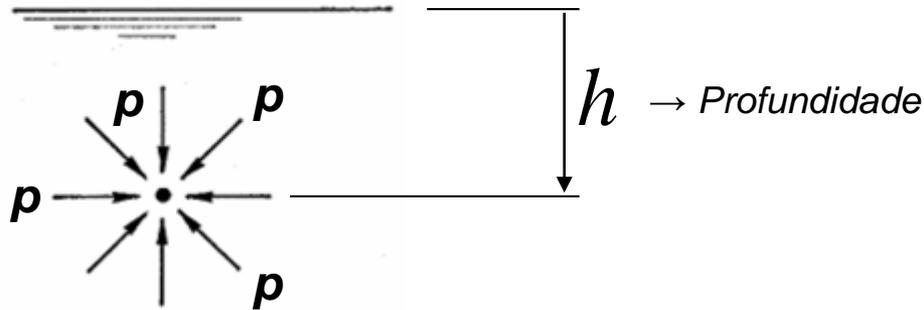
Otto von Guericke
1602 - 1682

Experiência dos hemisférios
1654



Pressão em um ponto qualquer de um líquido homogêneo,

em repouso!!



Pressão Manométrica

$$p_{man} = d_{Liq} \cdot g \cdot h$$

Pressão Total

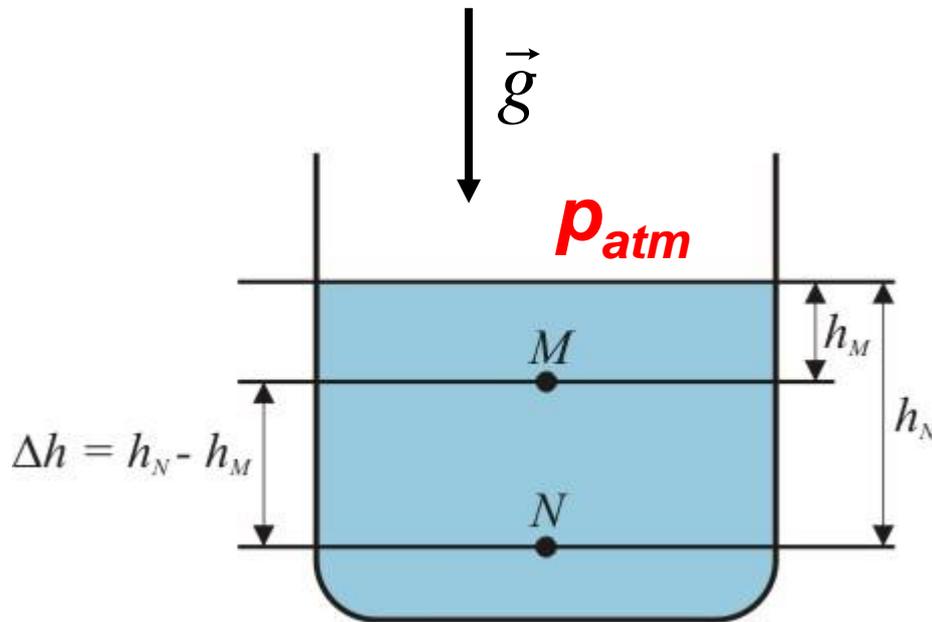
$$p_{total} = p_{atm} + d_{Liq} \cdot g \cdot h$$

Princípio de Stevin

“A diferença entre as pressões (Δp) em dois pontos considerados no interior de um líquido em equilíbrio é igual ao produto da densidade do fluido (d_{Liq}), pelo módulo da aceleração da gravidade (g) no local e pela diferença entre as profundidades consideradas (Δh).”



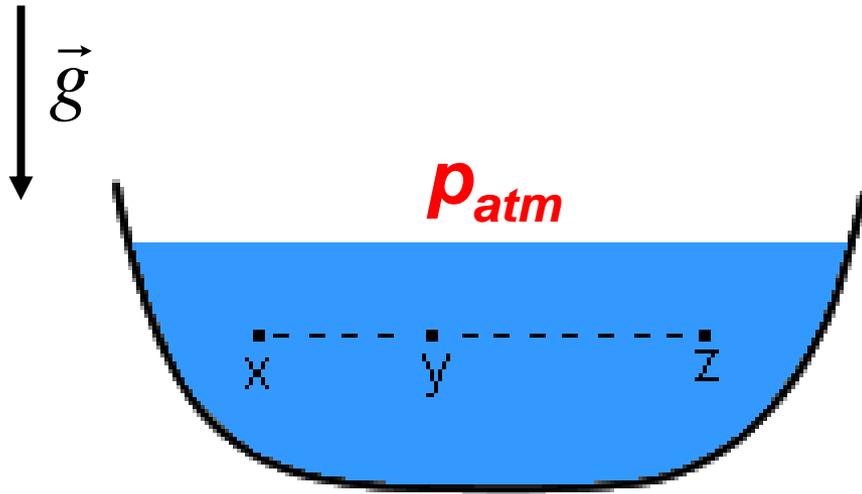
Simon Stevin
1548 - 1620



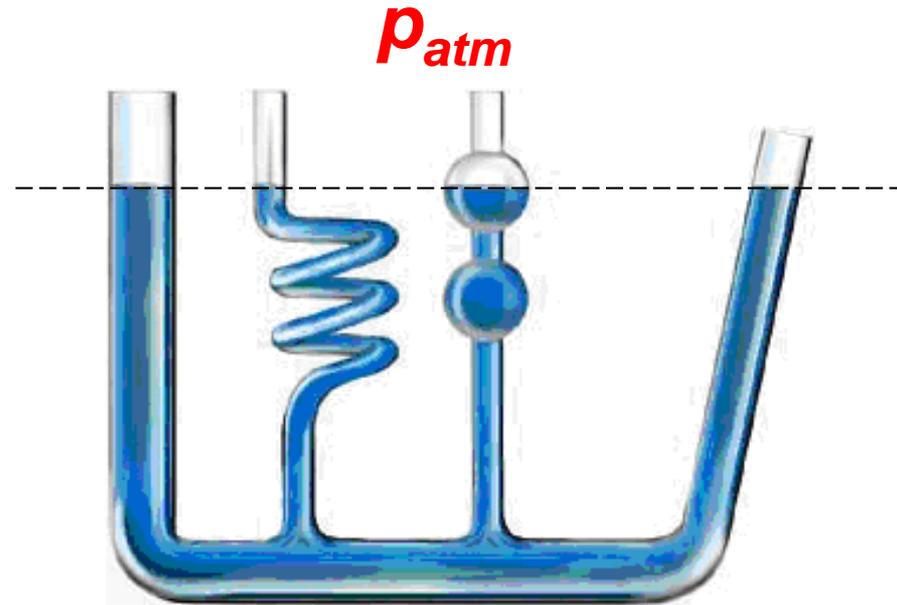
$$\Delta p = d_{Liq} \cdot g \cdot \Delta h$$

Atenção: a diferença de pressão independe da distância entre os pontos.

Consequências do Princípio de Stevin



$$p_x = p_y = p_z$$



Vasos Comunicantes

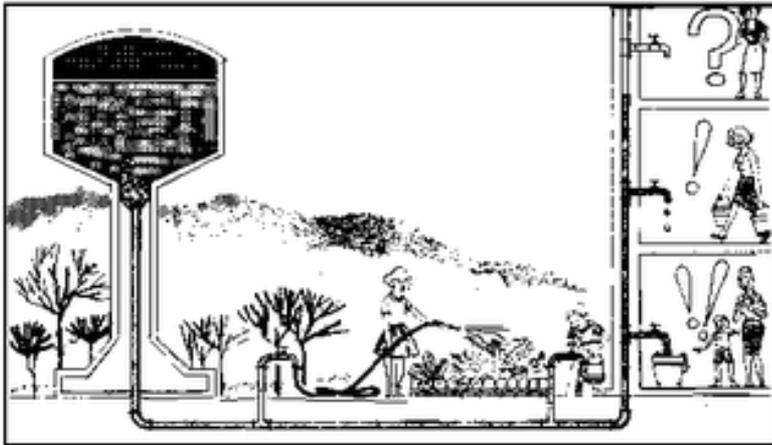
“Pontos situados em um mesmo líquido e em uma mesma horizontal ficam submetidos à mesma pressão.”

A superfície livre dos líquidos em equilíbrio é horizontal.

