

LEB0140 - Física

LEB1302 - Física para Biologia

LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

Prof. Tiago Bueno de Moraes

tiago.moraes@usp.br



**ENGENHARIA DE
BIOSSISTEMAS**
USP - ESALQ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS (LEB)



ESALQ

2ºs / 2023

Plano de Aula

LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

LEB1302 - Física para Biologia

LEB0140 - Física

Programa:

1. Grandezas Físicas e Sistemas de Unidades;
2. Leis da Termodinâmica;
3. Leis da Radiação Solar;
4. Umidade Relativa do Ar;
5. Física da água no solo.

Professores Ministrantes:

Prof. Tiago Bueno de Moraes

e-mail: tiago.moraes@usp.br

Prof. Jarbas Honorio de Miranda

e-mail: jhmirand@usp.br

Sala Prof. Tiago (ESALQ): 3447-5041

Sala Prof. Jarbas (ESALQ): 3447-5040

3 Provas

• P1 → abr. / set. (30%)

• P2 → maio / out. (30%)

• P3 → jun. / nov. (30%)

+ Lista de exercícios (10%)

Será aprovado se:

Frequência $\geq 70\%$

Nota Final ≥ 5 pontos

Observação importante sobre faltas:

Não há abono de faltas, pois a frequência de alunos é obrigatória (Parágrafo 3º. do Artigo 47º. /Capítulo 4º da LDB da Educação Nacional, Lei no. 9394 de 20/12/1996).

* Serão contabilizadas em função do número de aulas lecionadas e dias de prova (70% de frequência)

Maiores informações:

Com o Docente da Disciplina ou com a Secretaria de Graduação do Depto. de Engenharia de Biosistemas (LEB).

Literatura Recomendada:

- Acervo da Biblioteca Central da ESALQ
- GARCIA, E.A.C. Biofísica. Sarvier, 2002. 387p.
- MOURÃO JÚNIOR, C.A.; ABRANOV, D.M. Curso de Biofísica. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008.
- OKUNO, E.; I.L. CALDAS & C. CHOW. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. HARPER & ROW do Brasil, São Paulo, 1982. 490 pp.
- SERWAY, R.A. & JEWETT Jr., J.W. Princípios de Física, volumes 1 e 2. Thomson, São Paulo, 2004.
- SERWAY, R.A. & JEWETT Jr., J.W. Física para Cientistas e Engenheiros – v. 2 – Oscilações, Ondas e Termodinâmica. Cengage Learning, 2011.
- Moodle USP: e-Disciplinas (Moodle do Stoa)

Aviso Monitoria:

Doutorando Marcelo Camponez do Brasil Cardinali
(Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas – PPGESA)
Email: marcelo.cardinali@ifsp.edu.br

Marcelo:

Terça-feira das 13h30 às 15h30

contato: marcelo.cardinali@usp.br

Atendimento para dúvidas: Terça-feira, Sala 325,
2 piso no Prédio Pavilhão da Engenharia, das 13h30-15h30.

Conteúdo cobrado nas Provas

- ❑ Sistema de Unidades, Conversões, Grandezas Físicas;
- ❑ Conceitos fundamentais de Termodinâmica: Lei dos gases; Temperatura, Calor, Trabalho, Calor específico; Capacidade térmica; Sistemas Termodinâmicos; etc ...
- ❑ Leis da Termodinâmica; Processos Termodinâmicos: Isotérmico, Isovolumétrico e Isobárico; (aulas 1 → 7) (Cap. e Lista 1 e 2)

Prova 1

- ❑ Processo Adiabático; Mecanismos de transferência de calor: Condução; Convecção; Radiação; etc...
- ❑ (Aula 8, 9 ... → etc..)

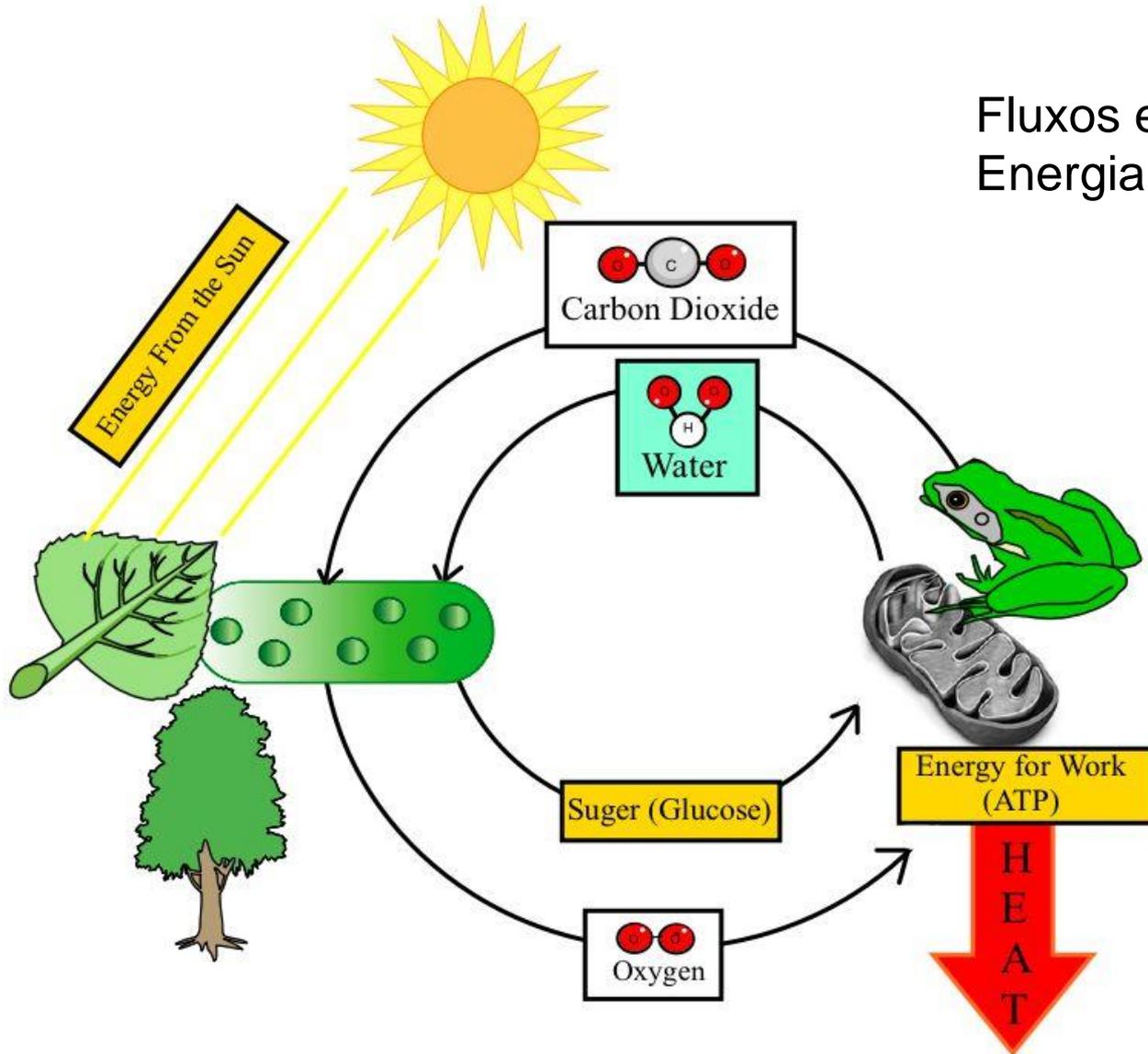
Prova 2

Aulas: Semana 3

Aula 4

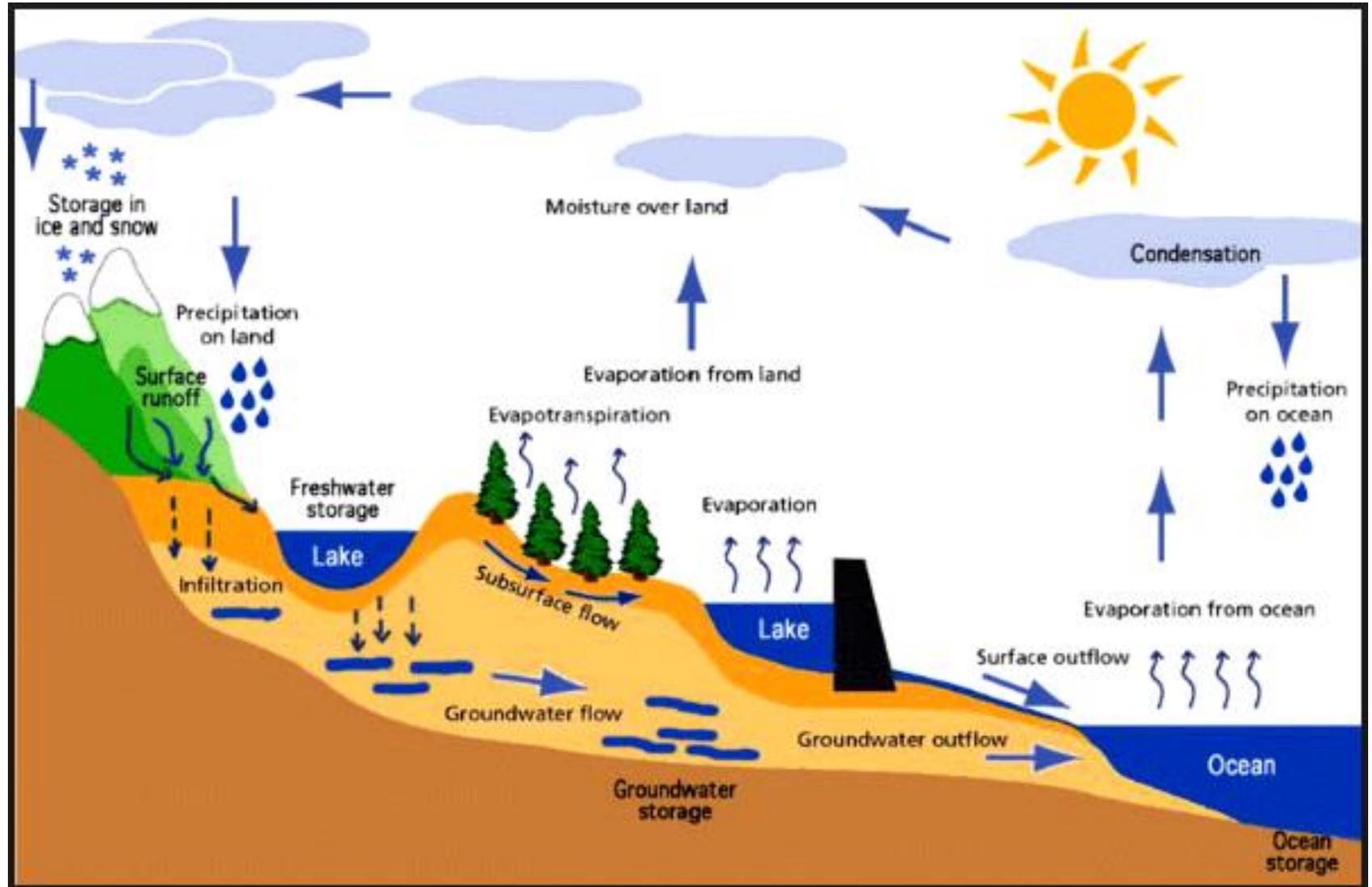
Conceitos Fundamentais de Termodinâmica

Termodinâmica está em tudo na Biologia!



Fluxos e transformações da Energia...

Ciclo Hidrológico



Descrever clima e processos

Clima

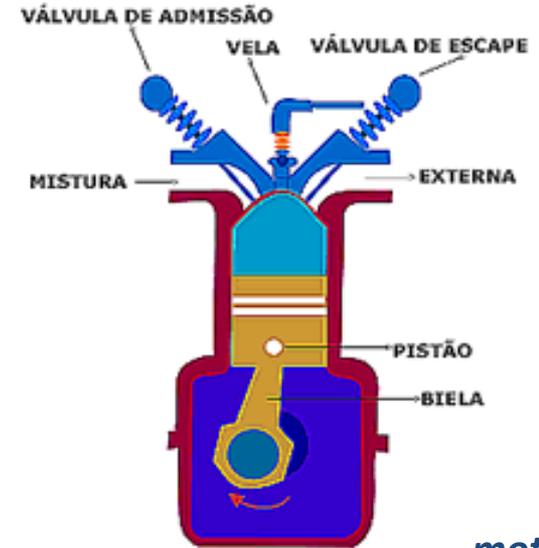
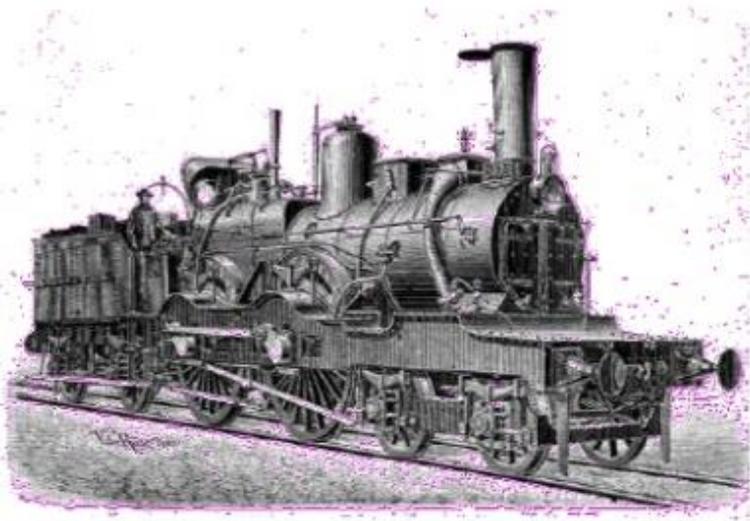


Engenharia de Água e Solo



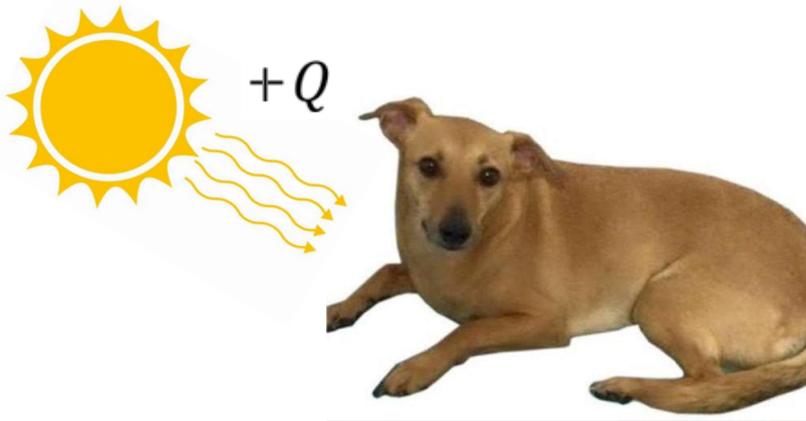
Termodinâmica clássica

Século XVII



motores

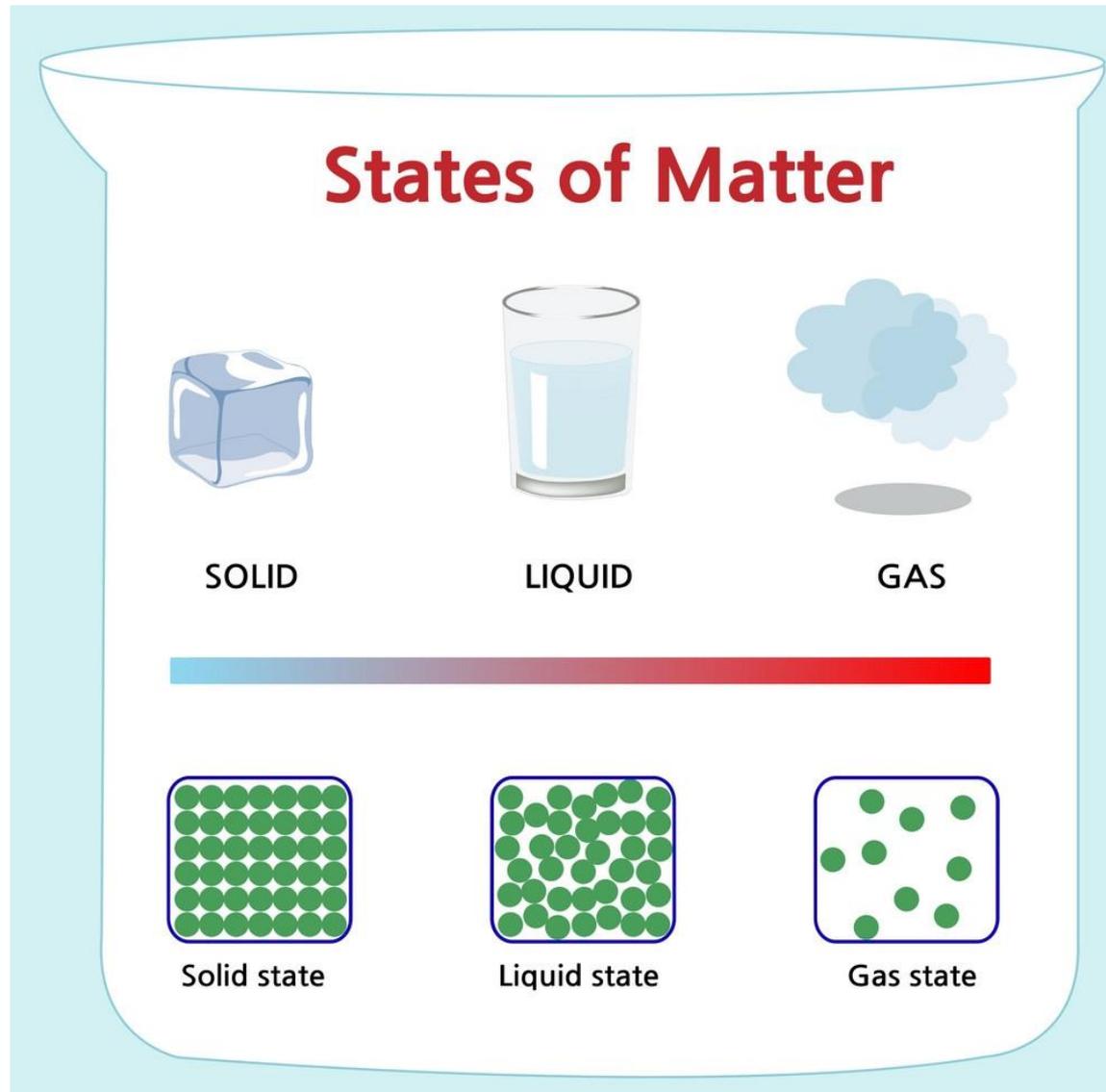
Termodinâmica clássica



➤ Fundamentos de Termodinâmica

Termodinâmica: estudo da **energia térmica**, transferência e transformação da energia na matéria macroscópica. Tem muitos termos e conceitos:

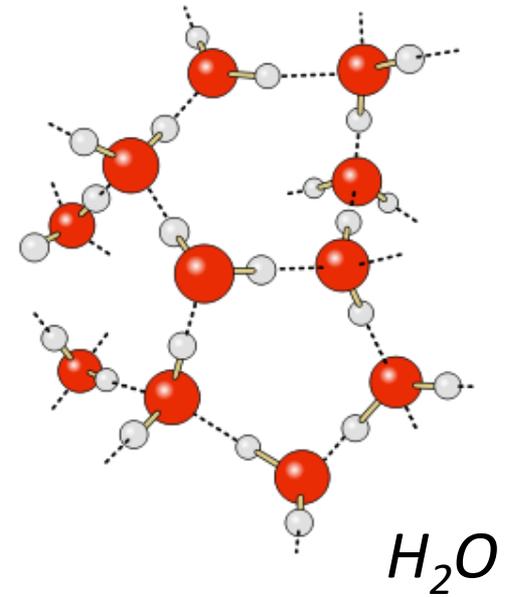
- Temperatura, Calor (Q), Trabalho (W), Termômetros;
- Escalas de temperatura; dilatação térmica; calor específico;
- Capacidade térmica; calor de transformação;
- Gases ideais; Mecanismos de transferência de calor;
- Etc...