Aplicações

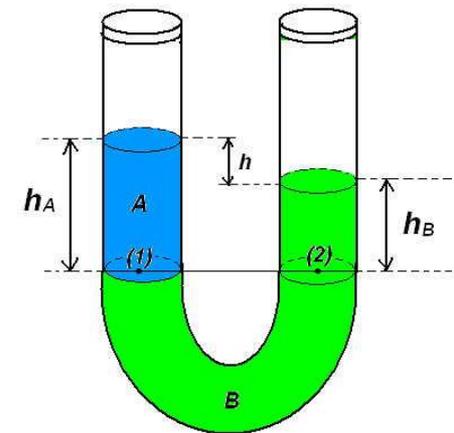
e possíveis consequências desastrosas!!!

- *Vasos comunicantes*

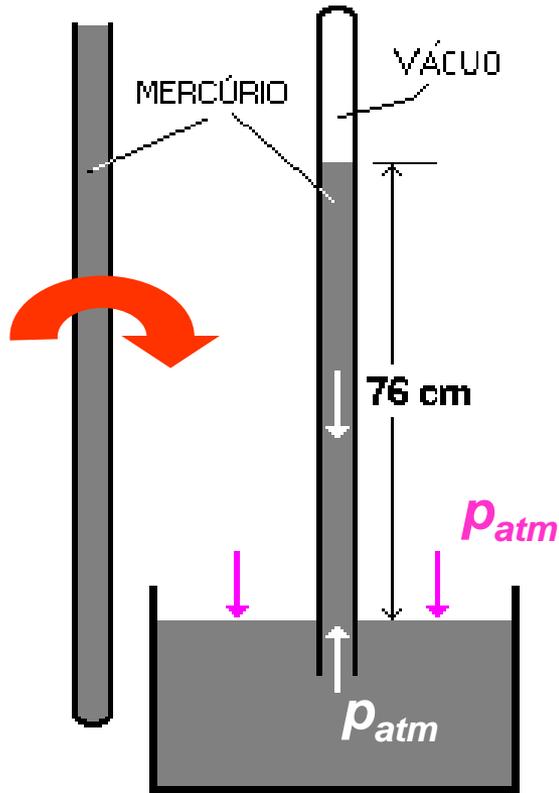


- *Determinação da densidade de líquidos imiscíveis*

$$h_A \cdot d_A = h_B \cdot d_B$$



• Determinação da pressão atmosférica:



Florença
1644



Evangelista Torricelli
1608 - 1647



Vincenzo Viviani
1622 - 1703

Ao nível do mar:

$$1 \text{ atm} \rightarrow 101.325 \text{ N/m}^2 (\approx 10^5 \text{ Pa}) \rightarrow 760 \text{ mmHg} \rightarrow 14,7 \text{ psi}$$

A descoberta dos gases presentes no ar



Carl Wilhelm Scheele
1742 - 1786
1771



Joseph Priestley
1733 - 1804
1774



Daniel Rutherford
1749 - 1819
1772

Oxigênio

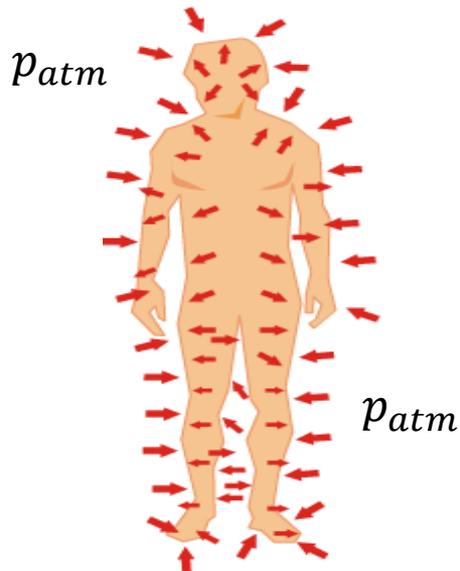
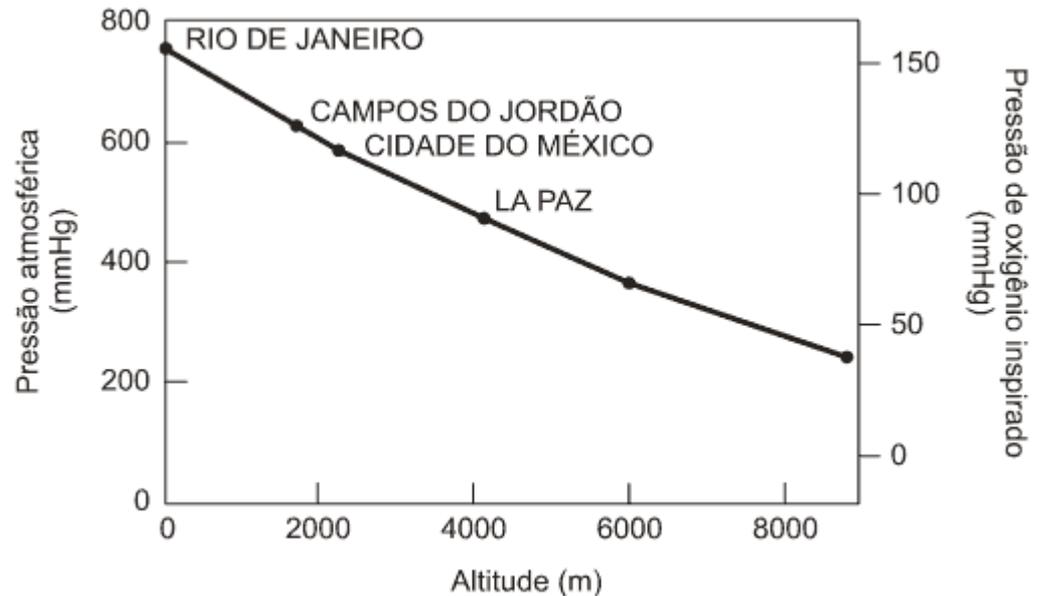
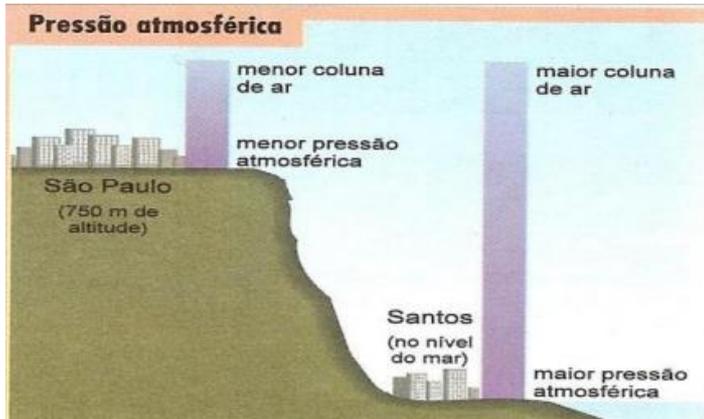
21%

Nitrogênio

78%

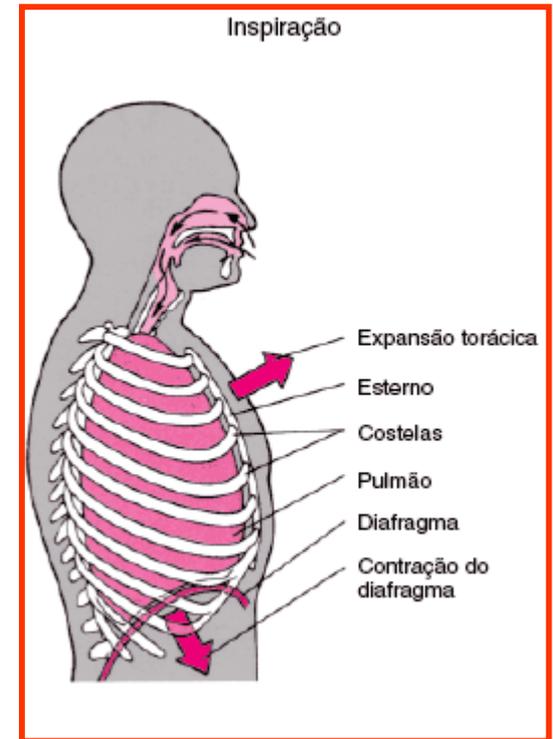
O **1%** restante possui **Ar** (0,9340%), **CO₂** (0,041332%), **Ne** (0,001818%),
He (0,000524%), **CH₄** (0,000187%) e **Kr** (0,000114%).

Efeitos da Pressão Atmosférica

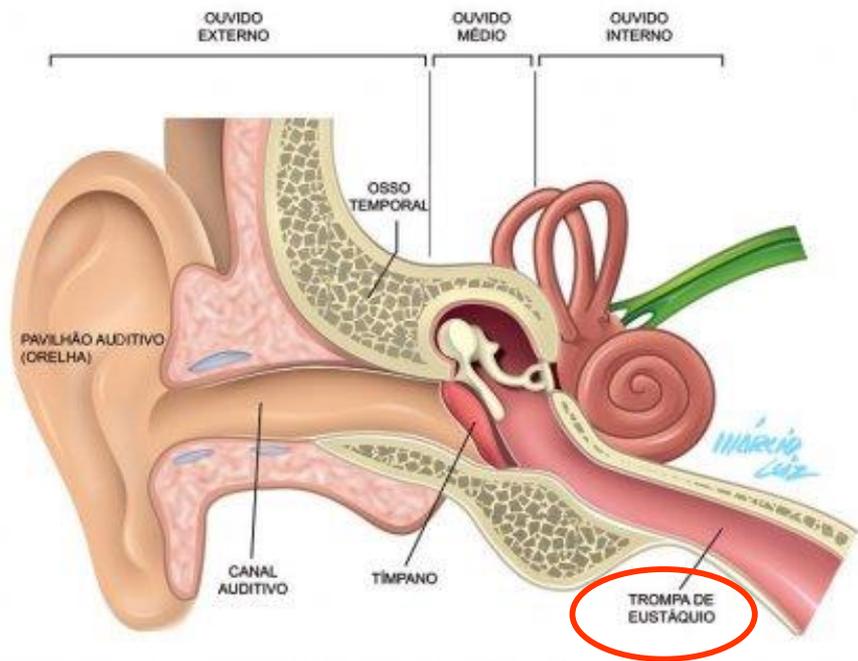


IDADE EM ANOS	PRESSÃO ARTERIAL EM MMHG
4	85/60
6	95/62
10	100/65
12	108/67
16	118/75
Adulto	120/80
Idoso	140-160/90-100

- “Canudinho”



• Mudanças bruscas de altitude (Descida - ou subida - de serra)

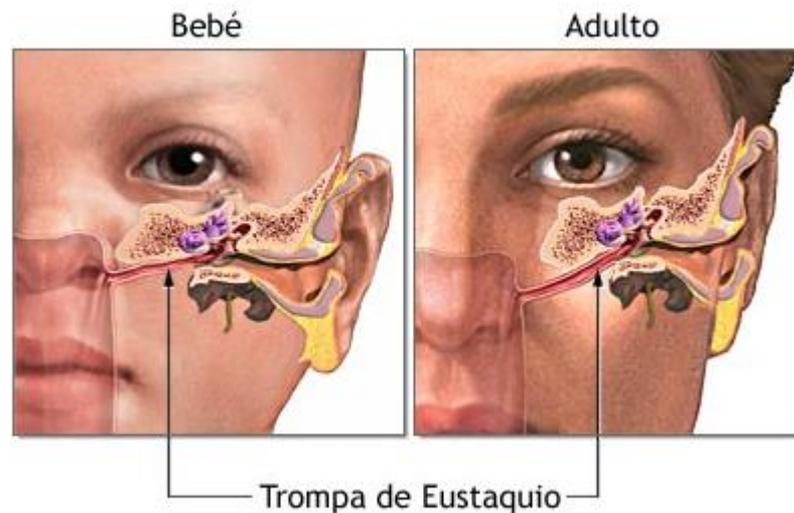


ou Tuba auditiva



Serra do Rio do Rastro

SC 438 (Lages - Tubarão) - ↑ ~ 1.100m em 12km



Não se esqueça de assistir aos seguintes vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=9a-B7JjCTo8> - Transformação isotérmica

<https://www.youtube.com/watch?v=mb5tpKoYyp0> - Transformação isobárica

<https://www.youtube.com/watch?v=ssniG8laQTg> - Transformação isovolumétrica

Principais variáveis nos estudos de um Gás

V
A
R
I
Á
V
E
I
S

D
E

E
S
T
A
D
O

M
A
C
R
O
S
C
Ó
P
I
C
A
S

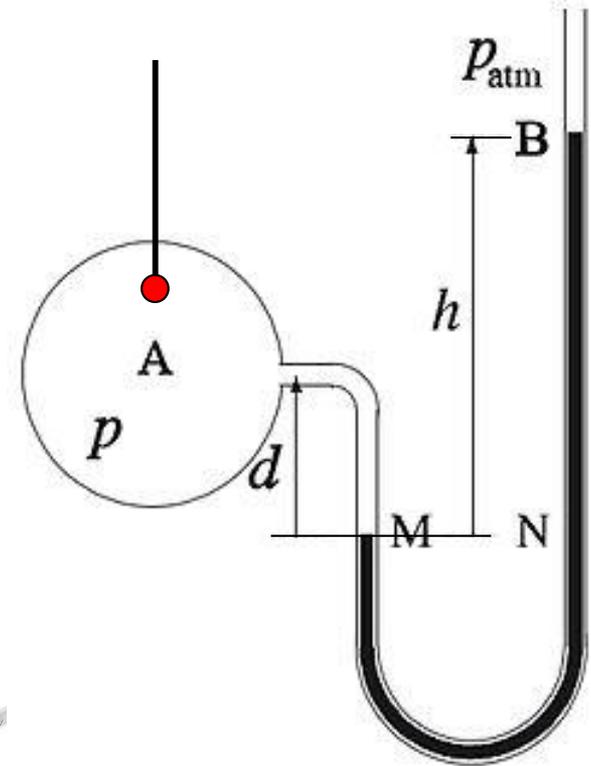
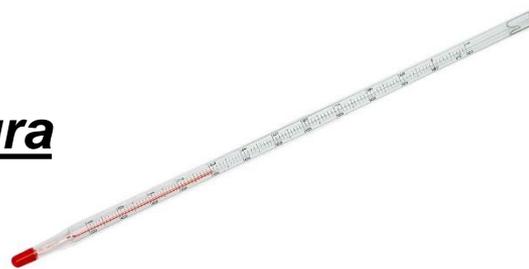
Pressão



Volume



Temperatura



Equipamento Básico

Um estado termodinâmico é um conjunto de valores de propriedades de um sistema termodinâmico que deve ser especificado para reproduzir este sistema.

Personagens Principais



Robert **Boyle**
1627 - 1691
(1660)

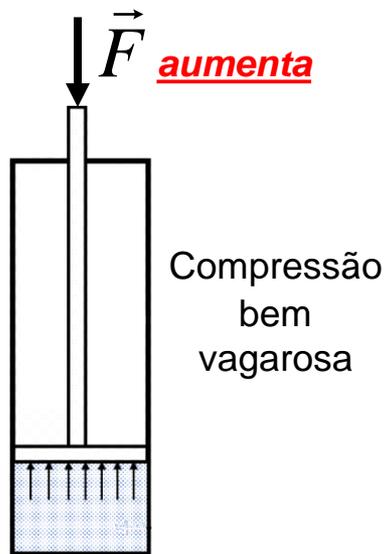


$$T \rightarrow \text{cte}$$

$$m_{\text{gás}} \rightarrow \text{cte}'$$

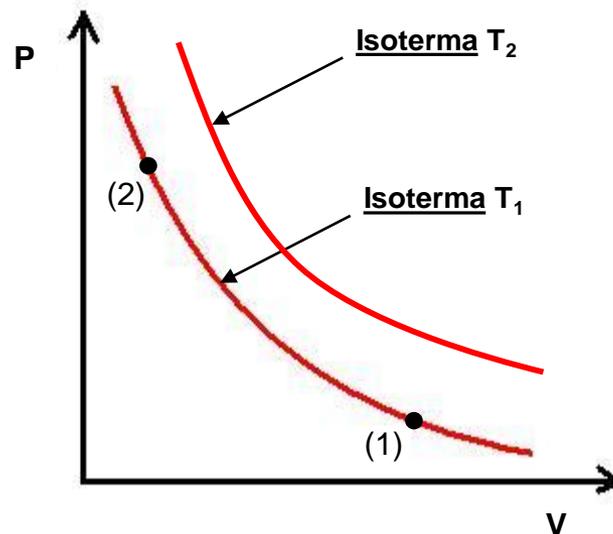


Edmè **Mariotte**
1620 - 1684
(1676)



Transformação Isotérmica

$$T_1 < T_2$$



Lei de Boyle-Mariotte

$$p \cdot V = K$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Personagem Principal