Termodinâmica



Macroscópico

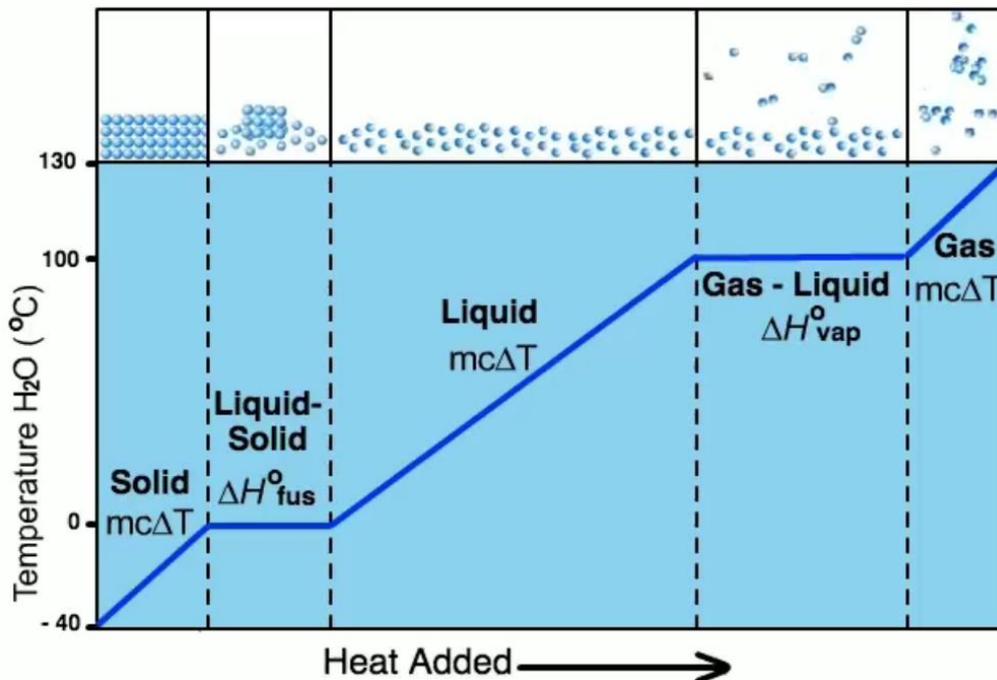
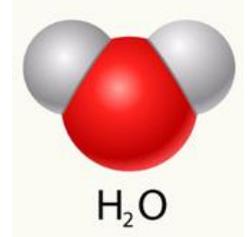


Microscópico

Termodinâmica

Propriedades Físicas: São propriedades que dependem apenas da composição da substância. Elas são medidas sem causar alterações na natureza da matéria.

Ex: Temperatura de fusão e ebulição, cor, densidade.



Massa molar: 18,01528 g/mol

Densidade: 997 kg/m³

Fórmula: H₂O

Ponto de ebulição: 100 °C

Ponto de fusão: 0 °C

Ex: Fórmula: C₂H₅OH

Densidade: 789 kg/m³

Ponto de ebulição: 78,37 °C

Massa molar: 46,07 g/mol

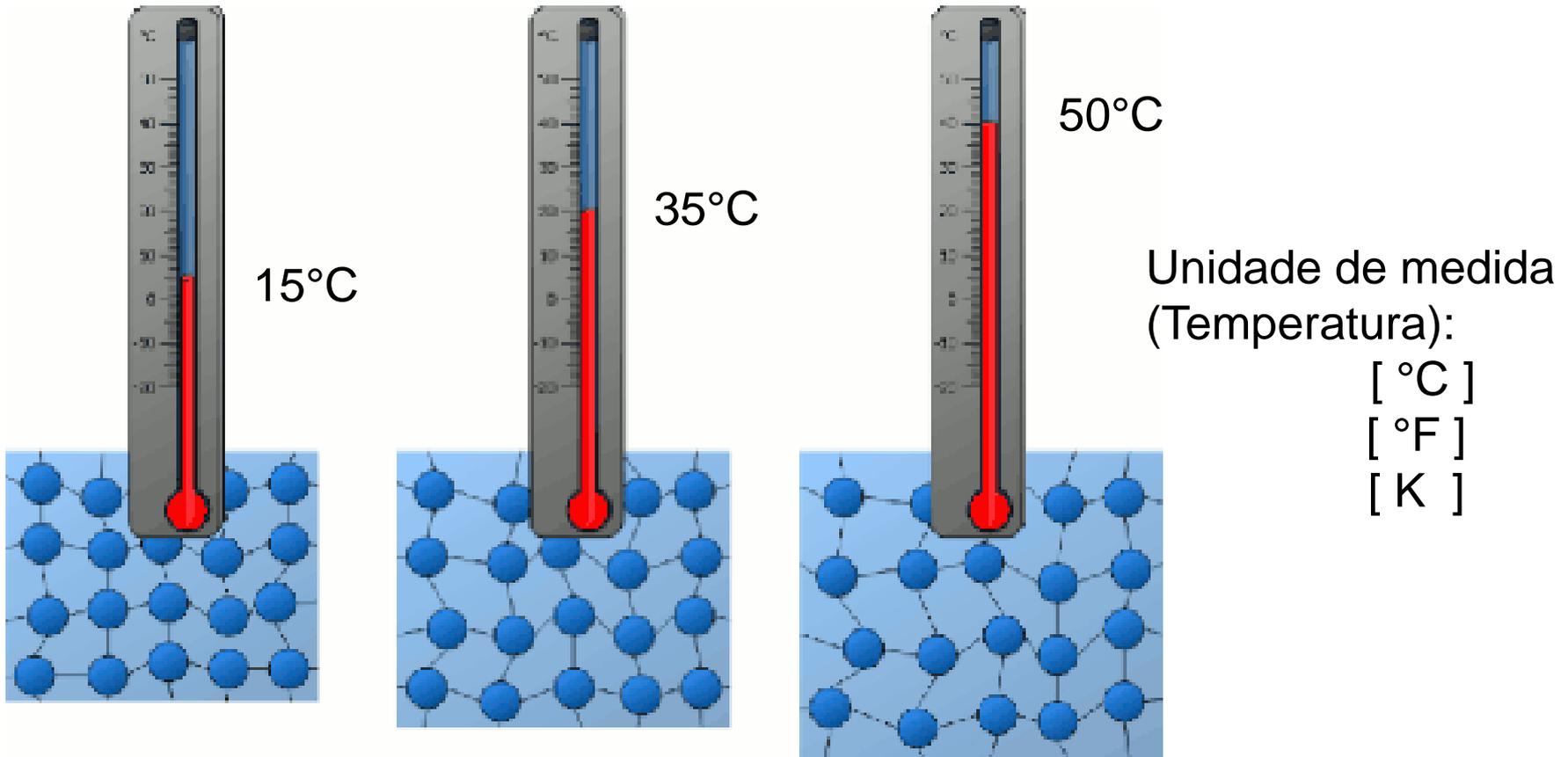
Ponto de fusão: -114,1 °C

Classificação: Álcool

Definições importantes

Conceitos fundamentais

- **Temperatura:** é uma grandeza física que mensura a energia cinética média das partículas de um sistema.

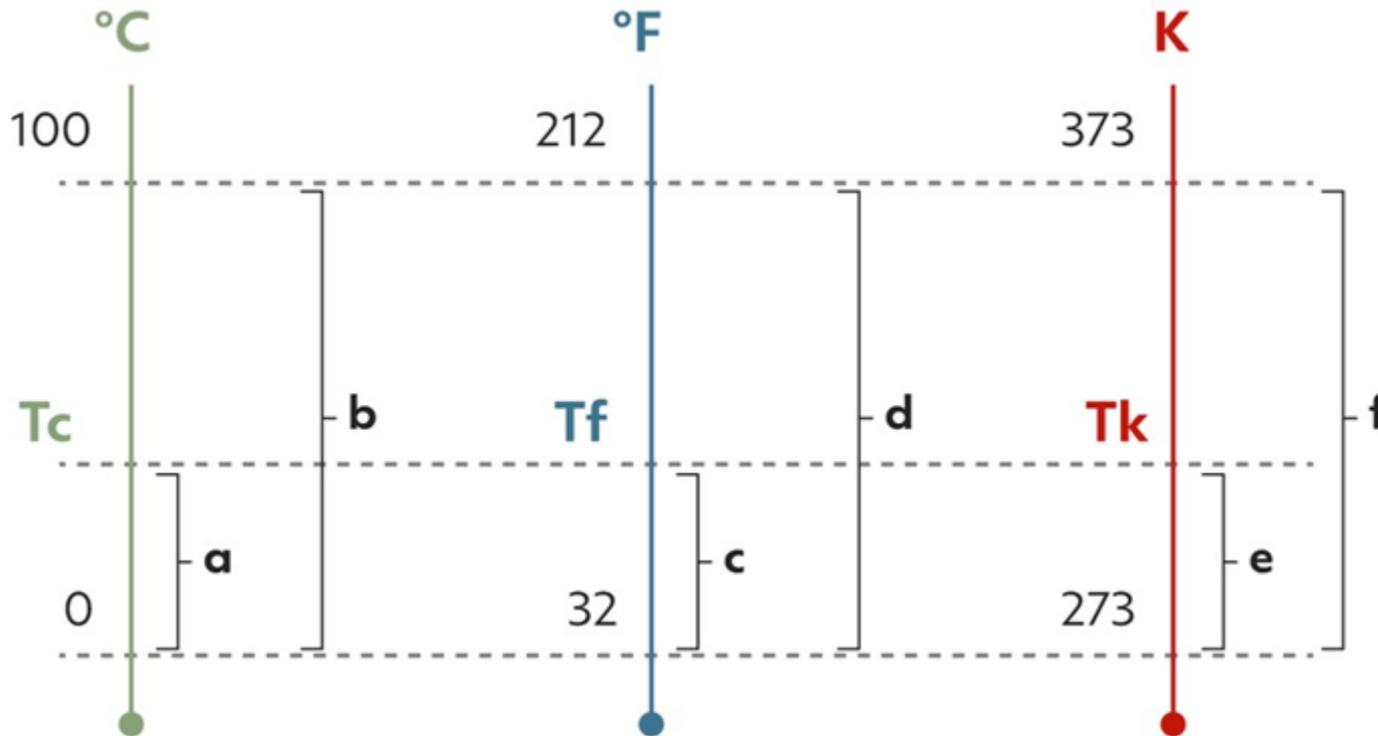


Escalas de Temperatura

Unidade de medida
(Temperatura):

- [°C] ° Celsius
- [°F] ° Fahrenheit
- [K] Kelvin

Quanto é 50 °C em °F e em K ?



Resp: 122 °F e 323 K

Conceitos fundamentais

- **Calor (Q):** É a energia que entra ou sai de um sistema (“*energia em movimento*”), em virtude da diferença de temperatura entre o sistema termodinâmico e as suas vizinhanças.



Existem três processos de transferência de Calor: (estudaremos em aulas mais pra frente)

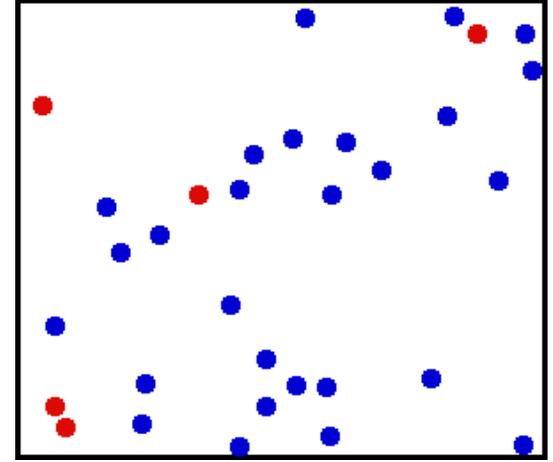
- ✓ **condução**
- ✓ **convecção**
- ✓ **radiação**

Unidade de medida (Energia):
[Joules] , [cal] , etc

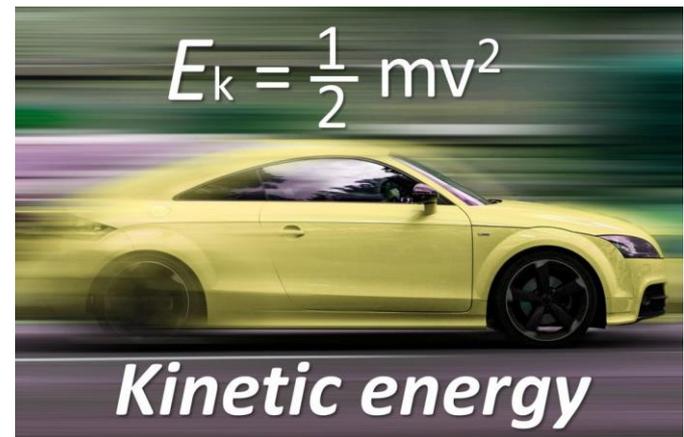
Conceitos fundamentais

Energia cinética: Energia associada ao movimento.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

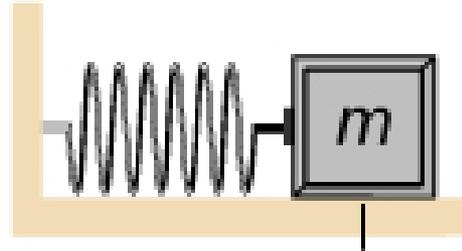
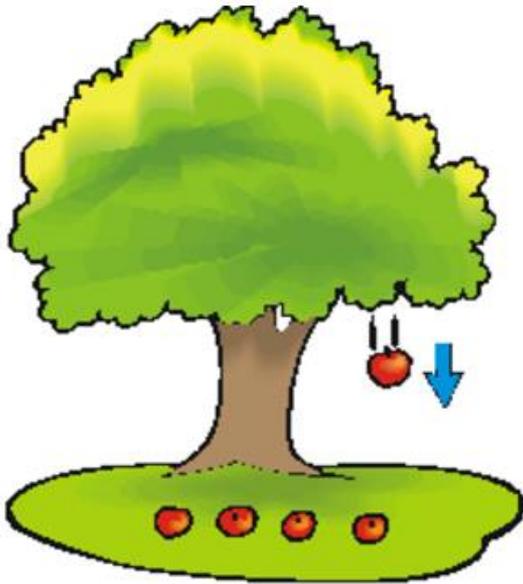
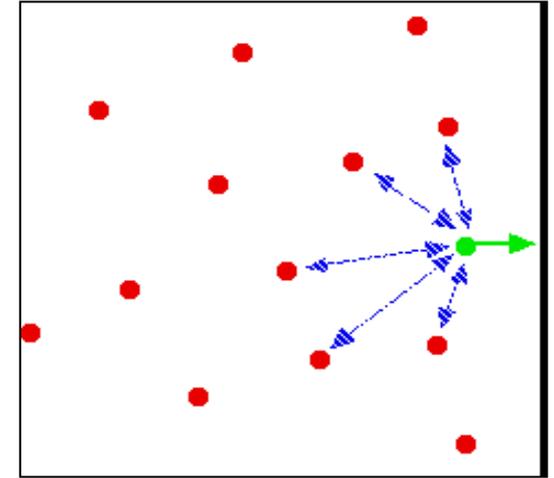


Unidade de medida (Energia):
[Joules], [cal], etc



Conceitos fundamentais

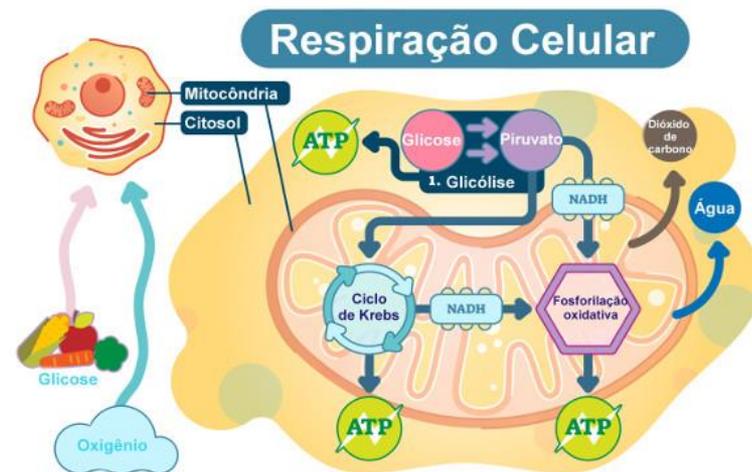
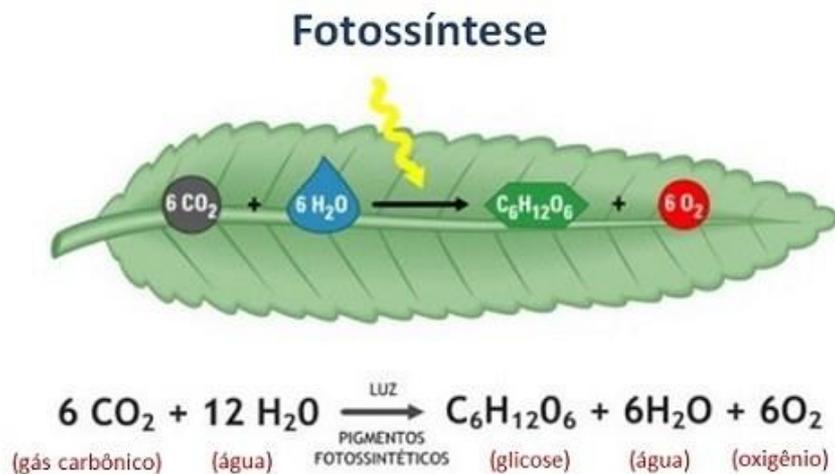
Energia Potencial: Energia associada as interações entre as partículas, ligações químicas, inter. intermoleculares, ...



Exemplos: Energia potencial gravitacional, Energia potencial elétrica, Energia potencial de mola, (gordura acumulada: estoque de energia nas ligações química..), etc, etc...

Termoquímica

Termo-química: É o estudo das consequências energéticas dos processos químicos.



Processo endotérmico
(*absorve calor*)

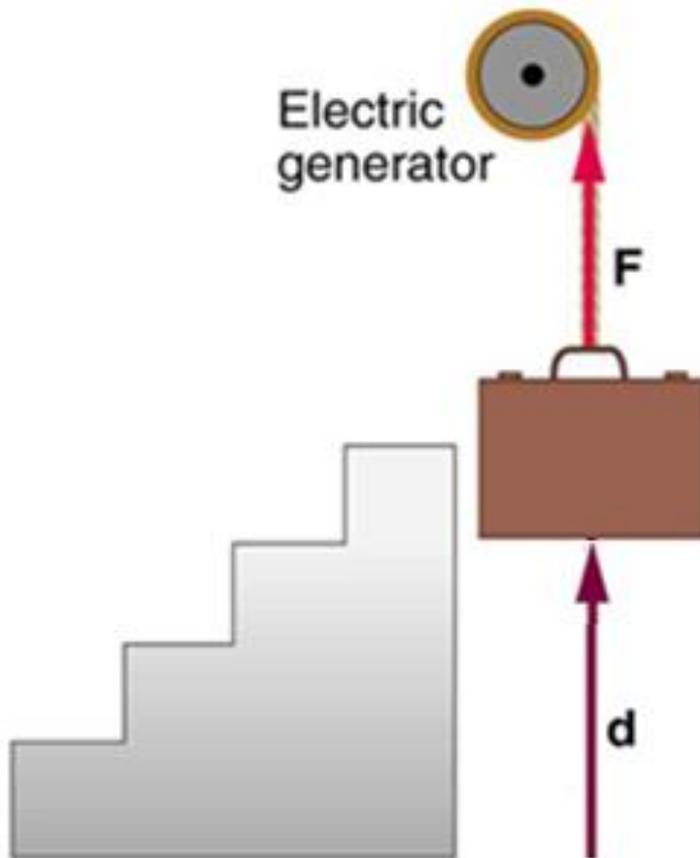
Processo exotérmico
(*libera calor*)

Energia química → capacidade de realizar trabalho.

No S.I a unidade de energia é o Joule ($J = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$) 1 caloria = 4,184 Joule

Conceitos fundamentais

- **Trabalho (W):** É a transferência de energia realizada por uma força movendo uma massa por uma distância contra uma resistência.