Transformação

Isométrica

ou *isovolumétrica* ou *isocórica*

$$m_{\text{gás}} \rightarrow \text{cte}''$$



$$V \rightarrow \text{cte}$$

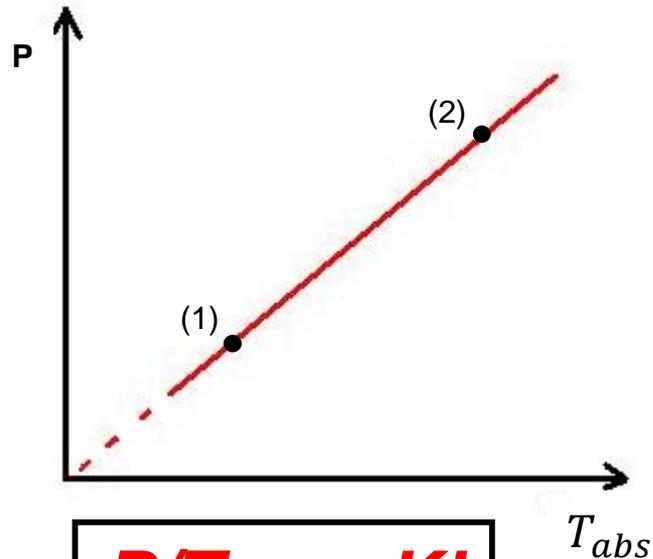


Guillaume **Amontons**
1663 - 1705
(1702)

Zero Absoluto



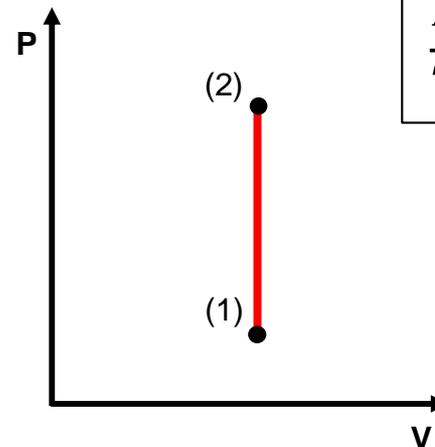
$$p_{\text{gás}} \rightarrow 0$$



$$P/T_{\text{abs}} = K'$$

Lei de Charles

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



Personagens Principais



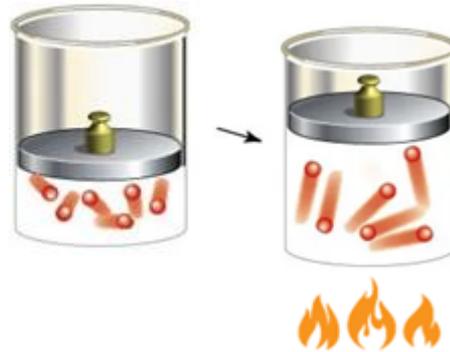
Jacques Alexandre Cesar **Charles**
1746 - 1823
(1787)



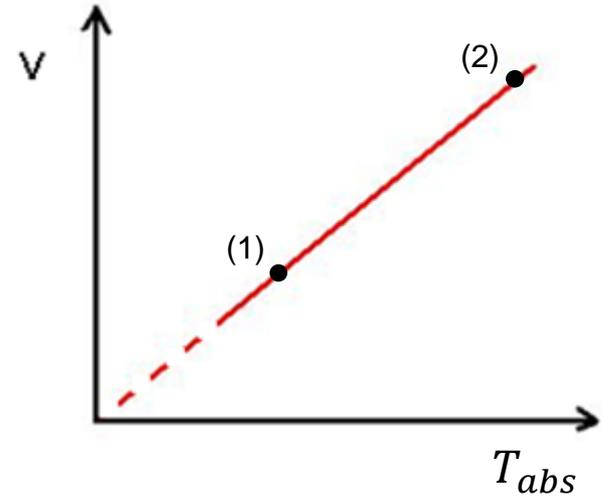
Joseph Louis **Gay-Lussac**
1778 - 1850
(1802)

Transformação
Isobárica

$m_{\text{gás}} \rightarrow \text{cte}''$

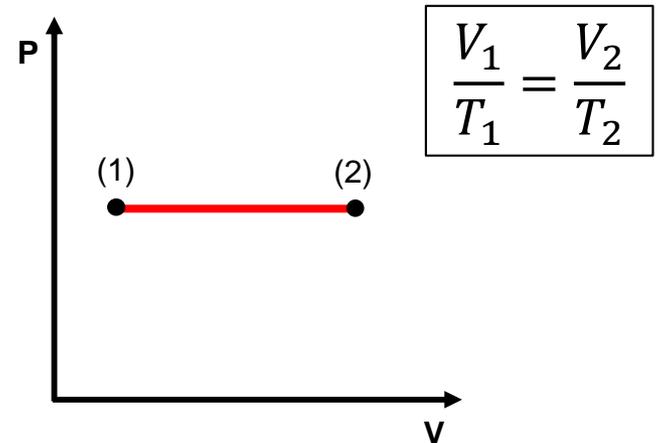


$p \rightarrow \text{cte}$



Lei de Charles e Gay-Lussac

$$V/T_{\text{abs}} = K''$$



Exercícios

Questão 01 - (Ufsm 2000) As variáveis que podem definir os estados possíveis para 1 mol de gás ideal são:

- a) calor, massa e volume.
- b) temperatura, densidade e pressão.
- c) temperatura, pressão e volume.
- d) densidade, pressão e calor.
- e) densidade, massa e calor.

Questão 03 - Um **gás perfeito** ou **ideal** é um modelo idealizado para o comportamento de um gás. Um gás perfeito obedece à seguinte hipótese:

- a) As moléculas têm dimensões consideráveis em relação às distâncias médias entre elas.
- b) Um gás é constituído por um grande número de moléculas que guardam pequenas distâncias entre si.
- c) Todas as colisões entre as moléculas de um gás, ou entre as moléculas de um gás e as paredes do recipiente, são perfeitamente inelásticas.
- d) As moléculas movem-se continuamente em todas as direções, por isso os gases sempre ocupam todo o volume do recipiente em que estão contidos.

Questão 05 - O oxigênio de uma instalação hospitalar é armazenado em “cilindros” de aço com capacidade igual a 45 litros. No local onde o cilindro está instalado a temperatura é mantida a $27,0^{\circ}\text{C}$ para que a pressão interna permaneça igual a $20,0 \cdot 10^5$ Pa. Ao ser transportado para um outro local, um cilindro foi deixado temporariamente próximo de um forno, quando então sua temperatura atingiu $54,0^{\circ}\text{C}$. Nessas condições, a pressão do gás, no interior do cilindro, em pascal, passou a ser muito próxima de:

- a) $35,0 \cdot 10^5$ b) $40,0 \cdot 10^5$ c) $51,2 \cdot 10^5$ d) $45,2 \cdot 10^5$ e) $21,8 \cdot 10^5$

- Resolução do exercício 5:

Qual é a transformação gasosa que está acontecendo?

Transformação Isovolumétrica →

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$V_{cil} = 45L \text{ (indeformável)}$$

$$t_{inicial} = 27^\circ\text{C} \rightarrow T_{inicial} = 27 + 273 = 300K$$

$$p_{inicial} = 20,0 \cdot 10^5 Pa$$

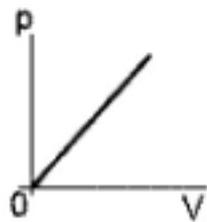
$$t_{final} = 54^\circ\text{C} \rightarrow T_{final} = 54 + 273 = 327K$$



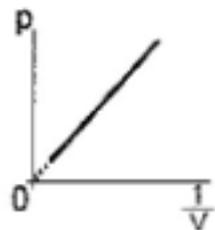
Volume = cte

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f} \rightarrow \frac{20,0 \cdot 10^5}{300} = \frac{P_f}{327} \rightarrow P_f = 21,8 \cdot 10^5 Pa$$

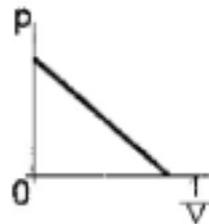
Questão 06 - Um aluno puxa o êmbolo de uma seringa de injeção, fecha a saída de ar com um dedo e começa a empurrar o êmbolo. Nessas condições, ele observa que quanto maior a pressão exercida no êmbolo, menor é o volume de ar nele contido. O diagrama que melhor representa a relação gráfica entre as grandezas pressão "p" e volume "V" na situação descrita é o representado pela alternativa:



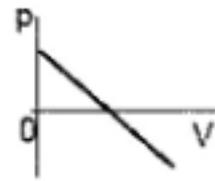
a)



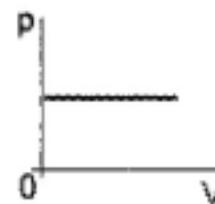
b)



c)



d)



e)

Texto para as questões 08 e 09 - (Puc-rio 2005) Um gás perfeito possui um volume de 100 litros e está a uma temperatura de 27 °C e a uma pressão igual a 1 atm (101000 Pa). Este gás é comprimido a temperatura constante até atingir o volume de 50 litros.

Questão 08 - Calcule a pressão do gás quando atingir o volume de 50 litros.

a) 2 atm. b) 4 atm. c) 6 atm. d) 8 atm. e) 10 atm.

Questão 09 - O gás é em seguida aquecido a volume constante até atingir a temperatura de 627 °C. Calcule a pressão do gás nesta temperatura.

a) 2 atm. d) 6 atm. e) 10 atm. b) 4 atm. d) 8 atm.

- Resolução do exercício 8:

Qual é a transformação gasosa que está acontecendo?

Transformação Isotérmica → $p_i \cdot V_i = p_f \cdot V_f$

$$V_{inicial} = 100 L$$

$$P_{inicial} = 1 atm$$

$$t_{inicial} = 27^\circ C = t_{final}$$

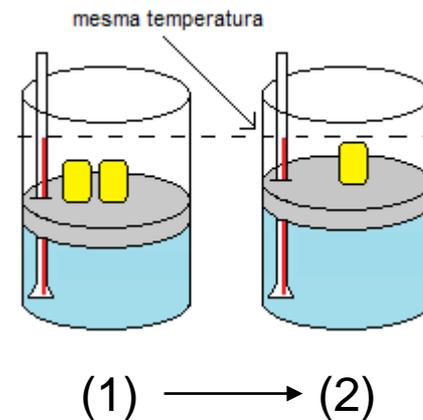
$$V_{final} = 50L$$

$$p_{final} = ?$$

$$p_i \cdot V_i = p_f \cdot V_f$$

$$1 \cdot 100 = p_f \cdot 50$$

$$p_f = 2 atm$$



- Resolução do exercício 9:

Qual é a transformação gasosa que está acontecendo?

Transformação Isovolumétrica →

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$$

$$V_{inicial} = V_{final} = 50 \text{ L}$$

$$P_{inicial} = 2 \text{ atm}$$

$$t_{inicial} = 27^\circ\text{C} \rightarrow T_{inicial} = 27 + 273 = 300\text{K}$$

$$t_{final} = 627^\circ\text{C} \rightarrow T_{final} = 627 + 273 = 900\text{K}$$

$$P_{final} = ?$$

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$$

$$\frac{2}{300} = \frac{P_f}{900}$$

$$P_f = \frac{2.9}{3}$$

$$P_f = 6\text{atm}$$

Questão 11 - Na respiração normal de um adulto, num minuto são inalados 4,0 litros de ar, medidos a 27°C e 1 atm de pressão. Um mergulhador a 43 m abaixo do nível do mar, onde a temperatura é de 27°C e a pressão de 5 atm, receberá a mesma massa de oxigênio se inalar:

- a) 4,0 litros de ar. b) 8,0 litros de ar. c) 3,2 litros de ar. d) 0,8 litro de ar. e) 20 litros de ar.

Questão 13 - (UFRN) Reduzindo-se à metade a pressão exercida sobre 150 mL de ar, o novo volume, à temperatura constante, será, em mL:

- a) 75 b) 150 c) 300 d) 750 e) 1500

Questão 14 - Um recipiente a 0°C contém 50 litros de um certo gás exercendo a pressão de 1 atm. A pressão exercida por esta mesma massa de gás a 0°C em um recipiente com capacidade para 80 litros será:

- a) 0,625 atm. b) 6,250 atm. c) 4,000 atm. d) 1,000 atm. e) 0,465 atm.

Questão 15 - (ITA-SP) 80 litros de gás hidrogênio a uma pressão P são submetidos à transformação isotérmica, até que a pressão final seja igual a $\frac{1}{4}$ da inicial. O volume ocupado pelo gás no estado final é:

- a) 40 litros. b) 20 litros. c) 84 litros. d) 100 litros. e) 320 litros.

Questão 18 - Uma amostra de nitrogênio gasoso ocupa um volume de 20 mL a 27°C e à pressão de 800 mmHg. Que volume ocuparia a amostra sob 0°C e 800 mmHg ?

- a) 20,2 mL. b) 19,5 mL. c) 18,2 mL. d) 12,5 mL. e) 10,2 mL.

Questão 20 - Um recipiente com capacidade para 100 litros contém um gás à temperatura de 27°C. Este recipiente é aquecido até uma temperatura de 87°C, mantendo-se constante a pressão. O volume ocupado pelo gás a 87°C será de:

- a) 50 litros. b) 20 litros. c) 200 litros. d) 120 litros. e) 260 litros.

Questão 21 - Certa quantidade de gás hidrogênio ocupam um volume de 25 litros a 47° C e 2 atm de pressão. Qual será a temperatura que deveremos aquecer esta mesma quantidade de gás, a 2 atm, para que ocupe um volume de 62,5 litros ?

- a) 100 K. b) 300 K. c) 800 K. d) 273 K. e) 500 K.

- Resolução do exercício 18:

Qual é a transformação gasosa que está acontecendo?

Transformação Isobárica →

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_{inicial} = 20 \text{ mL}$$

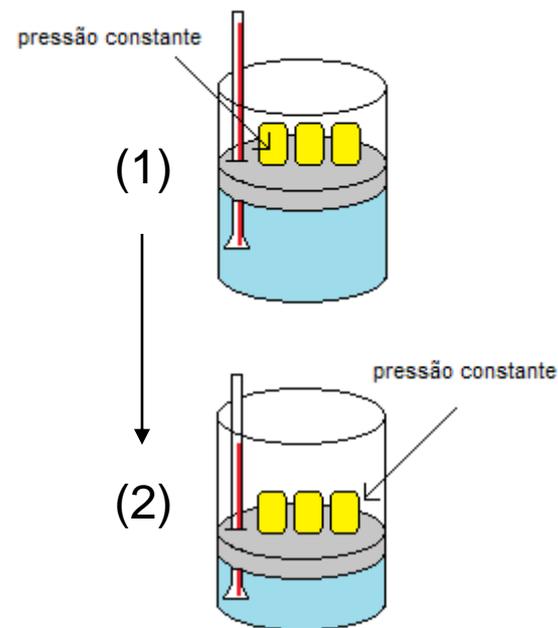
$$t_{inicial} = 27^\circ\text{C} \rightarrow T_{inicial} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$p_{inicial} = 800 \text{ mmHg}$$

$$t_{final} = 0^\circ\text{C} \rightarrow T_{final} = 0 + 273 = 273 \text{ K}$$

$$V_{final} = ?$$

$$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f} \rightarrow \frac{20}{300} = \frac{V_f}{273} \rightarrow V_f = 18,2 \text{ mL}$$



Questão 22 - Um recipiente fechado contém hidrogênio à temperatura de 30°C e pressão de 606 mmHg. A pressão exercida quando se eleva a temperatura a 47°C , sem variar o volume, será:

- a) 120 mmHg b) 240 mmHg c) 320 mmHg d) 640 mmHg e) 303 mmHg

Questão 23 - Um recipiente indeformável de 10 litros contém ar atmosférico a 2 atm e 25°C . A que temperatura, em $^{\circ}\text{C}$, o recipiente deverá ser aquecido a volume constante, para que a pressão seja igual a 6 atm ?

- a) 894. b) 273. c) 621. d) 300. e) 600.

Questão 24 - No interior de um pneu temos uma pressão de 2,30 atm quando a temperatura era de 27°C . Depois de ter rodado uma certa distância, a pressão passou a ser de 2,53 atm. Supondo variação de volume do pneu desprezível, isto é, transformação isovolumétrica, qual será a nova temperatura ?

- a) $29,7^{\circ}\text{C}$. b) $57,0^{\circ}\text{C}$. c) $33,0^{\circ}\text{C}$. d) 330°C . e) 273°C .

Questão 25 - Um frasco de desodorante cheio de ar é fechado a 714 torr e 27°C . Acidentalmente, o frasco é atirado num incinerador de lixo. A pressão que o frasco deve suportar para evitar a sua explosão no incinerador, a uma temperatura de 627°C , é (Dado: 1 mmHg = 1 torr):

Personagem Principal

Transformação Adiabática →

$$Q = 0$$

Diabático procede do grego διαβατικός, que pode atravessar ou trespassar.