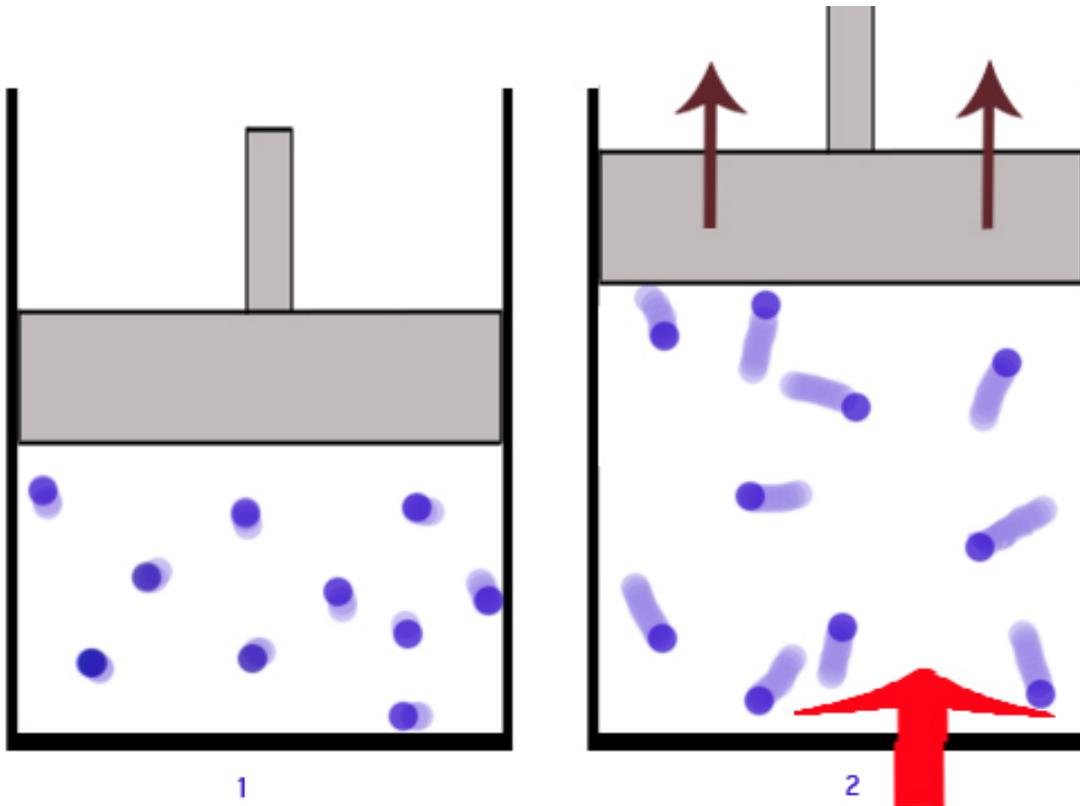
$$W = F \cdot d$$

Unidade de medida
(Energia):
[Joules] , [cal] , etc

Trabalho (W) = Força . deslocamento

Conceitos fundamentais

- **Trabalho (W):** É a transferência de energia realizada por uma força movendo uma massa por uma distância contra uma resistência.



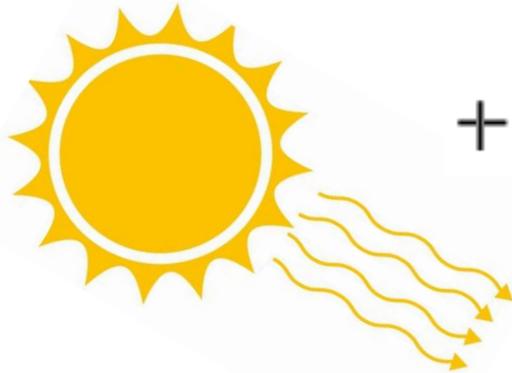
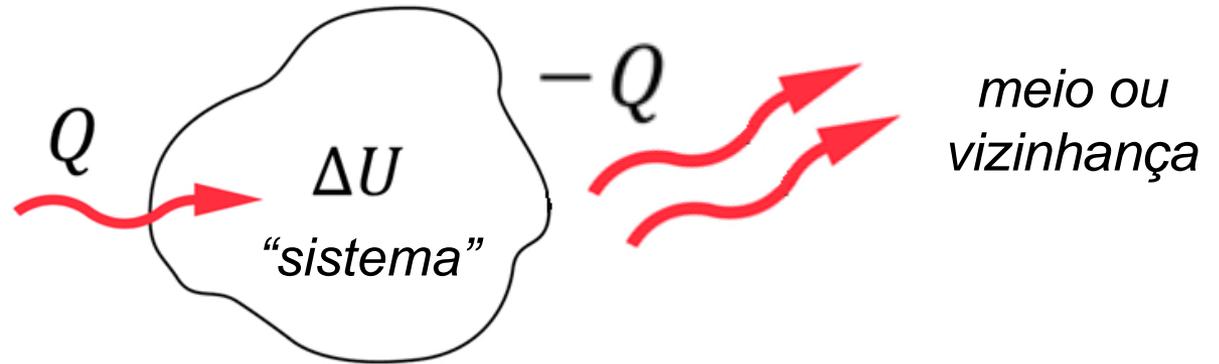
$$W = F \cdot d$$

Unidade de medida
(Energia):
[Joules] , [cal] , etc

Trabalho (W) = Força . deslocamento

Sistemas Termodinâmicos

Precisamos definir um “Sistema termodinâmico” para estudar o efeito e quantificar os processos de transferência de energia.. (entrada ou saída de energia)



$+Q$



$-Q$

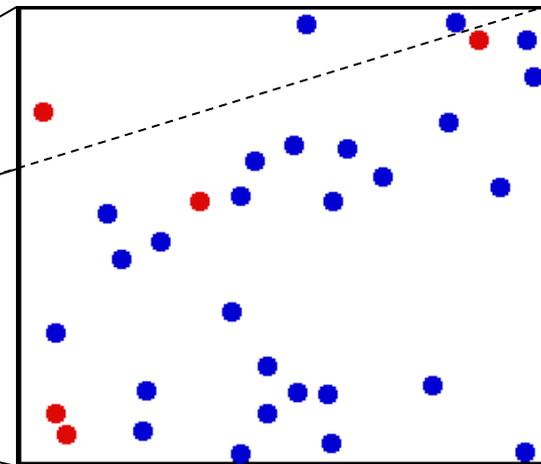
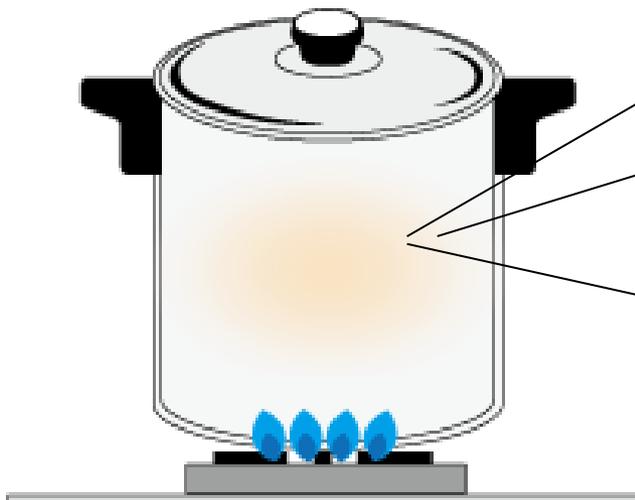
meio ou vizinhança

Conceitos fundamentais

Energia Interna (U) (de um sistema): *É a soma das contribuições de energia cinética e das energia potencial de todas as partículas que formam um determinado corpo.*

$$U = E_c + E_p$$

Energia Interna



Unidade de medida (Energia):
[Joules], [cal], etc

Sistemas Termodinâmicos

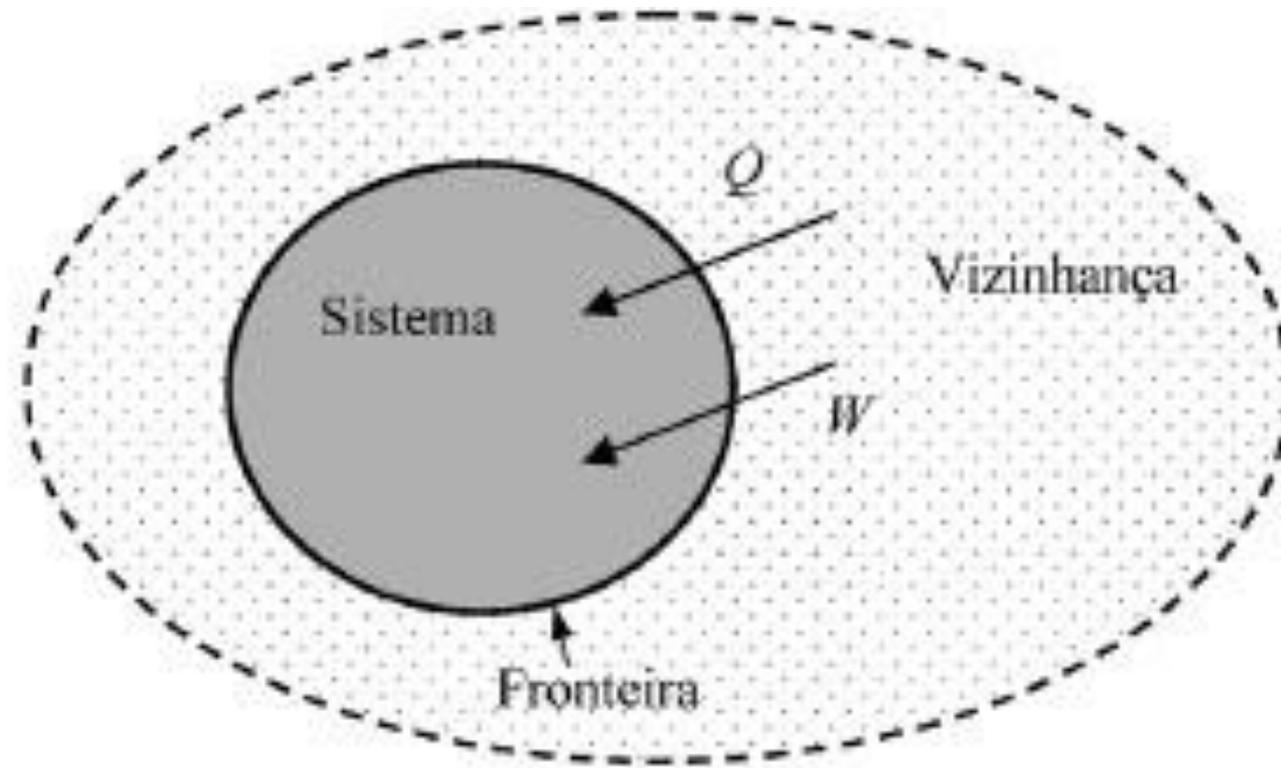


Figura 1. O sistema e vizinhança separados pela fronteira: o calor Q e o trabalho W representam energia que atravessa a fronteira

Sistemas Termodinâmicos



- **Sistema Isolado**: situação onde não há troca de matéria ou energia com o meio; Ex: Garrafa térmica.

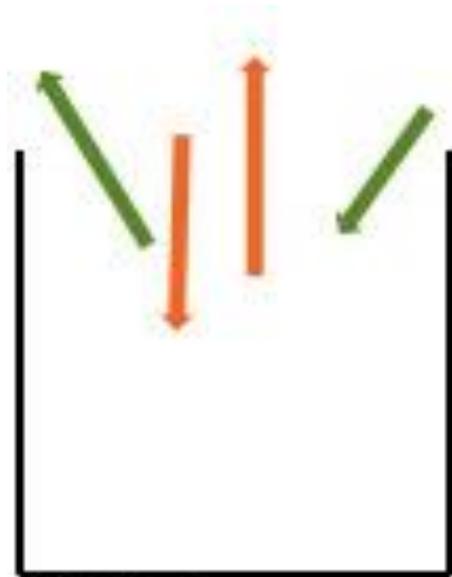
- **Sistema Fechado**: situação onde há apenas troca de energia com o meio;
Ex: Panela no fogão bem fechada (que não sai matéria).



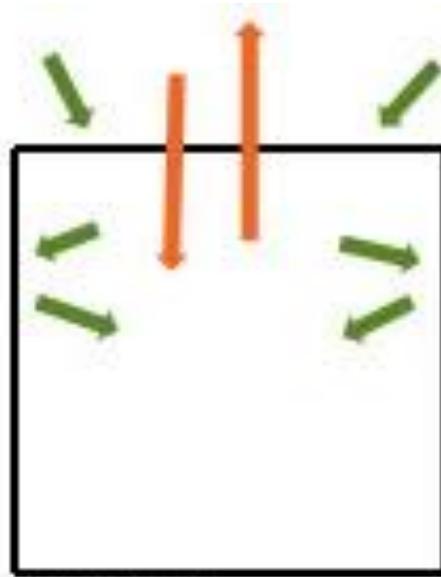
- **Sistema Aberto**: pode trocar tanto energia quanto matéria com o meio;
Ex: Panela no fogão sem tampa.



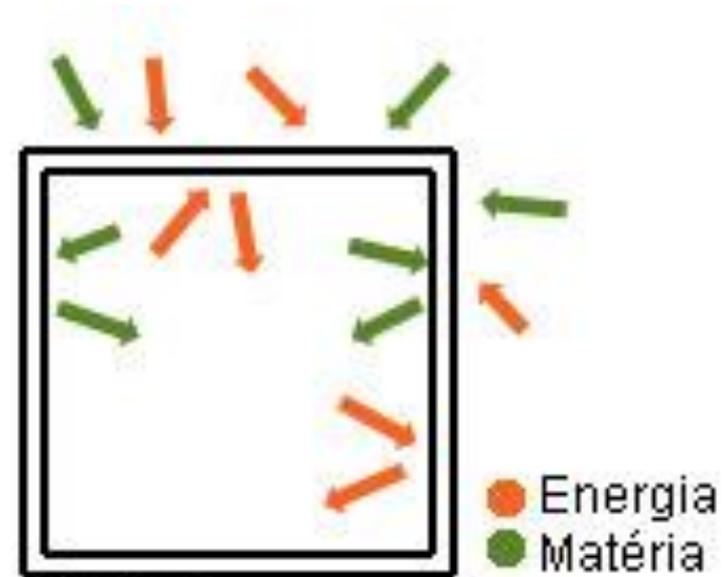
Sistemas Termodinâmicos



Sistema aberto



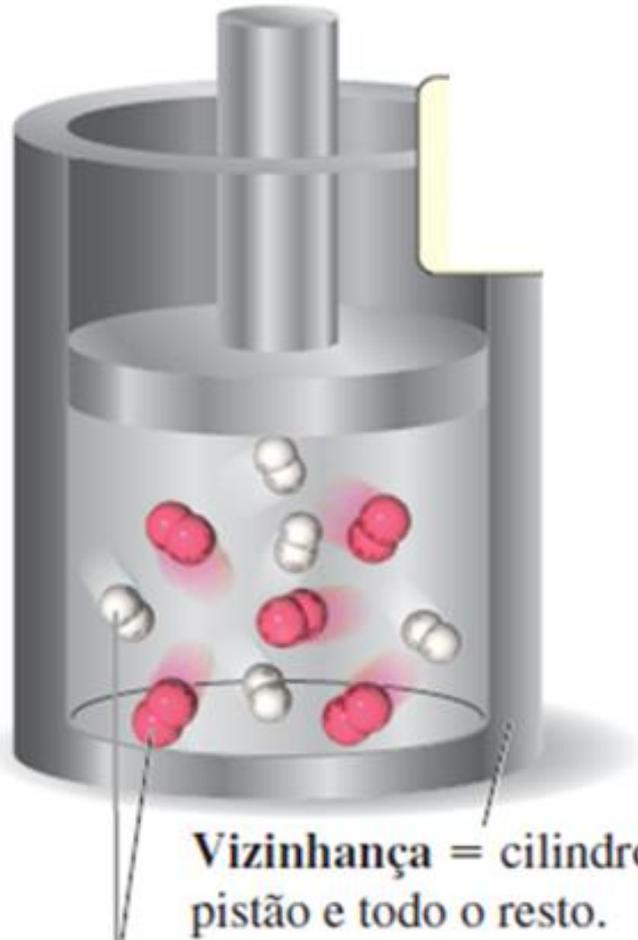
Sistema fechado



Sistema isolado

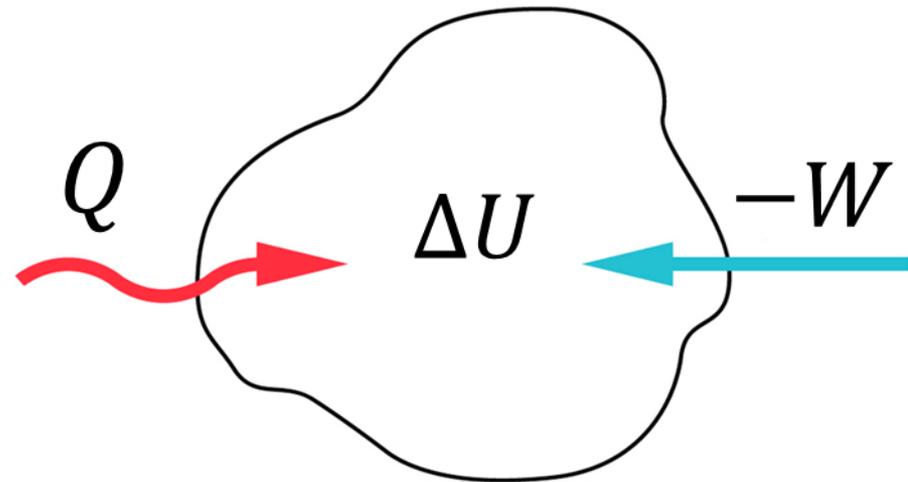
Sistemas Termodinâmicos

Energia pode entrar ou sair do sistema conforme o calor ou o trabalho realizado no pistão.

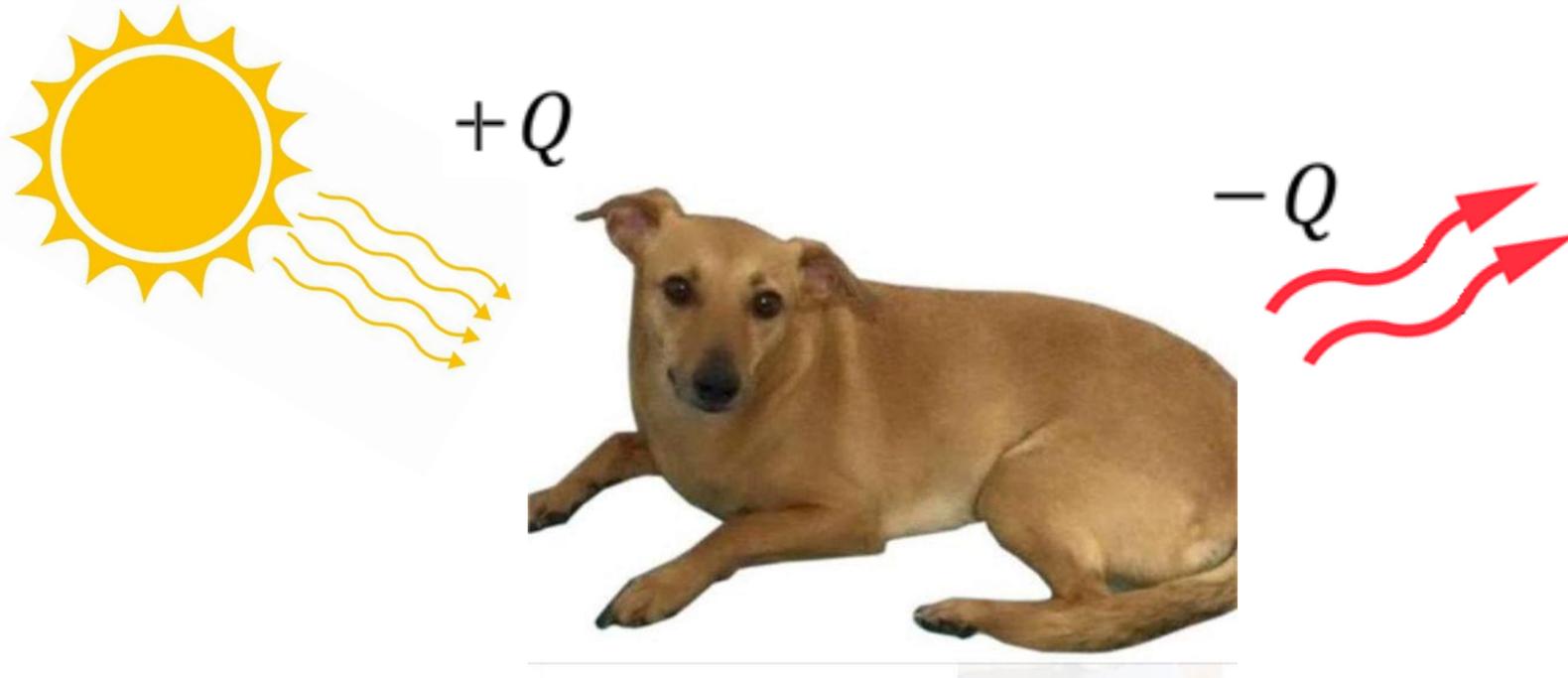


Energia só entra (ou saí) do sistema de duas formas:

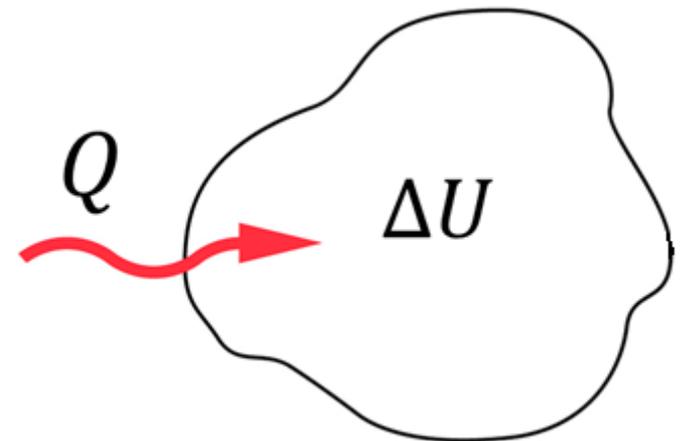
Calor ou **Trabalho**



Sistemas Termodinâmicos



Sistema termodinâmico pode “receber” ou “perder” calor (Q)... isso vai aumentar ou diminuir a energia interna (U) do cachorro

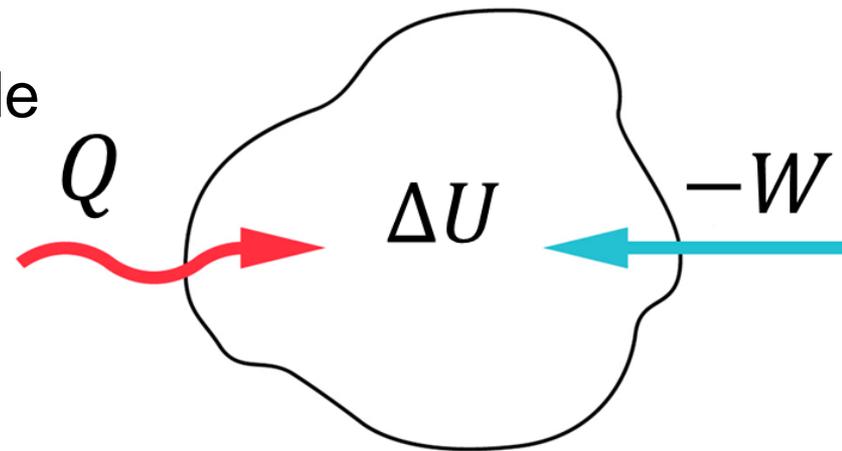


Sistemas Termodinâmicos



O cachorro puxando está realizando trabalho (W), e portanto perdendo energia interna (U) ...