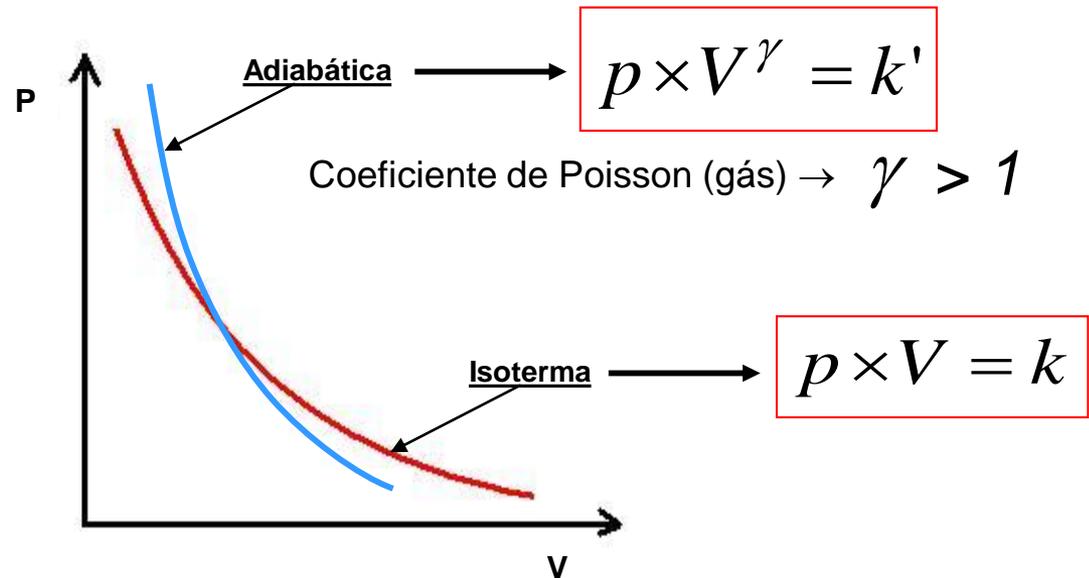
“As trocas térmicas com o meio exterior são **nulas** (S.T.I.)”



Nicolas Léonard Sadi **Carnot**
1796 - 1832

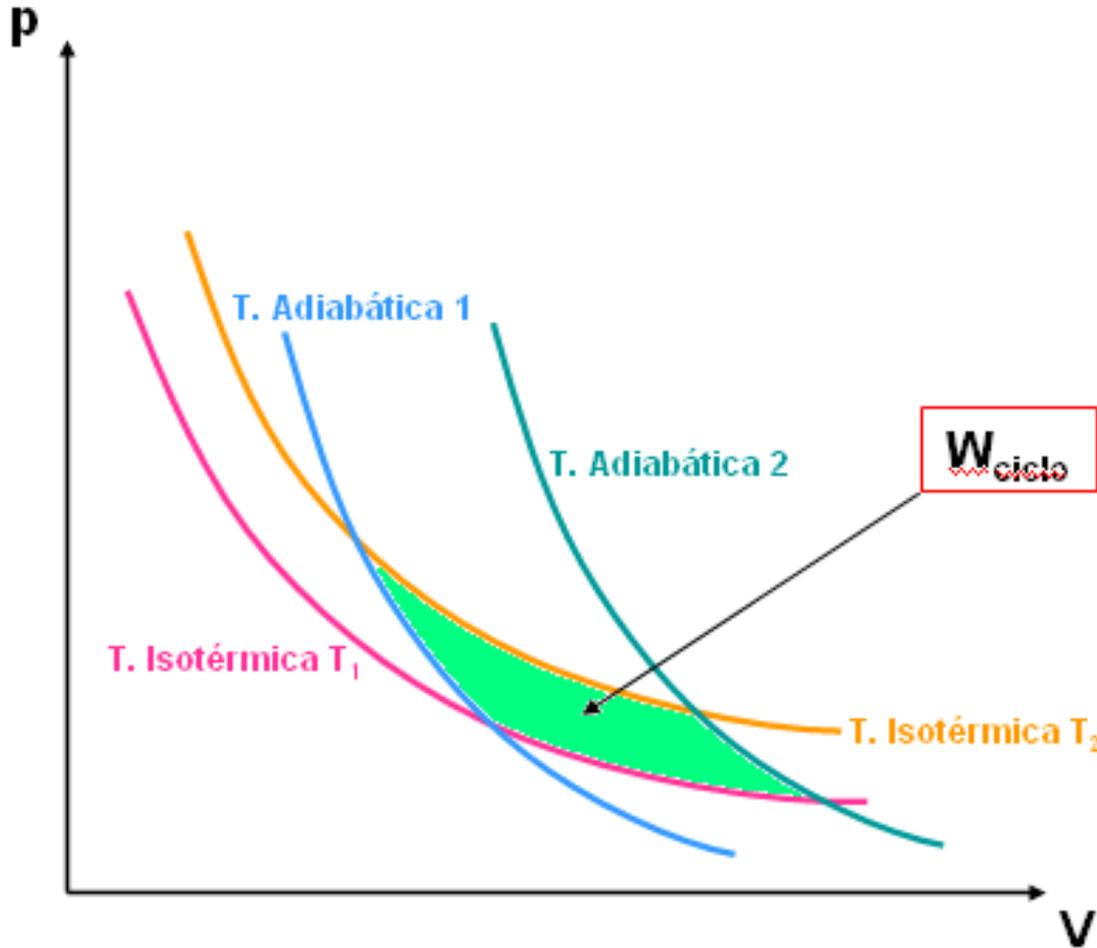
“*Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur les Machines Propres a Développer Cette Puissance*”

(1824)



Máquina térmica **hipotética** que opera em ciclos entre duas fontes com temperaturas diferentes, produzindo o **melhor** rendimento térmico!!

Ciclo de Carnot



Máquina térmica ***idealizada*** que opera em ciclos entre duas fontes com temperaturas diferentes, produzindo o ***melhor*** rendimento térmico!!

$\eta_{\text{térmico}} \rightarrow$ ***máximo***

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{Fria}(1)}}{T_{\text{Quente}(2)}}$$

Personagens Principais



Amadeo **Avogadro**
1776 - 1856
(1811)

Hipótese de Avogadro

"Volumes iguais de gases diferentes à mesma temperatura e pressão contêm o mesmo número de partículas."

Atualmente,

$$\text{Número de Avogadro} \approx \boxed{6,023 \times 10^{+23}}$$

Átomos, moléculas ou íons

Equação Geral dos Gases Perfeitos

ou "Equação de Clapeyron"

$$\boxed{P.V = n.R.T}$$

onde, $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol.K})$ é a

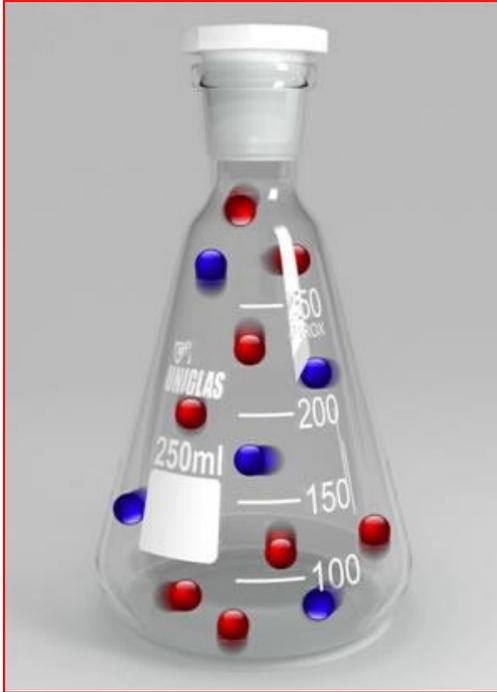
Constante Universal dos Gases Perfeitos

e n é o número de mols $\rightarrow \boxed{n = m_{\text{gás}}/\text{Massa Molar}_{\text{gás}}}$



Benoît Paul-Émile **Clapeyron**
1799 - 1864
(1834)

Gás Ideal (ou Perfeito) **X** Gás Real



Gás ideal

- Partículas pontuais
- Movimento aleatório
- Leis do movimento de Newton
- Temperatura e pressão padrões (0°C e $\approx 10^5$ Pa) → Gás ideal
- Alta temperatura e baixa densidade
- Gases monoatômicos: *He, Ar, Xe, Kr*

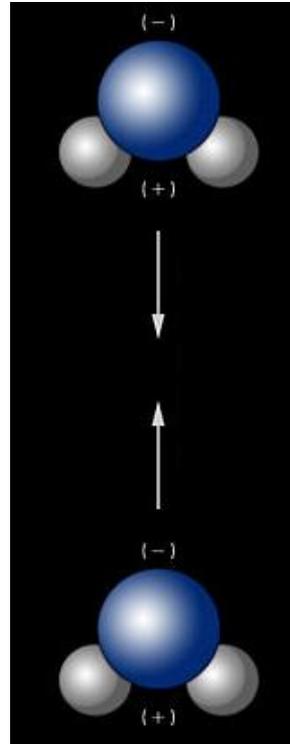
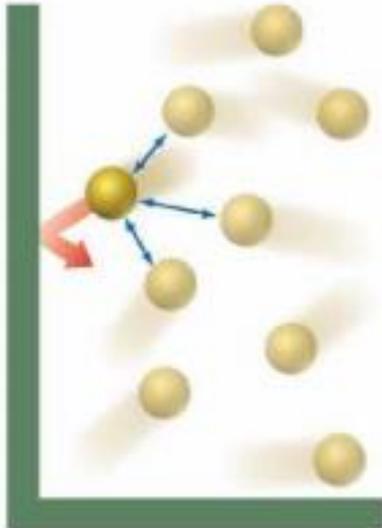
Gás Real

- efeitos de compressibilidade
- calor específico variável
- presença de forças de **van der Waals**
- efeitos de não equilíbrio termodinâmico
- problemas com a dissociação molecular e reações elementares com composição variável

Personagem Principal



Johannes Diderik **van der Waals**
1837 - 1923
(1873)
(Nobel de **1.910**)

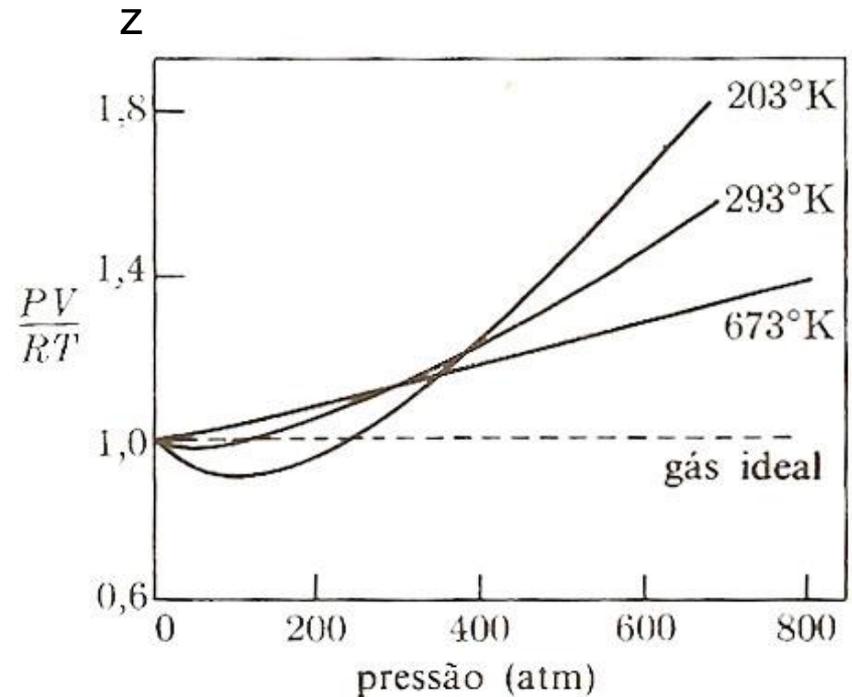


Equação de van der Waals

$$\left(p + \frac{n^2 \cdot a}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

onde **a** e **b** são constantes que dependem do gás.

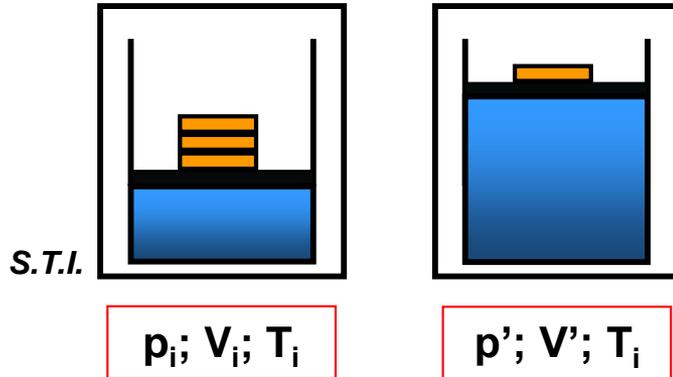
Fator de correção **z** para gases reais



Desenvolvimento da Equação Geral dos Gases Perfeitos (ou Ideais)

Massa e mol do gás conhecidos

Transformação Isotérmica

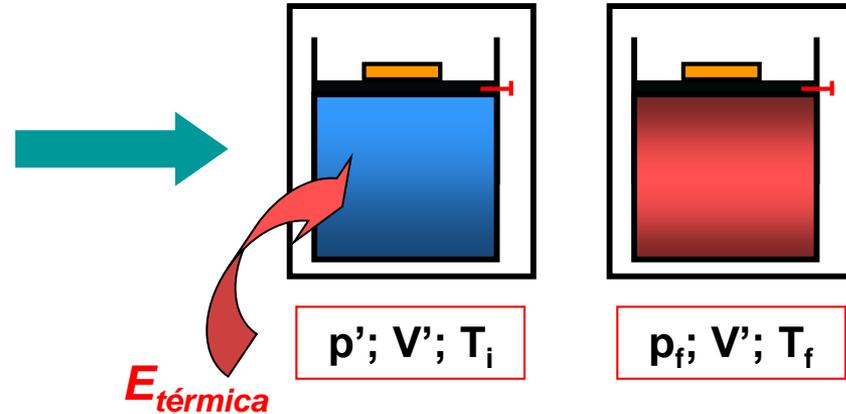


Lei de Boyle-Mariotte

$$p_i \times V_i = p' \times V'$$

$$p' = (p_i \times V_i) / V'$$

Transformação Isocórica



Lei de Charles-Amontons

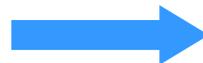
$$p' / T_i = p_f / T_f$$

$$p' = (p_f \times T_i) / T_f$$

$$(p_i \times V_i) / V' = (p_f \times T_i) / T_f$$

$$(p_i \times V_i) / T_i = (p_f \times V') / T_f \quad \text{mas, } V' = V_f$$

$$(p_i \times V_i) / T_i = (p_f \times V_f) / T_f$$



$$(p \times V) / T = \text{cte} = n \times R$$

Exercícios

$$R = 0,082 \left[\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right] = 62,3 \left[\frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right] = 1,99 \left[\frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right] = 8,31 \left[\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right] = 8,31 \cdot 10^7 \left[\frac{\text{erg}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$$

Questão 27 - Certa massa de um gás ocupa um volume de 20 litros a 27°C e 600 mmHg de pressão. O volume ocupado por essa mesma massa de gás a 47°C e 800 mmHg de pressão será de:

- a) 4 litros b) 6 litros c) 8 litros d) 12 litros e) 16 litros

Questão 30 - Certa massa de hélio ocupa um volume de 2 L à temperatura de 127°C e à pressão de 660 mmHg. O volume ocupado pela mesma massa de hélio a 720 mmHg a 27°C é de:

- a) 1,25 L b) 12,5 L c) 32,5 L d) 3,25 L e) 12,0 L

Questão 32 - Um volume de 15 L de uma certa massa de gás foram medidos a 277°C e a 2 atm de pressão. Reduzindo a pressão para 1 atm, pede-se a temperatura na qual o gás passará a ocupar 18 L.

- a) 273 K b) 300 K c) 500 K d) 330 K e) 250 K

Questão 33 - Podemos afirmar que 5 mols de moléculas de gás oxigênio submetido a 27°C e ocupando o volume de 16,4 litros exercerão uma pressão de:

- a) 3,0 atm b) 5,0 atm c) 3,5 atm d) 7,5 atm e) 2,5 atm

- Resolução do exercício 30:

$$V_{inicial} = 2 L$$

$$P_{inicial} = 660 \text{ mmHg}$$

$$t_{inicial} = 127^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{inicial} = 127 + 273 = 400 K$$

$$V_{final} = ?$$

$$p_{final} = 720 \text{ mmHg}$$

$$t_{final} = 27^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{final} = 27 + 273 = 300 K$$

$$\frac{p_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{p_f \cdot V_f}{T_f} \rightarrow \frac{660 \cdot 2}{400} = \frac{720 \cdot V_f}{300} \rightarrow V_f = 1,375 L$$

Questão 35 - No comércio, encontra-se oxigênio (O_2), comprimido à pressão de 130 atm, em cilindros de aço de 40 litros. Quantos quilogramas de oxigênio existem no cilindro, na temperatura ambiente ($25^\circ C$)? Dado: $O = 16 u$

- a) 5,2 b) 2,1 c) 19,7 d) 6,8 e) 3,4

Questão 37 - Colocando-se 2,8g de nitrogênio (N_2) num recipiente de 5,0 litros, a pressão do gás, a $0^\circ C$, será, em atm, de aproximadamente: Dado: $N = 14 u$.