Sistema termodinâmico também pode “receber” ou “realizar” trabalho...



1° Lei da Termodinâmica = (Conservação de Energia)

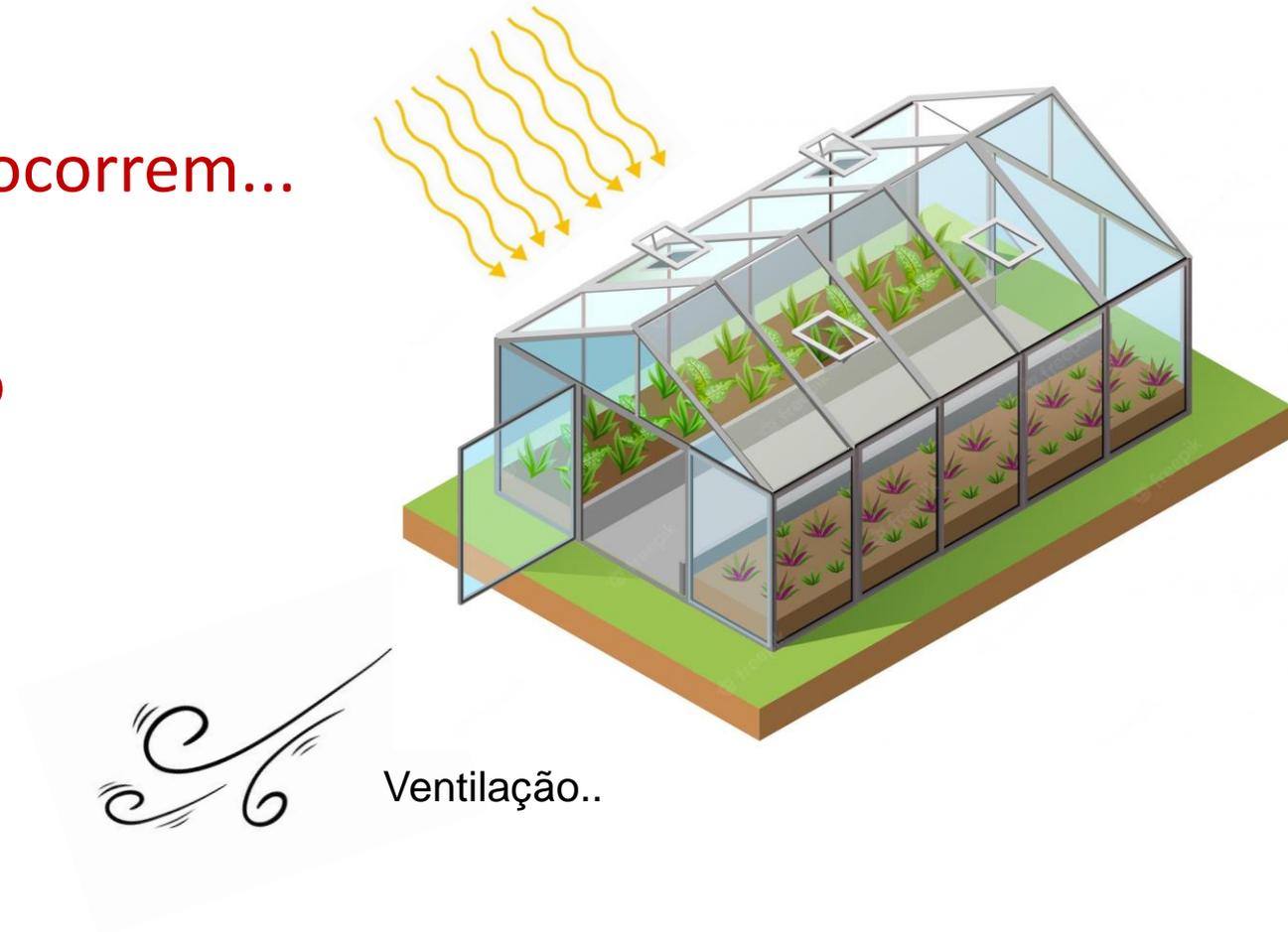
Exemplo de Sistema Termodinâmico: Estufa aberta

Imagine uma estufa com sistema de ventilação que expulsa ar quente de dentro da estufa.

Nessa situação, como você descreveria o balanço térmico do sistema?

Vários processos ocorrem...

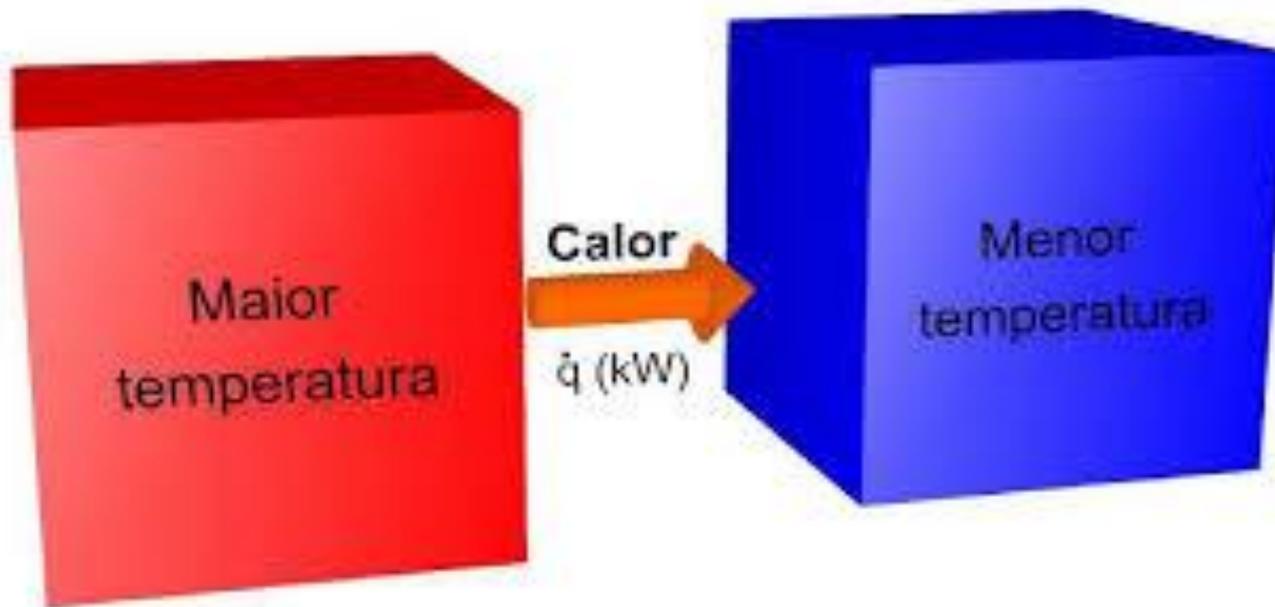
- ✓ condução
- ✓ convecção
- ✓ radiação



Capacidade calorífica
Calor específico
Calor latente

Conceitos fundamentais

Calor: fluxo de energia entre dois corpos em função de sua diferença de temperatura.



Trata-se de um processo, não de uma grandeza diferente.

Calor específico e Capacidade calorífica

Capacidade calorífica (ou capacidade térmica) Geralmente é representada pela letra C maiúscula, onde C_p (ocorre à pressão constante) e C_v (à volume const.)



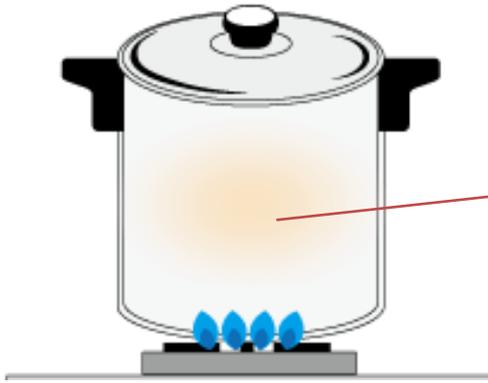
$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Unidade: [Joule/Kelvin]
[J/K] ; [cal/K] ; ...

“ mede quanto calor é necessário para elevar a temperatura desse material em 1°C ”

Calor específico e Capacidade calorífica

Capacidade calorífica específica (calor específico, c minúsculo):
capacidade calorífica de um grama de substância.



$$c = \frac{C}{m}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Unidade: J/kg.K (Sist. Int.) ou cal/g.°C

Exemplos

Comparação das capacidades caloríficas (c) específicas de algumas substâncias:

Material	Capacidade calorífica específica ($\text{J. } (^{\circ}\text{C})^{-1} \text{ g}^{-1}$)
Ar	1,01
Benzeno	1,05
Cobre	0,38
Etanol	2,42
Água sólida	2,03
Água Líquida	4,184
Água Vapor	2,01

Exercício: Calcule o calor necessário para aumentar de 15°C para 35°C , 100 g de água líquida, 100 g de Etanol e 100 g de Ar.

Exemplo: Capacidade Térmica da Areia e da Água

A água e a areia estão submetidas a mesma fonte de calor: Sol
Porém encontram-se em temperaturas diferentes → Calor específico



$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$C_{\text{Água}} = 1,0 \text{ cal/g.C}$$

$$C_{\text{Areia}} = 0,2 \text{ cal/g.C}$$

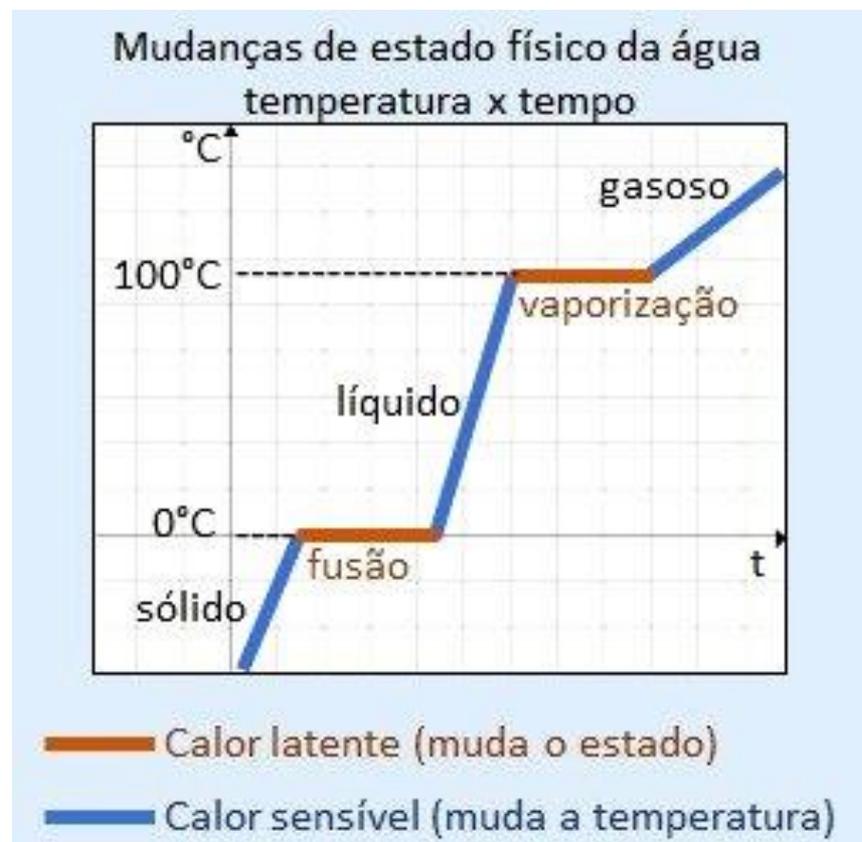
Calor de Transformação

Calor de Transformação (L), ou Calor Latente, é uma grandeza física que designa a quantidade de calor recebida ou cedida por um corpo enquanto seu estado físico se modifica.

$$Q = mL$$

Unidade:

[J/Kg] ; [cal/g] ;



Exemplo

Determine a quantidade de calor necessária para transformar 20 g de gelo à -30°C em 20 g de vapor d'água à 120°C .

Dados: Calor específico do gelo = $0,5 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$

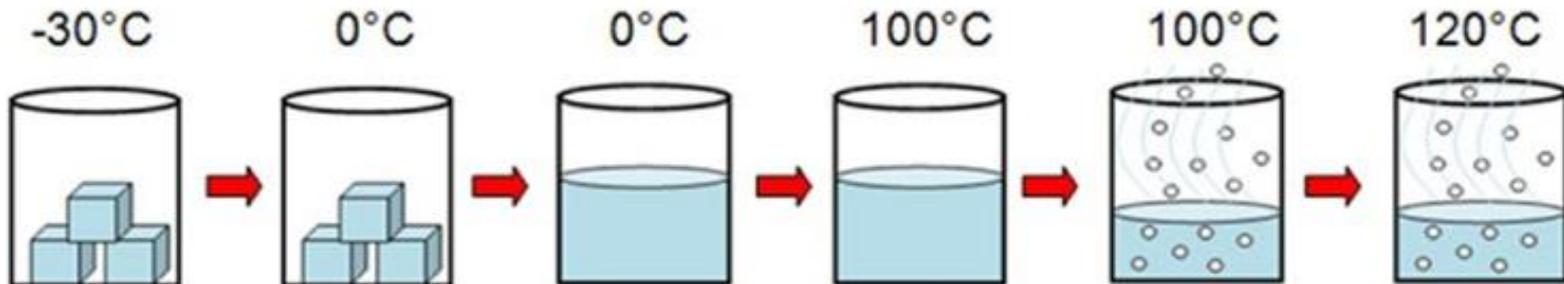
Calor latente de fusão = 80 cal/g

Calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$

Calor latente de vaporização = 540 cal/g

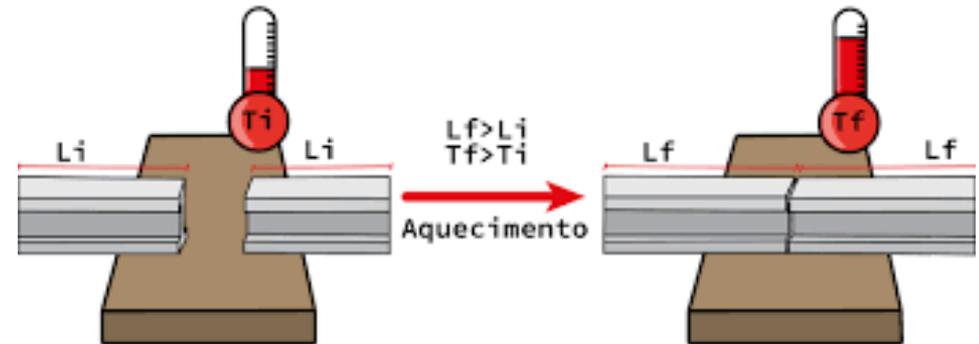
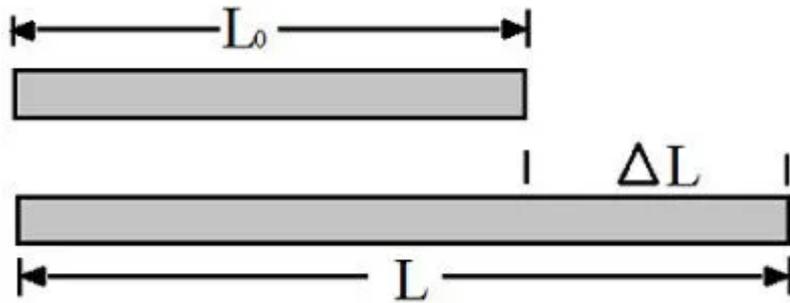
Calor específico do vapor d'água = $0,5 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$

(Resposta: São necessárias 14.900 calorias)



Dilatação térmica

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$



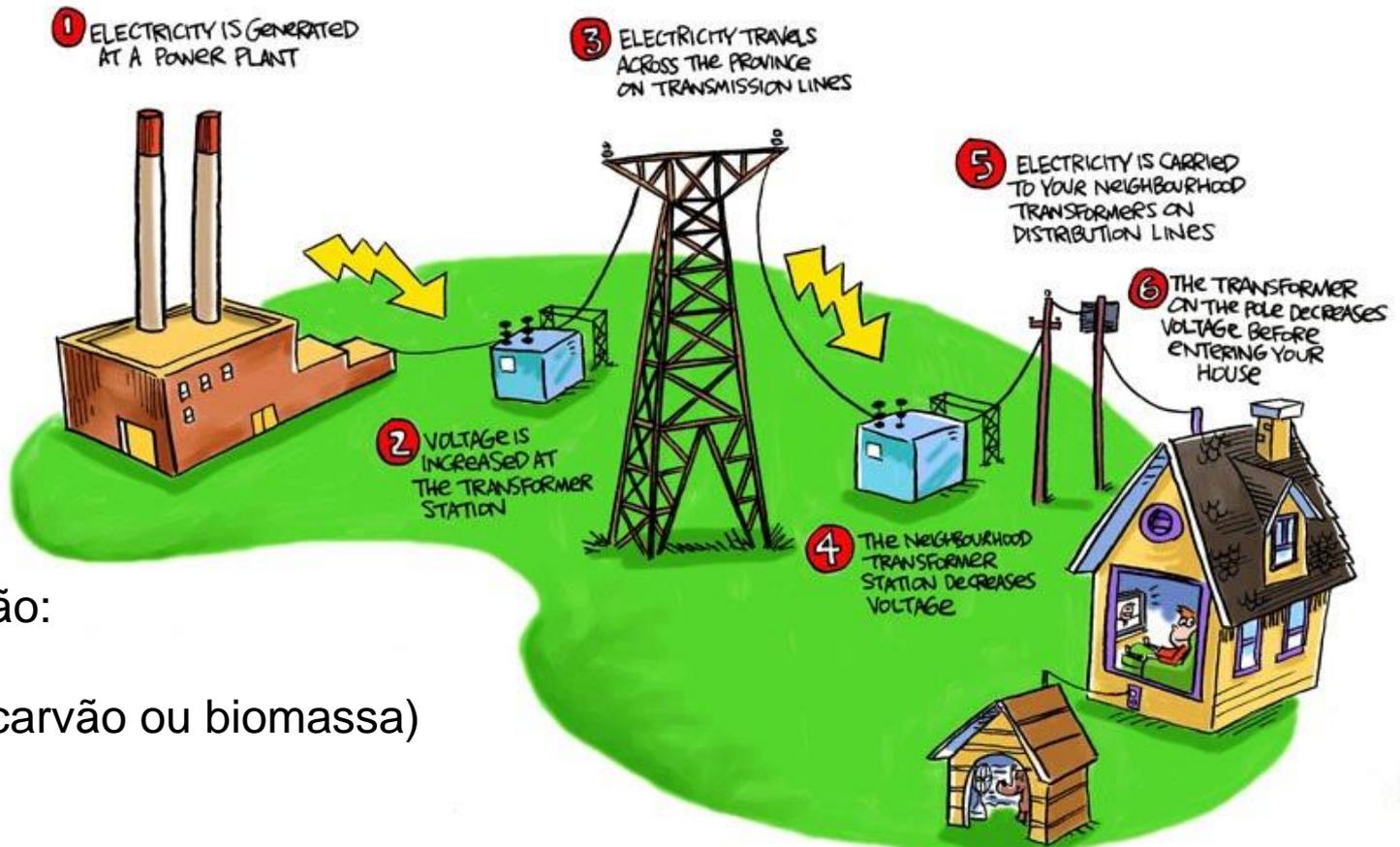
α → coeficiente de dilatação linear;
 $\Delta T = (T_f - T_i)$ → variação temperatura;
 ΔL → variação do comprimento;
 L_0 → comprimento inicial na T_i
 L → comprimento final na T_f



Geração e Distribuição de Energia Elétrica

Geração e Distribuição de Energia Elétrica

How Electricity Gets to Your Home



Centrais de Geração:

- Hidroelétrica
- Termoelétrica (carvão ou biomassa)
- Solar
- Eólica
- Nuclear, etc..

Termodinâmica e Energia na sociedade

A geração de Energia Elétrica, é baseada na **conversão** de outras formas de Energia:

- Mecânica (ventos, etc)
- Potencial gravitacional água (hidroelétricas)
- Química (queima de combustíveis)
- Nuclear (núcleo átomos)
- Radiação solar (ondas eletromagnéticas)
- etc

em **Energia Elétrica**, que é uma forma mais simples de transportar, e utilizar em diversos tipos de equipamentos.

<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>



Hidrelétrica



Térmica



Eólica



Solar

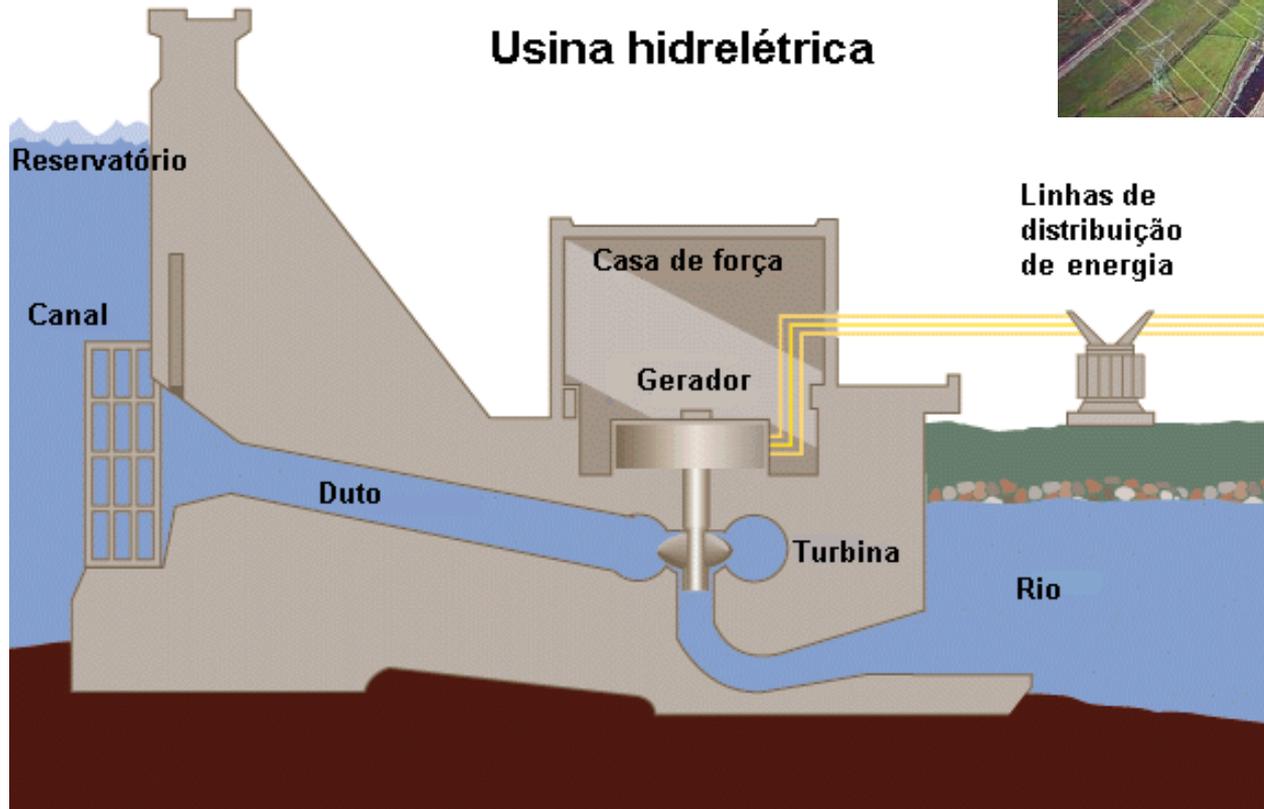


Nuclear

Geração de Energia Elétrica: Hidroelétrica

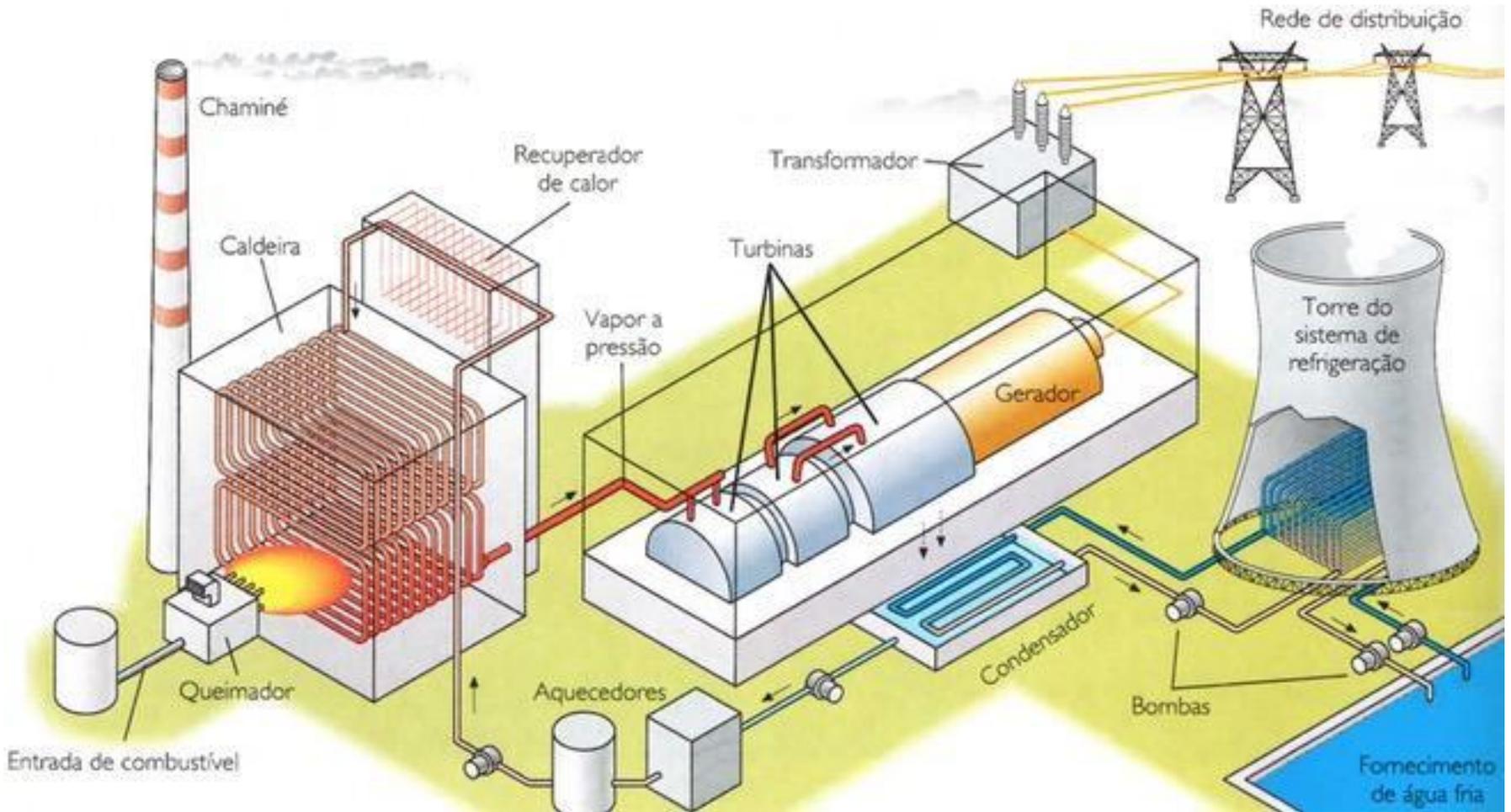


Usina hidrelétrica

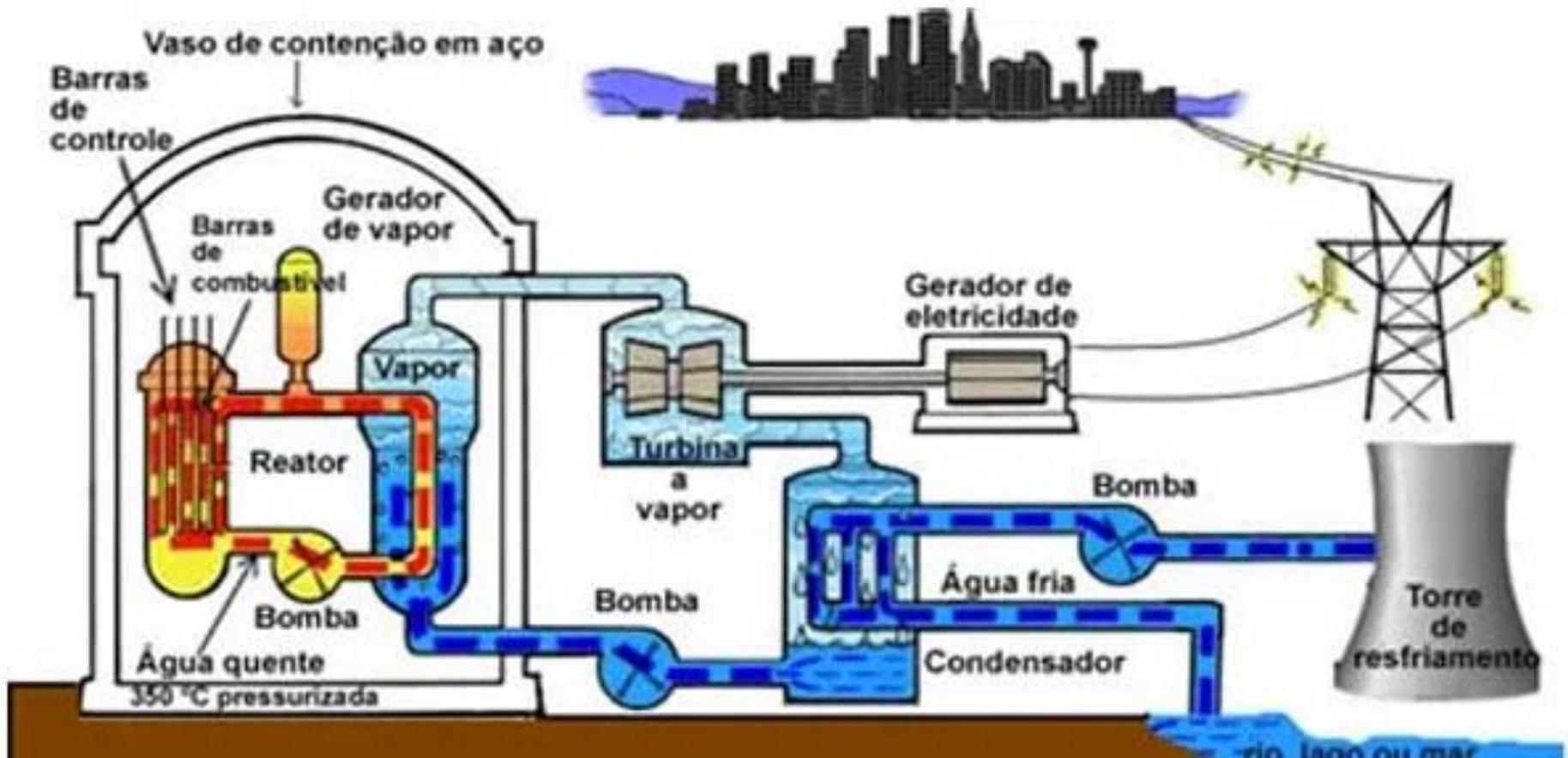


Usina hidrelétrica de Itaipu,
localizada em Foz do
Iguaçu/PR

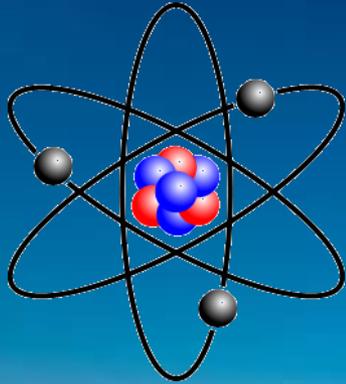
Geração de Energia Elétrica: Termoelétrica



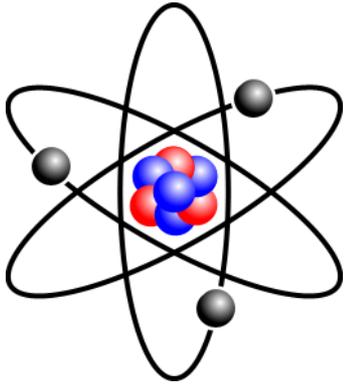
Geração de Energia Elétrica: Usina Nuclear



Geração de Energia Elétrica: Usina Nuclear



Geração de Energia Elétrica: Usina Nuclear



Brasil: duas Usinas em Angra dos Reis/RJ
~ 2 mil megawatts (MW) de energia

Angra 1

1975 – início da montagem usina

1985 – início fornecimento de energia

Angra 2

1981 – início da montagem usina, parou, retomou em 1994

2000 – início fornecimento de energia

Usinas Fotovoltaicas e Usinas Eólicas



Piauí

Produção pode ser concentrada em

- Centrais fotovoltaicas
- Centrais eólicas (parque eólico)

e distribuída para diferentes regiões



Painel Fotovoltaico e Aerogerador Eólico

ou ter:

Produção Distribuída

- Evita desperdício transmissão



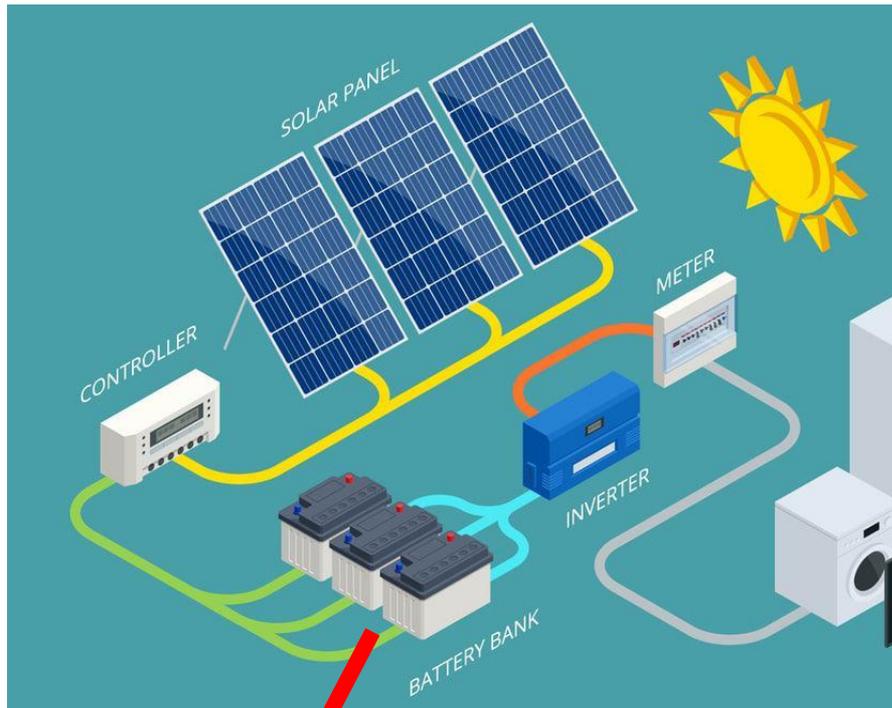
Painel Fotovoltaico e Painel Fototérmico



8 placas Energia Fotovoltaica (Elétrica)

2 Placas Energia Solar térmica (fototérmica), para aquecimento água

Painel Fotovoltaico e Painel Fototérmico



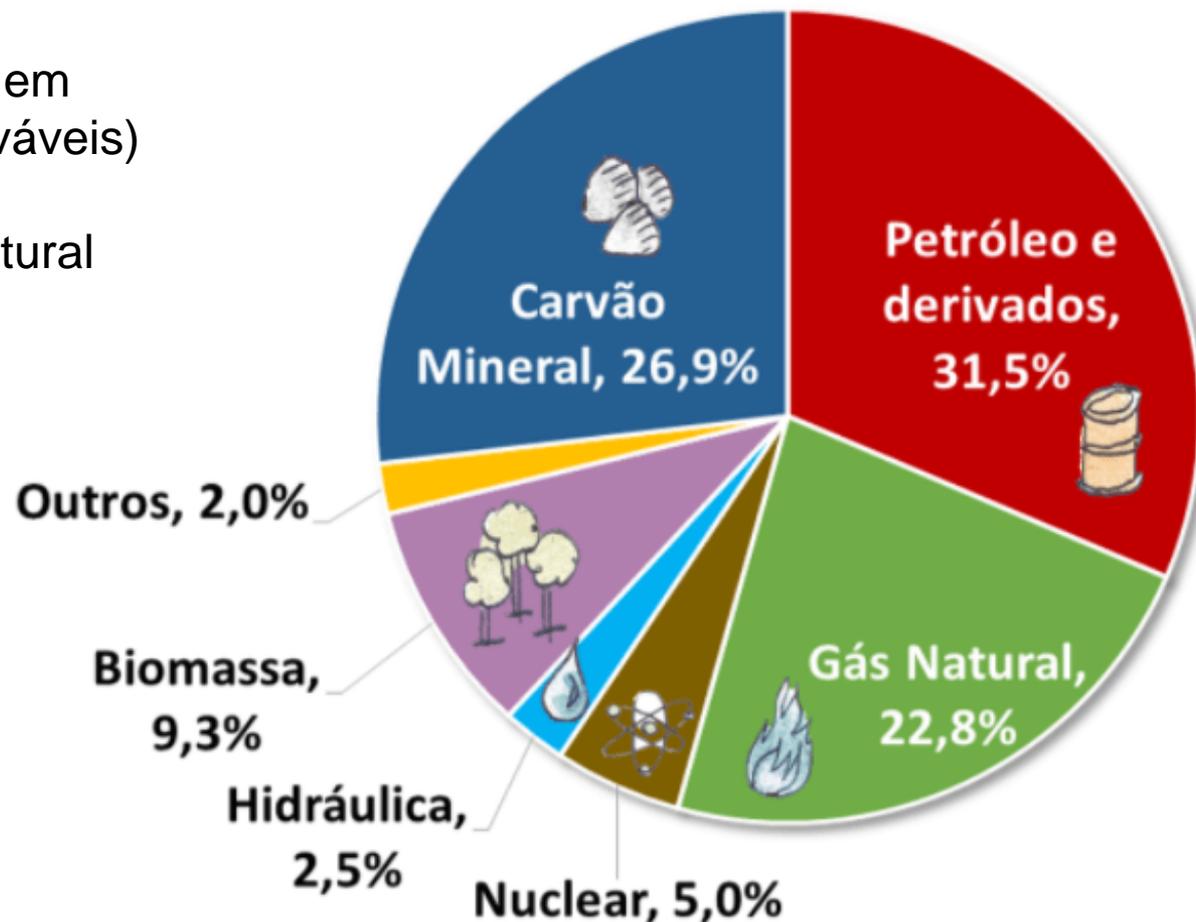
Energia Fotovoltaica (Elétrica) pode ser usada diretamente, ou ser armazenada em baterias

Na energia Solar térmica (fototérmica), a “bateria” é um reservatório térmico que armazena água aquecida.

Matriz Energética do Mundo

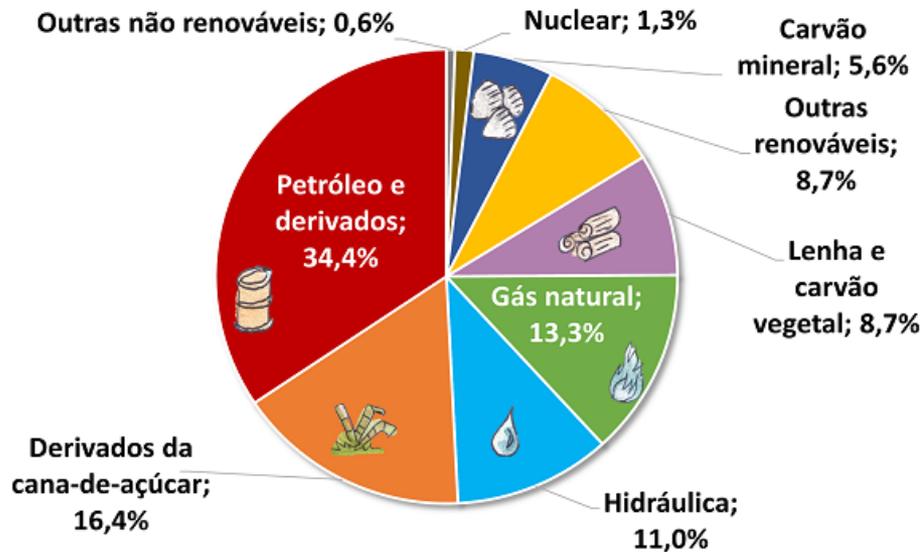
Baseada principalmente em fontes fósseis (não renováveis)

Carvão, petróleo, gás natural

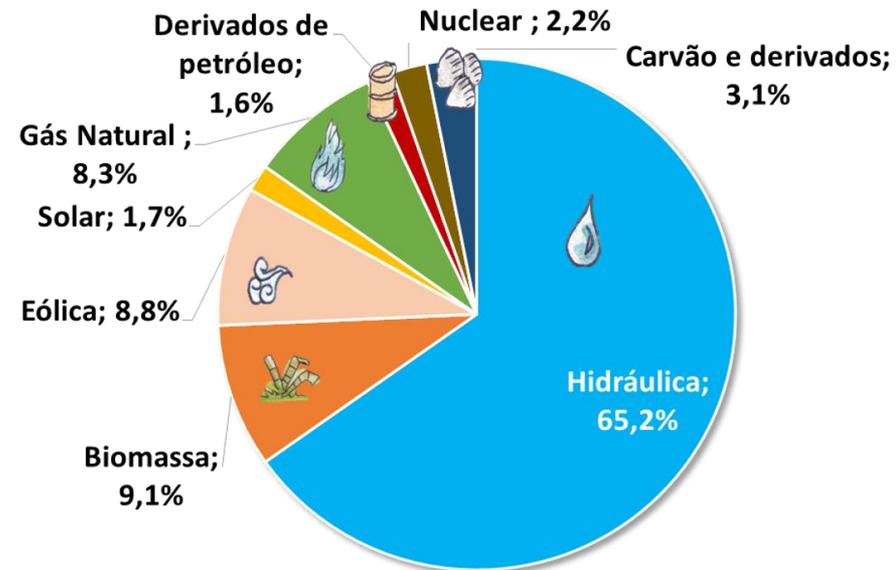


Matriz Energética do Brasil

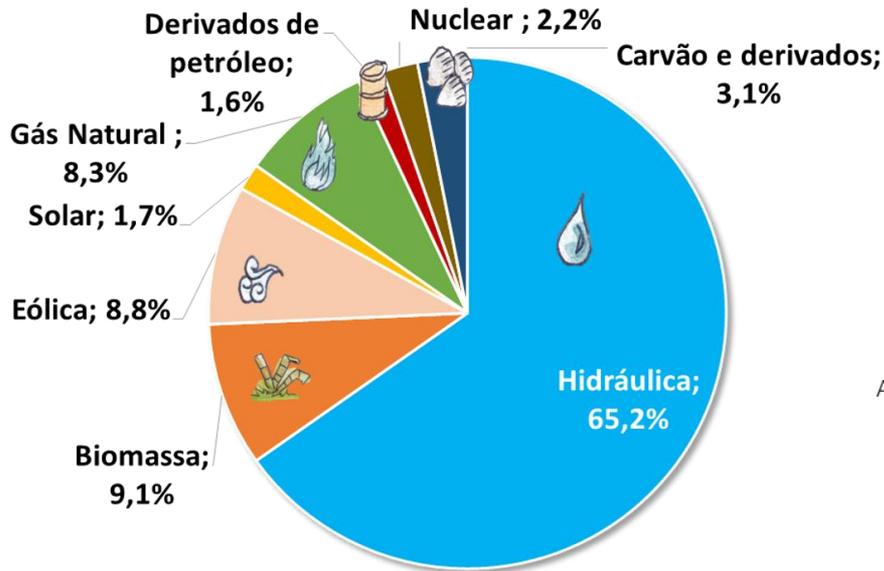
Brasil



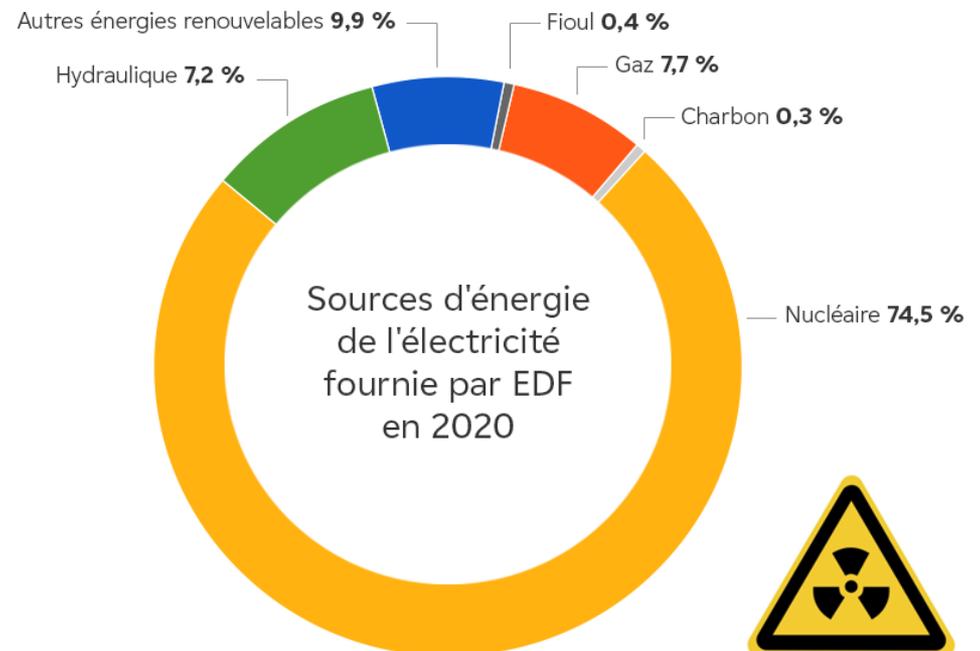
Matriz Elétrica do Brasil



Matriz Elétrica do Brasil



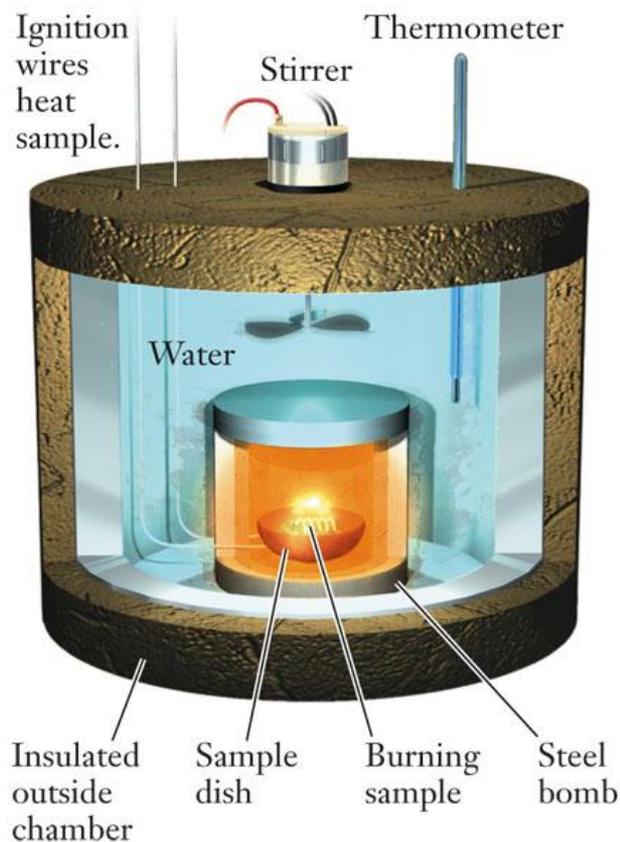
Matriz Elétrica da França



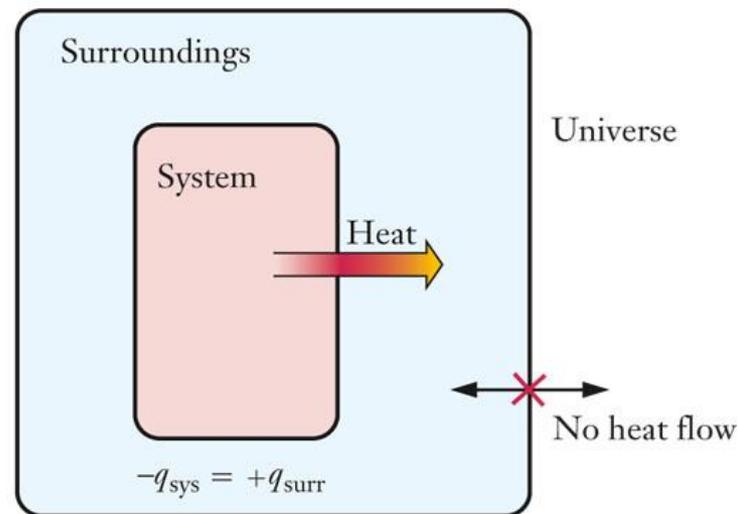
Exercícios sobre Termodinâmica...

Como medir calor?

Experimentalmente o fluxo de calor pode ser medido através da calorimetria.



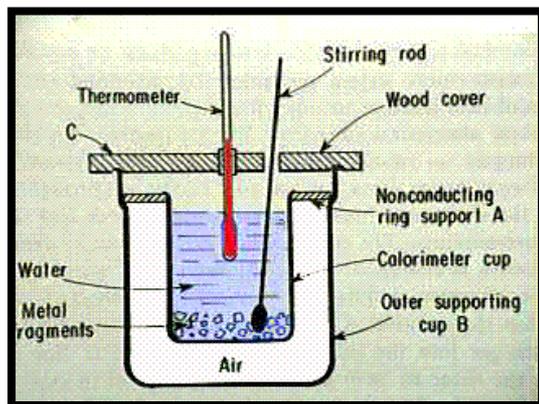
© 2006 Thomson Higher Education



$$q = C_{\text{calorimetro}} \cdot \Delta T$$

Exercício Calorímetro (Completo)

Considere que uma resistência elétrica (R) está imersa em um Calorímetro, e por essa resistência passa uma corrente elétrica de $I = 2,33 \text{ A [C/s]}$ e está aplicada uma tensão elétrica de $U = 25,11 \text{ Volts [J/C]}$ durante $1'40''$ (1 minuto e 40 segundos). Sabendo que o volume de água no Calorímetro é de 200 mL , a Temperatura inicial do sistema é 25°C e a Temperatura final é de 32°C . Qual o calor específico da água em $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, diante da seguinte situação:



Calorímetro

Dica: ver slide 23

Dados do Exercício:

Vol = 200 mL

Dens. água = 1 g/cm^3

$U = 25,11 \text{ Volts [J C}^{-1}\text{]}$

$I = 2,33 \text{ Ampères [C s}^{-1}\text{]}$

$T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 32^\circ\text{C}$

$\Delta\text{Tempo} = 1'40''$

$$Pot = U \cdot I = (25,11) \cdot (2,33) = 58,5063 \text{ Watts}$$

$$Pot = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E = (Pot) \cdot \Delta t = (58,5063) \cdot (100 \text{ seg}) = 5850,63 \text{ Joules}$$

$$Q = mc\Delta T \rightarrow c = \frac{\text{Energia}(Q)}{m\Delta T} = \frac{5850,63}{(0,2) \cdot (32 - 25)} = \mathbf{4.179,02 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}}$$

Resposta:

Exercícios

a) Um animal ao ingerir uma ração com valor nutricional de 350 kCal fornecerá quantos kW.h ao organismo? Lembre que $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$.

b) Por quanto tempo daria para manter uma lâmpada de 100 W acesa?

Resposta:

a) 0,407 kW.h b) 4,07 h

Exercícios

Sabe-se que são gastos aproximadamente 590 cal para evaporar 1 g de água. Pergunta-se: Quantos Joules são necessários para evaporar 1 kg de água?

(Lembre que: 1 cal = 4,186 J)

Resposta: 2,47 MJ

Exemplo: Alimentos

Como medir o **conteúdo energético de alimentos** usando calorimetria ?



Valor energético (350 mL): 159 kcal

149 kcal

<https://www.youtube.com/watch?v=-ZTBoyE4bvM>

Aula 5

Equação dos Gases e Leis da Termodinâmica

Teoria cinética dos gases

☐ Lei dos gases perfeitos

$$PV = nRT$$

P – Pressão

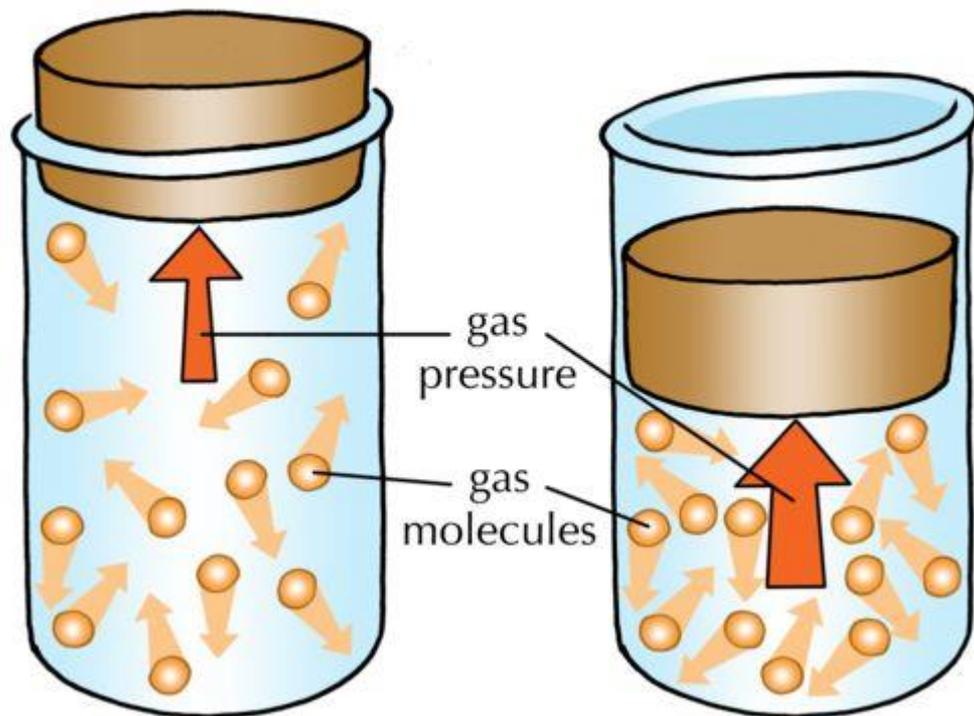
V – Volume

n – número de mols

T – Temperatura

R – Const. Universal dos gases $R = 8,3143 \text{ [J / mol K]}$

$R = 0,08206 \text{ [atm L / mol K]}$



Teoria cinética dos gases

- ❑ Lei de Boyle (Temperatura constante)

$$PV = \text{const.}$$

- ❑ Lei de Charles (Pressão constante)

$$\frac{V - V_0}{V_0} = \frac{T - T_0}{T_0} = \text{const.}$$

- ❑ Lei de Avogrado

*“A pressão e temperatura constante,
volumes iguais de gases ideais contêm o
mesmo número de partículas”*

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

- ❑ Lei dos gases perfeitos

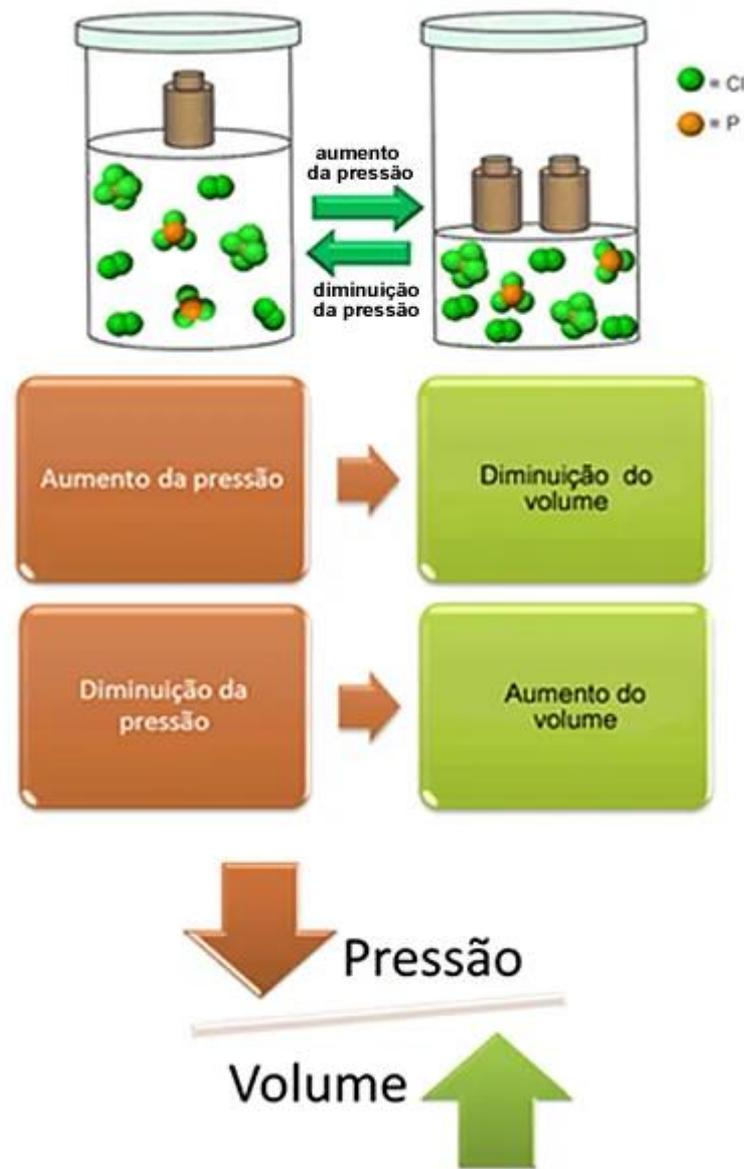
$$PV = nRT$$

Teoria cinética dos gases

- ❑ Lei de Boyle (Temperatura constante)

$$PV = \text{const.}$$

“Em um sistema fechado em que a temperatura é mantida constante, verifica-se que determinada massa de gás ocupa um volume inversamente proporcional a sua pressão.”



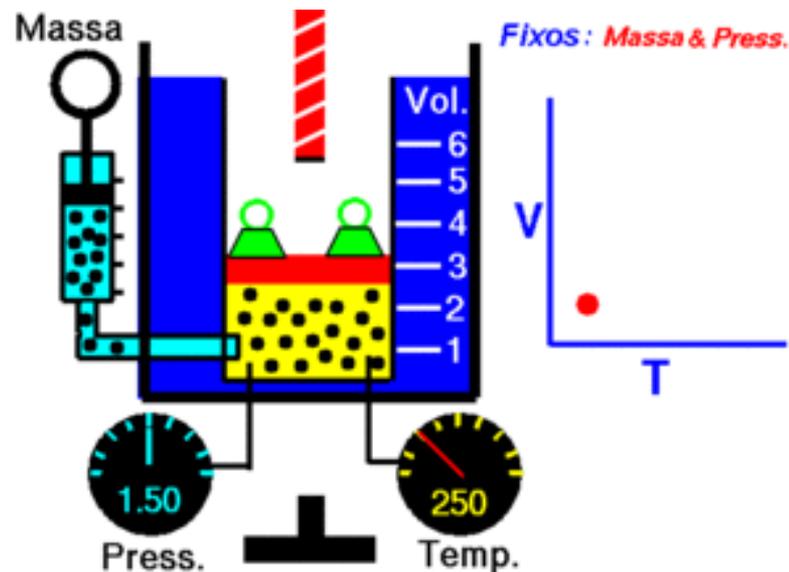
Teoria cinética dos gases

□ Lei de Charles (Pressão constante)

$$\frac{V - V_0}{V_0} = \frac{T - T_0}{T_0} = \text{const.}$$

“À pressão constante, o volume de uma determinada massa de gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.”

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$



Teoria cinética dos gases

□ Lei de Avogrado

“A pressão e temperatura constante, volumes iguais de gases ideais contêm o mesmo número de partículas”

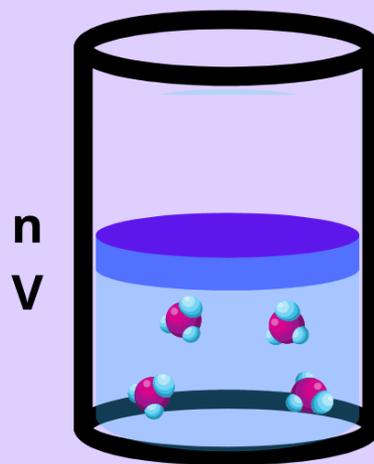
$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$



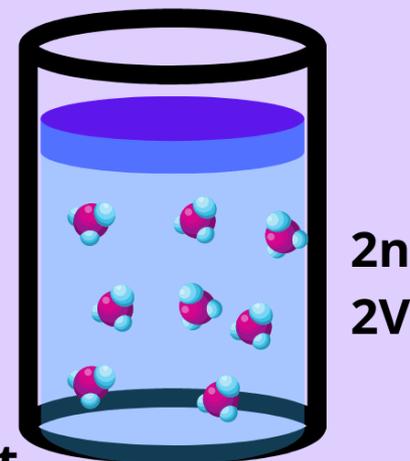
Equal volumes of a gas contain the same number of molecules at the same temperature and pressure.

$$V/n = k$$

$$V_1/n_1 = V_2/n_2$$



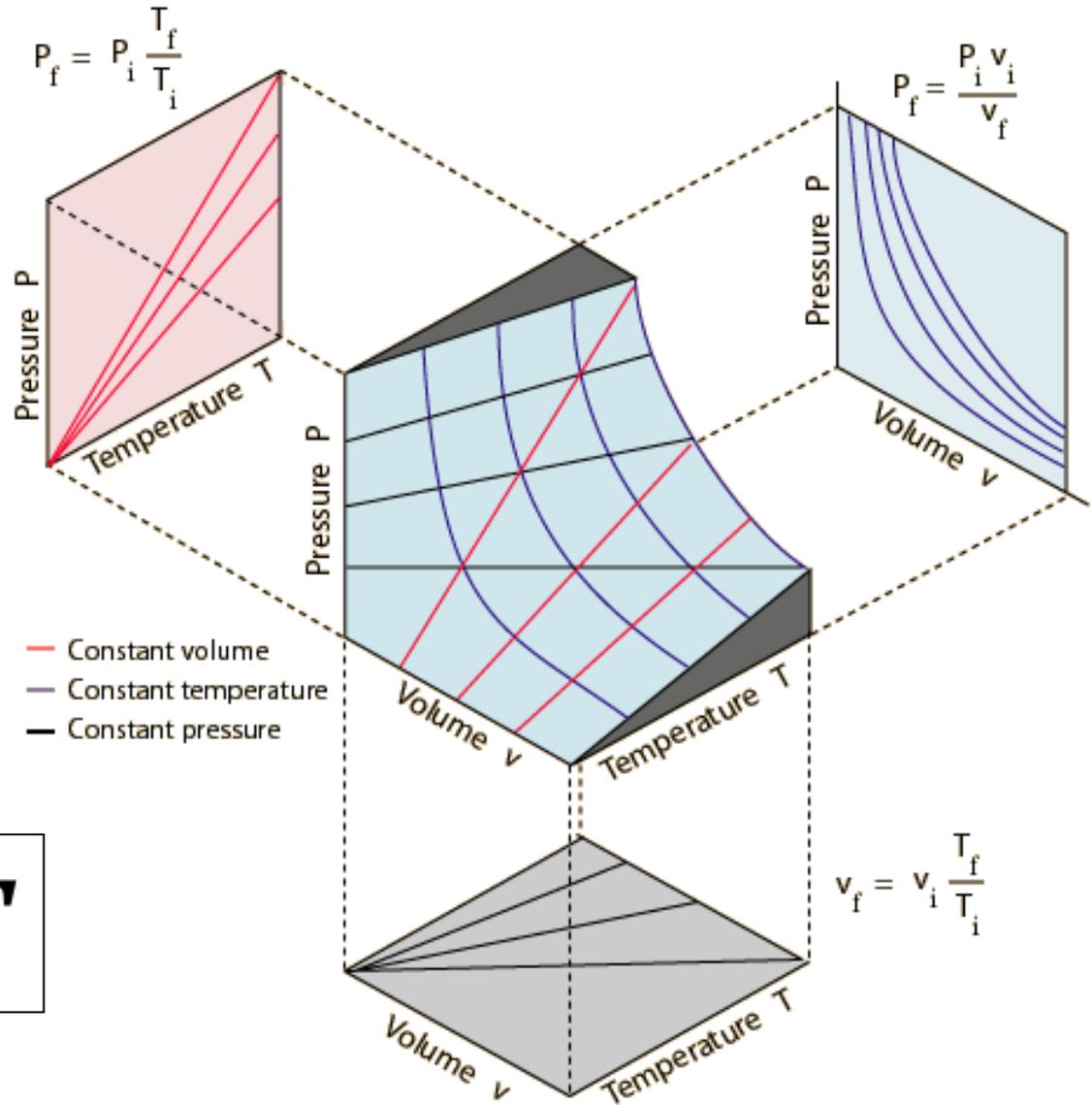
Doubling the number of molecules doubles the pressure.



P and T constant

Teoria cinética dos gases

☐ Gás ideal



$$PV = nRT$$

Lei dos Gases – Constante R em diferentes unidades

☐ Gás ideal

$$PV = nRT$$

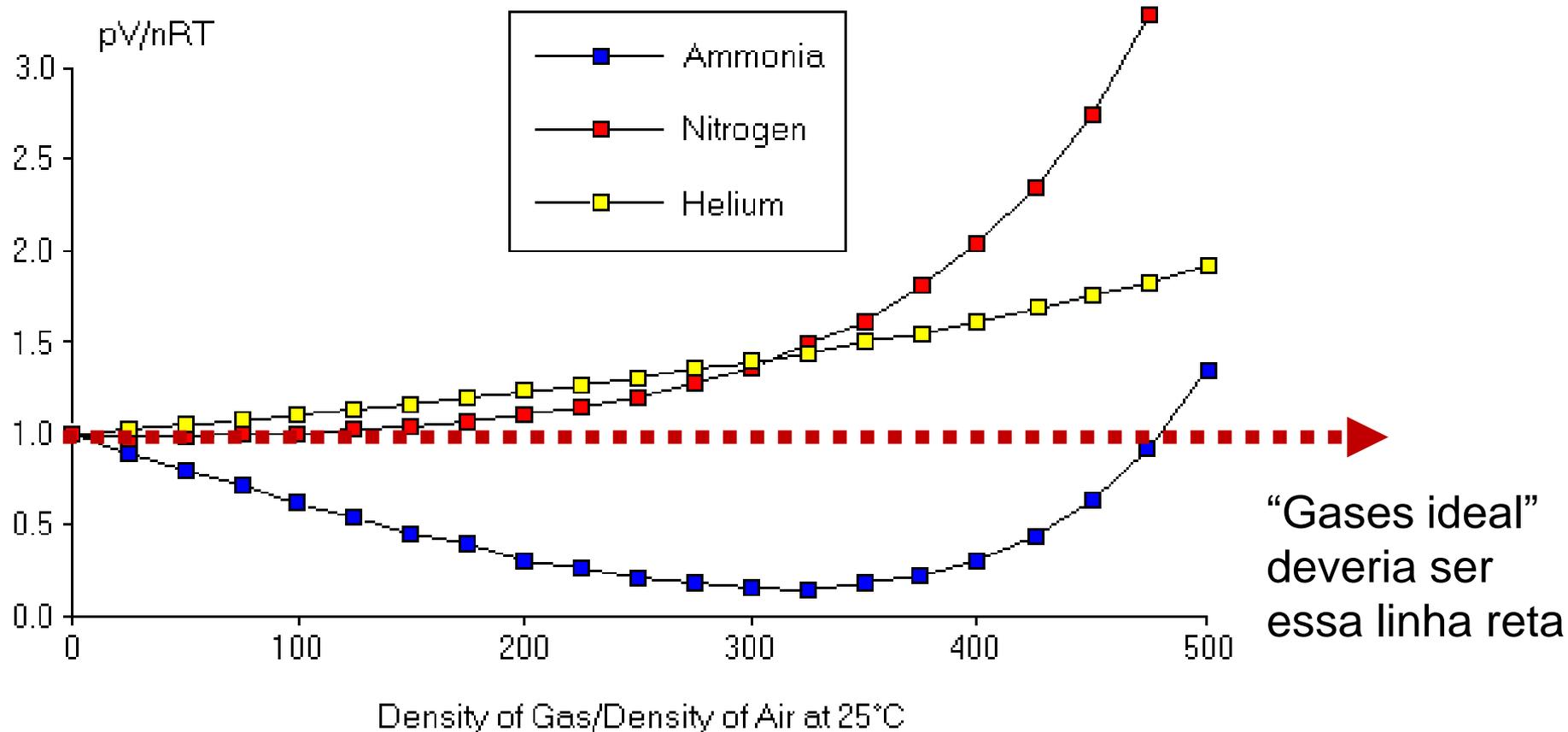
TABELA 10.2 Valores numéricos da constante dos gases, R , em várias unidades

Unidades	Valores numéricos
L atm/mol ⁻¹ K ⁻¹	0,08206
J/mol ⁻¹ K ^{-1a}	8,314
cal/mol ⁻¹ K ⁻¹	1,987
m ³ Pa/mol ⁻¹ K ⁻¹	8,314
L torr/mol ⁻¹ K ⁻¹	62,36

Gases “reais”

□ A Lei dos “Gases ideais” é uma aproximação:

$$PV = nRT$$



“Gases ideal”
deveria ser
essa linha reta

Existem vários modelos para Gases Reais:

❑ Modelo com fator de compressibilidade (Z)

$$Z = \frac{Pv}{RT}$$

$$v = \frac{V}{m} \quad \text{Volume específico}$$

$$R_z = \frac{R}{M} \quad \text{Constante dos gases/Massa molar gás}$$

$$Pv = R_z T$$

❑ Modelo com Equação de Van der Waals

$a \rightarrow$ termo de atração

$b \rightarrow$ termo de repulsão

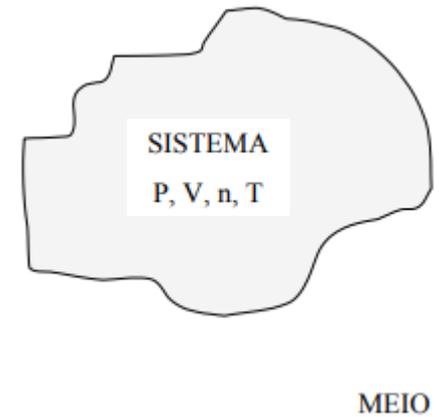
$$RT = \left(P + \frac{a}{V^2} \right) \cdot (V - b)$$

Como calcular o trabalho realizado por um sistema termodinâmico?

Trabalho na Termodinâmica

Como calcular o trabalho realizado por um sistema?

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$



Trabalho (W) é dado pela integral do (Pressão) x dV variação do volume inicial até o final.

Gráfico Pressão x Volume (PV)

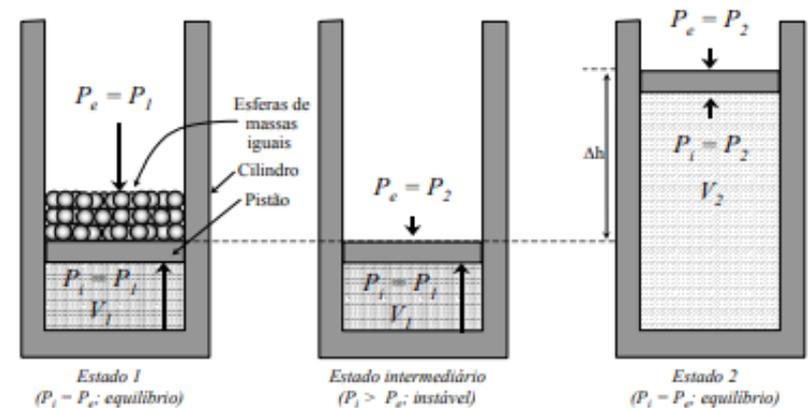


Figura 2.2 - Expansão isotérmica de um sistema gasoso

Trabalho na Termodinâmica – Gráfico P x V

Como calcular o trabalho realizado por um sistema?

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

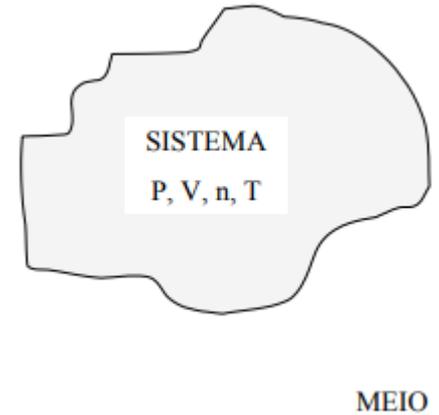
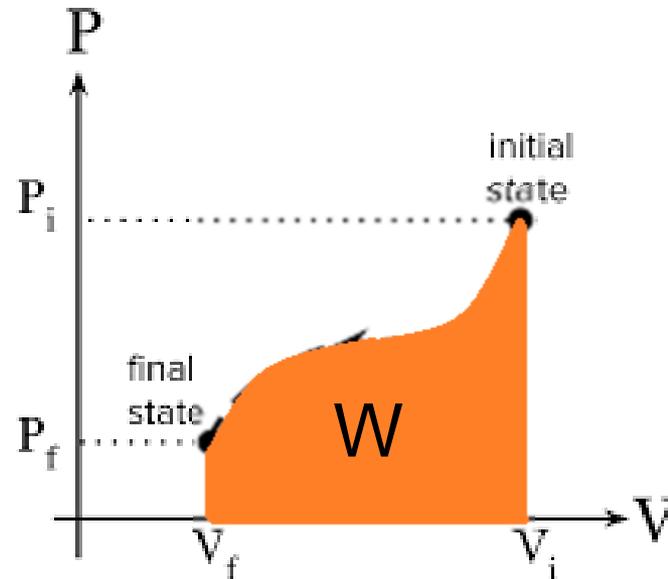


Diagrama Pressão x Volume (PV)

O valor do trabalho W (integral) PdV é a área abaixo da curva →



Trabalho na Termodinâmica – Gráfico P x V

Muitos “caminhos” (valores de trabalho são possíveis) desde o ponto inicial (P_i, V_i) até o ponto final (P_f, V_f).

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

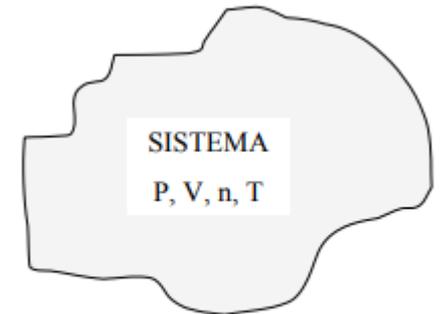
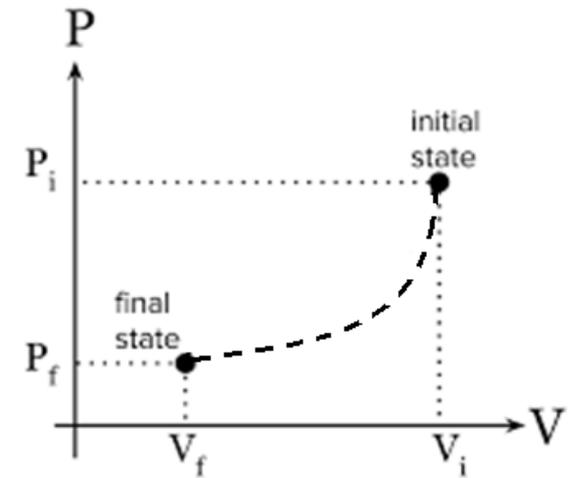
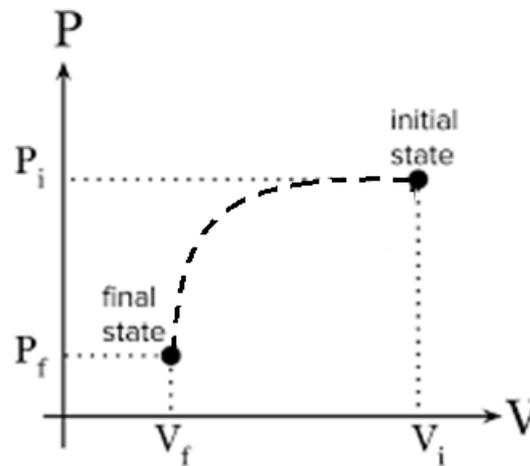
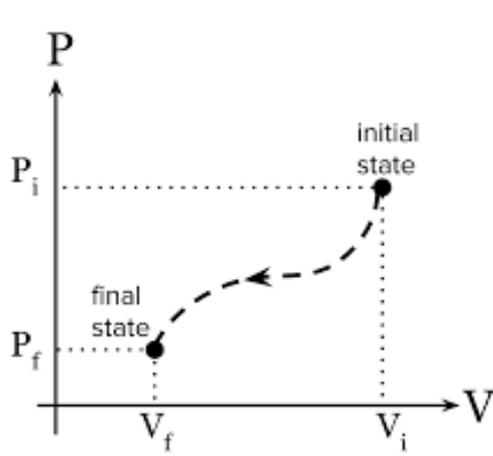


Gráfico Pressão x Volume (PV)

MEIO

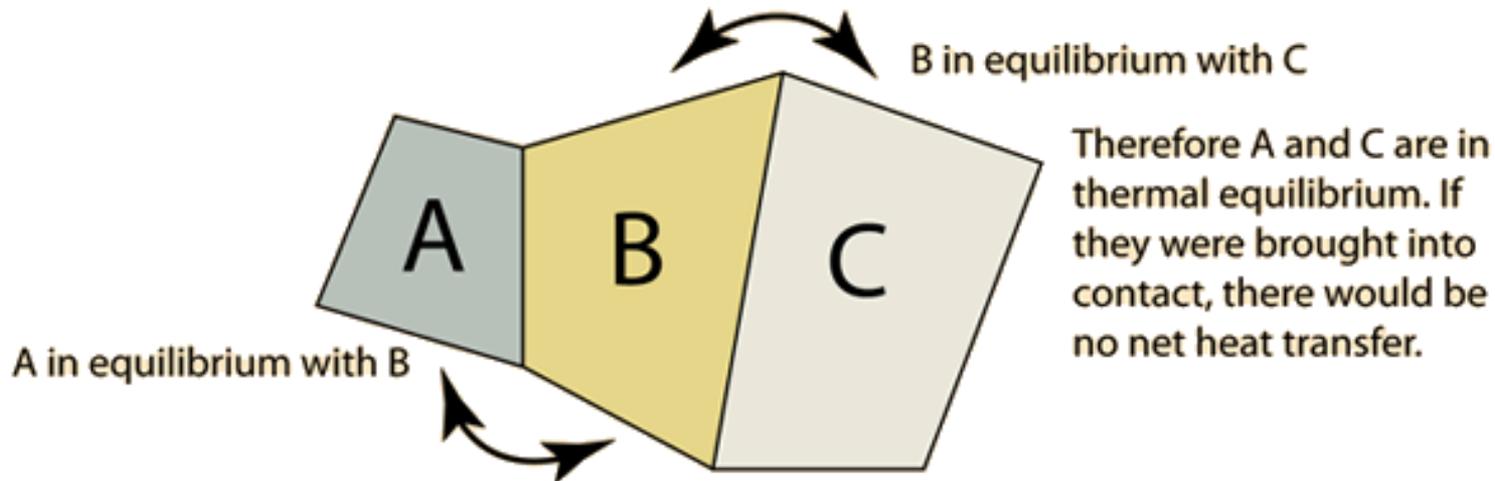


Leis da Termodinâmica

Leis da Termodinâmica

➤ Lei Zero da Termodinâmica

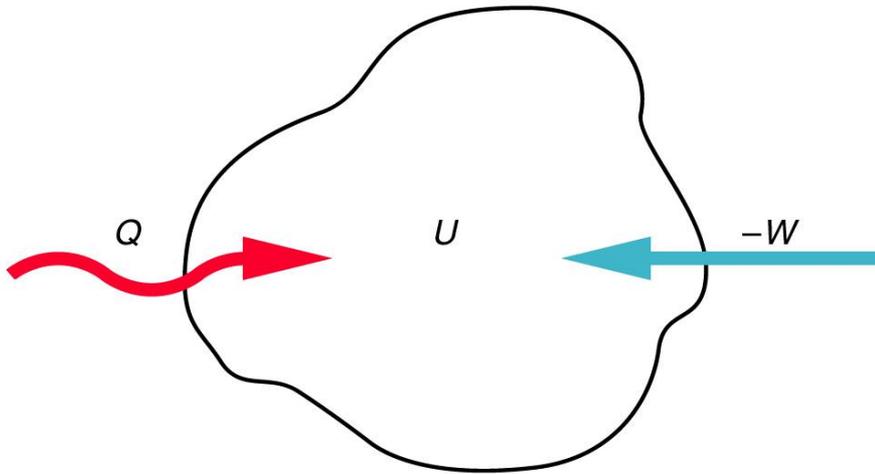
“Se os corpos A e C estão separadamente em equilíbrio termodinâmico com um corpo B, então A e C estão em equilíbrio termodinâmico entre si.”



Leis de Termodinâmica

➤ 1ª Lei da Termodinâmica

$$\Delta U = Q + W$$



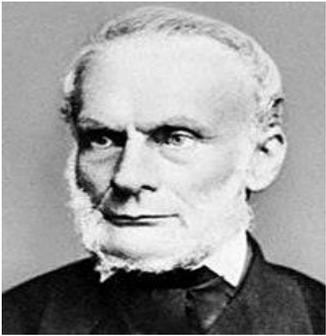
- A energia interna (ΔU) de um sistema tende a aumentar, se acrescentarmos energia na forma de calor Q , e a diminuir se removermos energia na forma de trabalho W realizado pelo sistema.

(Conservação de Energia!)



Formulações da 2ª Lei da Termodinâmica

- Como ter rendimento ótimo numa máquina térmica?

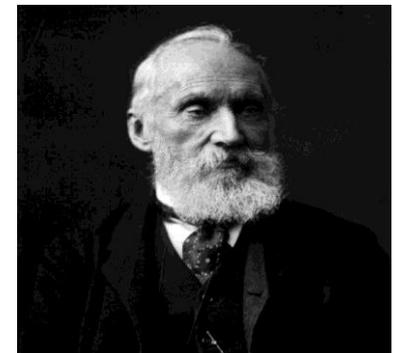


Rudolf Clausius (1822-1888)

“Calor pode fluir espontaneamente de um corpo quente para um corpo frio, mas o calor não flui espontaneamente de um corpo frio a um corpo quente.”

Lord Kelvin (1824-1907)

“Não é possível um processo cíclico no qual o calor é retirado de uma fonte quente e convertido inteiramente em trabalho.”



2ª Lei da Termodinâmica

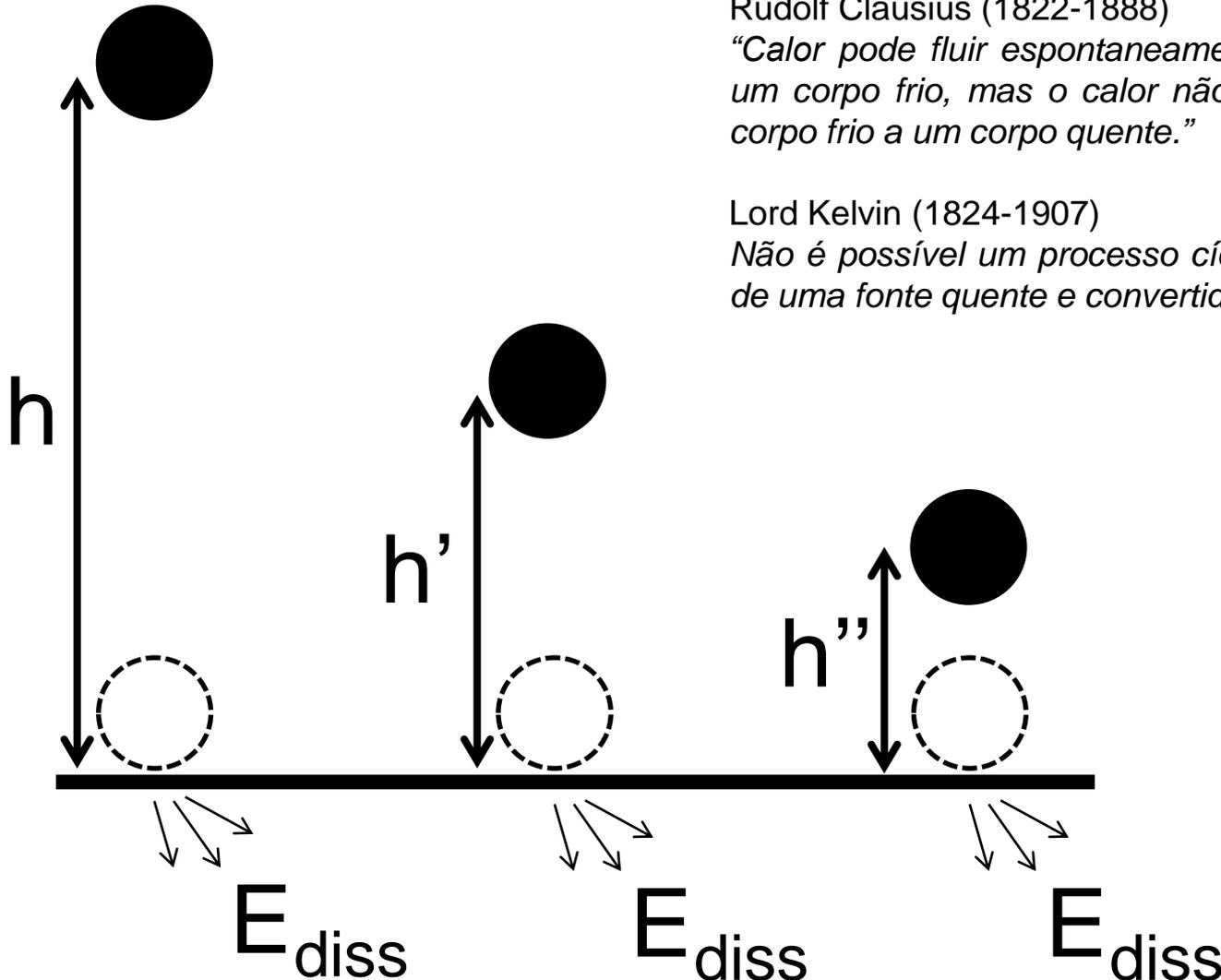
➤ Porque precisamos de uma 2ª Lei na Termodinâmica?

Rudolf Clausius (1822-1888)

“Calor pode fluir espontaneamente de um corpo quente para um corpo frio, mas o calor não flui espontaneamente de um corpo frio a um corpo quente.”

Lord Kelvin (1824-1907)

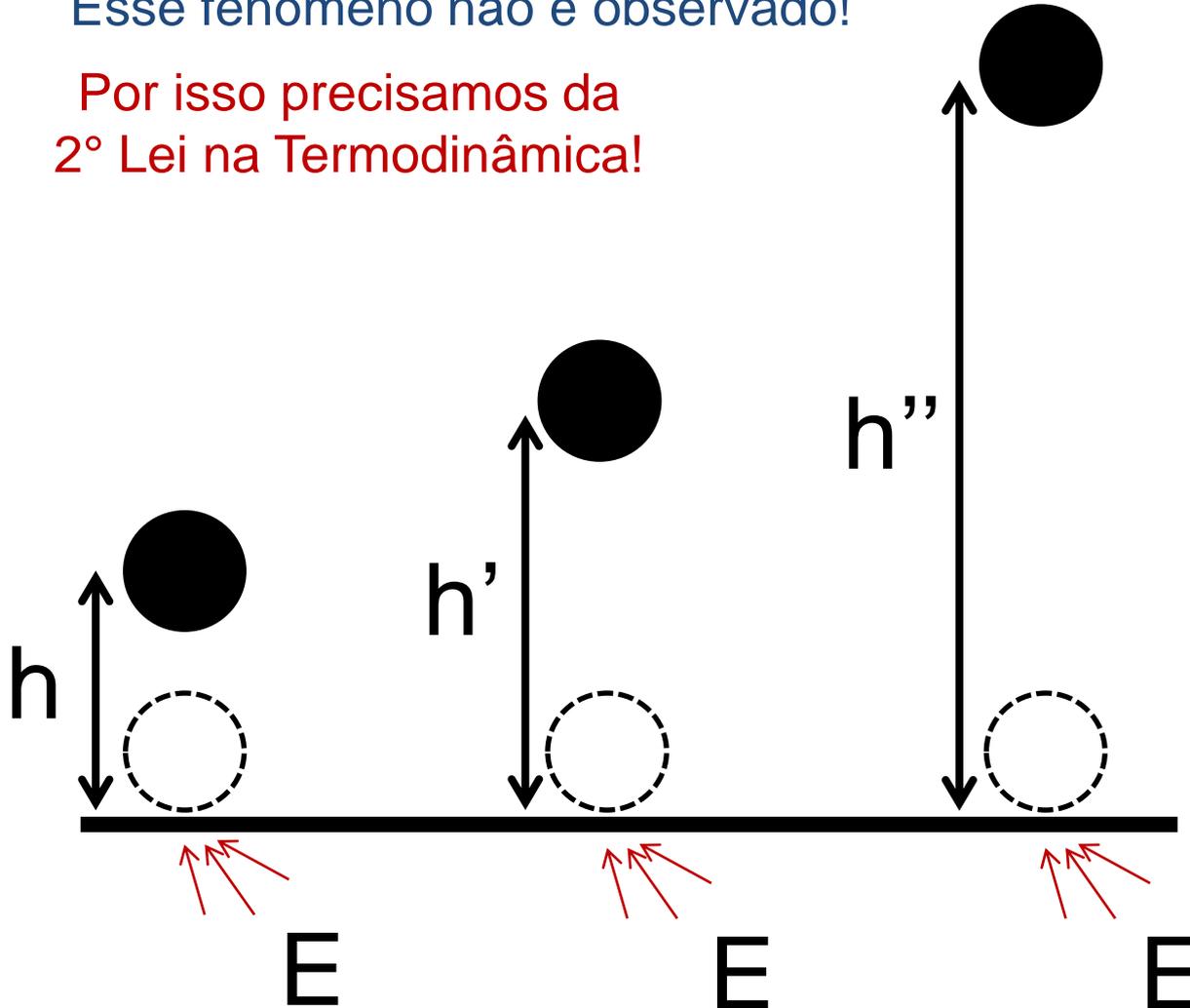
“Não é possível um processo cíclico no qual o calor é retirado de uma fonte quente e convertido inteiramente em trabalho.”



2ª Lei da Termodinâmica

- Não viola 1ª Lei da Termodinâmica;
- Esse fenômeno não é observado!

Por isso precisamos da
2ª Lei na Termodinâmica!



Necessidade da 2ª Lei da Termodinâmica:

A primeira lei não coloca nenhuma restrição acerca do sentido que as várias transformações de energia podem ocorrer, de forma que todas as transformações poderiam ser reversíveis

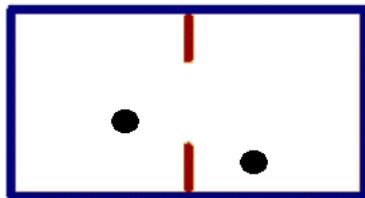
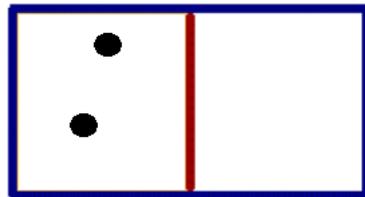
Vemos que para um dado processo acontecer não é suficiente que a energia seja conservada. Por exemplo, quando um corpo é colocado em contato com outro corpo que possui temperatura mais elevada, o calor flui do corpo mais quente para o mais frio. Dizemos que esse é um processo irreversível, ou seja, ocorre naturalmente apenas em uma direção. Nunca se observou o calor fluindo do corpo mais frio para o mais quente, embora a energia total pudesse ser conservada num processo desse tipo.

2ª Lei da Termodinâmica

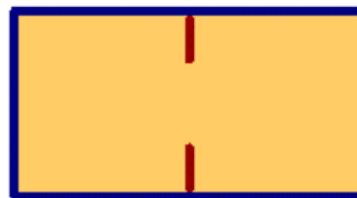
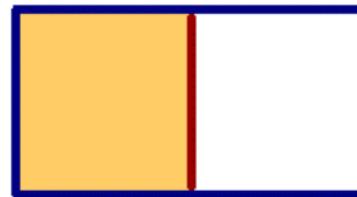
“Se um processo ocorre em um sistema fechado, a entropia do sistema aumenta se o processo for irreversível e permanece constante se o processo for reversível”

$$\Delta S \geq 0$$

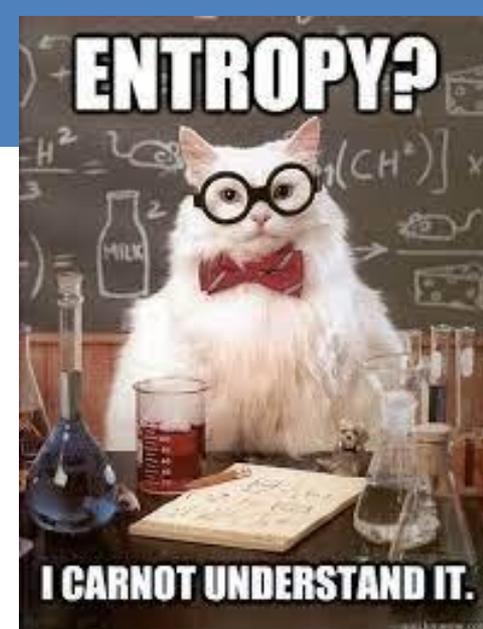
- Variação da entropia;
- Interpretação microscópica;



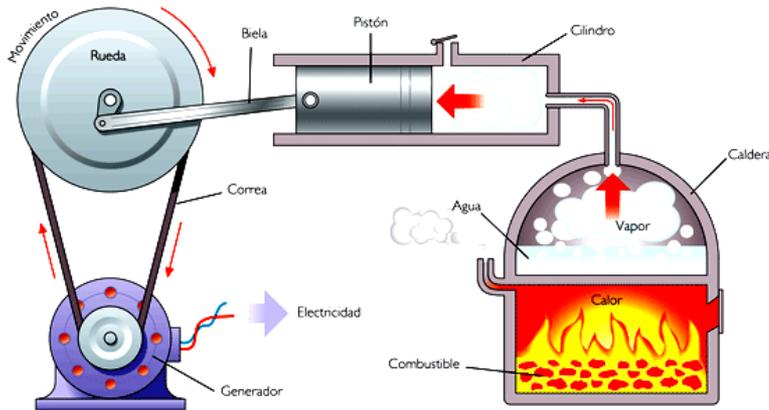
Processo reversível



Processo irreversível



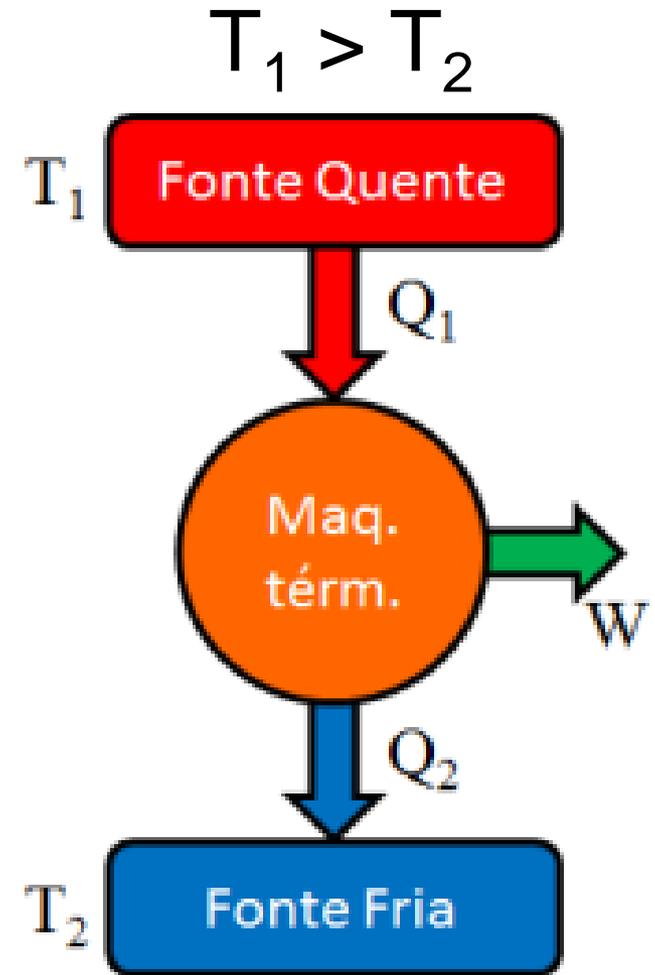
2ª Lei explica Teorema de Carnot: Máquina térmica



Teorema de Carnot

“Nenhuma máquina trabalhando entre dois reservatórios térmicos pode ser mais eficiente do que uma máquina reversível trabalhando entre os dois reservatórios”

- **Transferência de calor deve ser feita isotermicamente;**
- **Expansão adiabática quase-estática;**



Vamos analisar alguns
Processos
Termodinâmicos..

Processos termodinâmicos

Vamos estudar esses quatro processos termodinâmicos, e como calcular o Trabalho (W) realizado e o Calor (Q) transferido em cada caso:

- **Processo Isobárico;** → **Pressão const.**
- **Processo Isocório (isovolumétrico);** → **Volume const.**
- **Processos Isotérmicos;** → **Temp. const.**
- **Processo Adiabáticos;** → **$Q = 0$**

Processo Isobárico

➤ Processos Isobárico;

Ocorre mantendo a **Pressão constante**, logo o trabalho realizado é dado por:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

$$W = P \cdot \Delta V$$

Ou seja, se o gás expande ($V_f > V_i$) ou comprime ($V_f < V_i$) o trabalho foi realizado pelo sistema ou sobre o sistema, assim recebendo ou perdendo energia.

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = Q + P\Delta V$$

$$Q = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$$

Definição Entalpia:

$$H = U + PV$$

Entalpia

➤ Entalpia de uma reação química;

A Entalpia de uma reação química

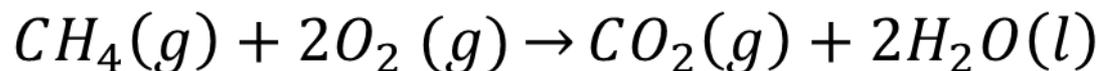
$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

Entalpia de combustão;
Entalpia de formação;
Entalpia de ionização;
Entalpia de hidratação, etc...

À pressão constante, a variação da entalpia de um sistema é igual ao fluxo de calor.



Reação endotérmica



$$\Delta H = -890,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Reação exotérmica



Processo Isocórico

➤ **Processos Isocórico** (ou Isovolumétrico);

Ocorre mantendo o **Volume constante** ($\Delta V=0$), e portanto não realiza trabalho,

pois:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV \longrightarrow W = 0 \quad \Delta U = Q + W$$
$$\boxed{\Delta U_{int} = Q}$$

Ou seja, todo **calor fornecido** (ou recebido) pelo sistema atua aumentando (ou diminuindo) a **energia interna do sistema**.

$$\boxed{\Delta U_{int} = Q}$$

ex: Panela de pressão



Processo Isotérmico

➤ Processos Isotérmico:

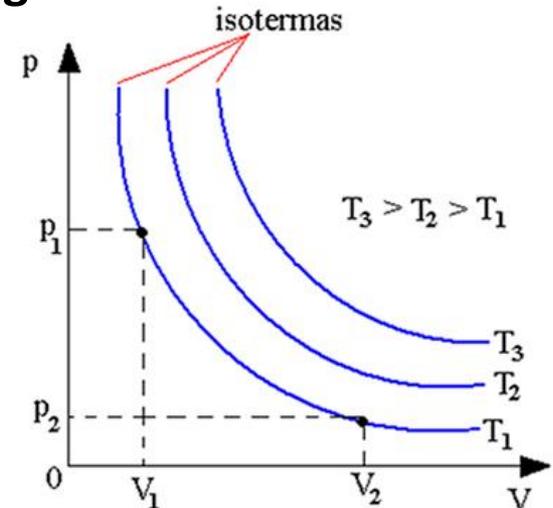
Ocorre mantendo a **Temperatura constante** ($\Delta T=0$), portanto não muda a energia interna do sistema $\rightarrow \Delta U=0$, assim temos que:

$$\Delta U = Q + W$$

$$Q