- a) 0,45 b) 0,90 c) 1,00 d) 1,80 e) 5,28

Questão 39 - Um extintor de incêndio contém 4,4 kg de CO_2 . O volume máximo de gás liberado na atmosfera, a $27^\circ C$ e 1 atm, é, em litros (Dados: $C = 12 u$.; $O = 16 u$.):

- a) 0,229 b) 2,46 c) 24,6 d) 229,4 e) 2460

Questão 41 - Um dos poluentes mais comuns é o monóxido de carbono (CO). Uma amostra contendo 4 mols desse gás exerce uma pressão de 2,46 atm a $27^\circ C$. Nessas condições, determine o volume ocupado pelo gás.

- a) 40 L b) 4,0 L c) 22,4 L d) 11,2 L e) 27,0 L.

Questão 43 - Os sucos de frutas engarrafados encontrados nas prateleiras de supermercados contêm conservantes químicos, e um deles é o dióxido de enxofre, substância gasosa nas condições ambientes. Recentemente, jornais, rádios e as TVs anunciaram a retirada desses sucos do mercado, pelo fato de conterem um teor do conservante maior que o permitido oficialmente. Qual a quantidade de $SO_2(g)$ contido num recipiente de volume igual a 1,0 L, sob pressão de 22,4 atm, mantido a 273 K? Dados: $S = 32 g/mol$; $O = 16 g/mol$.

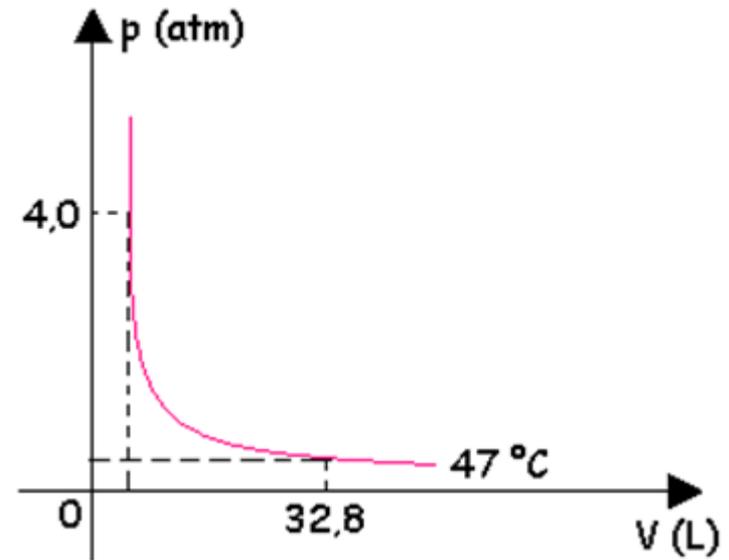
- a) 1,0 mol b) 64 mols c) 0,082 mol d) 27,3 mols e) 2,73 mols

Questão 44 - Determine o volume molar de um gás ideal, cujas condições estejam normais, ou seja, temperatura a 273K e pressão a 1 atm. (Dado: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$)

Questão 45 - Determine o número de mols de um gás que ocupa volume de 90 litros. Este gás está a uma pressão de 2 atm e a uma temperatura de 100K.

Questão 46 - Mackenzie/SP - Um recipiente de volume V , totalmente fechado, contém 1 mol de um gás ideal, sob uma certa pressão p . A temperatura absoluta do gás é T e a constante universal dos gases perfeitos é $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{litro/mol}\cdot\text{K}$. Se esse gás é submetido a uma transformação isotérmica, cujo gráfico está representado abaixo, podemos afirmar que a pressão, no instante em que ele ocupa o volume é de 32,8 litros, é:

- a) 0,1175 atm
- b) 0,5875 atm
- c) 0,80 atm
- d) 1,175 atm
- e) 1,33 atm



Questão 47 - (PUC-SP) Um certo gás, cuja massa vale 140g, ocupa um volume de 41 litros, sob pressão 2,9 atmosferas a temperatura de 17°C . O número de Avogadro vale $6,02 \cdot 10^{23}$ e a constante universal dos gases perfeitos $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$. Nessas condições, o número de moléculas contidas no gás é aproximadamente de:

- a) $3,00 \cdot 10^{24}$
- b) $5,00 \cdot 10^{23}$
- c) $6,02 \cdot 10^{23}$
- d) $2,00 \cdot 10^{24}$
- e) $3,00 \cdot 10^{29}$

Referências Sitigráficas

- <http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/pressao/n/dados/anexo7/index.html>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A1s_perfeito
- <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/fluidos-reais-e-ideais/fluidos-reais-e-ideais.php>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%A3o_de_Van_der_Waals
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Johannes_Diderik_van_der_Waals
- http://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A1s_real
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolas_L%C3%A9onard_Sadi_Carnot
- <http://www.brasilescola.com/fisica/maquinas-carnot.htm>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_Carnot
- http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/554
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Oxig%C3%A2nio#Hist.C3.B3ria>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Wilhelm_Scheele
- http://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_Rutherford
- http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Priestley
- https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/hidrostatica/pressao_art.html
- <https://dotempodaoutrasenhora.blogspot.com/2010/07/experiencia-dos-hemisferios-de.html>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Horror_vacui_\(physics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Horror_vacui_(physics))

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Verificação experimental da Lei de **Boyle - Mariotte**

T. 311	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^5$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1	118.01	110.1	7.1	0.812	5	4.06
2	119.34	119.18	0.16	0.904	4.5	4.07
3	112.33	86.91	25.42	0.568	7	3.98
4	116,57	103,50	13,07	0,732	5,5	4,03
5	129,47	120,84	8,63	1,02	4	4,08
6	110,86	82,56	28,3	0,529	7,5	3,96
7	113.75	91.78	21.97	0,614	6.5	3.99
8	119,49	88,48	31,01		8	3,95
9	115,99	97,39	18,60	0,659	6	3,95
10	107.94	74.66	33.28	0.463	8.5	3.94

$$p_{\text{atm}} = 680 \text{ mmHg} \rightarrow$$

$$9.07 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = 298 \text{ K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Turma 334

Verificação experimental da Lei de Boyle – Mariotte

	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^5$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

$$p_{\text{atm}} = \quad \text{mmHg} \rightarrow \quad \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Turma 311

Verificação experimental da Lei de Boyle – Mariotte

	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^5$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1				0,92762	4	3,71
2	124,83	117,2	7,63	0,94466	4	3,778
3	123,45	109,44	14,01	0,7409	5	3,704
4	120,83	97,50	23,33	0,616	6	3,700
5	122,35	103,33	19,02	0,674	5,5	3,707
6	118,04	87,92	30,12			
7	119,45	92,52	26,93			
8						
9						
10						

$$p_{\text{atm}} = 696 \text{ mmHg} \rightarrow 0,92762 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Turma 310

Verificação experimental da Lei de **Boyle - Mariotte**

	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^4$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1	0	0	0	9,276	4	3,7105
2	125,19	117,29	7,9	8,223	4,5	3,70035
3	123,76	109,82			5	
4	118,00	87,75			7	
5						
6	119,4	92,5			6,5	
7						
8						
9						
10						

$$p_{\text{atm}} = 696 \text{ mmHg} \rightarrow$$

$$9,276 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Turma 332

Verificação experimental da Lei de Boyle – Mariotte

	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^5$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

$$p_{\text{atm}} = \quad \text{mmHg} \rightarrow \quad \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Atividade Experimental

com resumo científico, A.S. e gráfico $p \times V$!!

Turma 330

Verificação experimental da Lei de Boyle – Mariotte

	h_1 ($\times 10^{-2}$ m)	h_2 ($\times 10^{-2}$ m)	Δh ($\times 10^{-2}$ m)	p ($\times 10^5$ N/m ²)	V ($\times 10^{-6}$ m ³)	$p.V$ ($\times 10^{-1}$ N.m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

$$p_{\text{atm}} = \quad \text{mmHg} \rightarrow \quad \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{K}$$

$$d_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

- Gráfico $p \times V$ em papel milimetrado **A4**:

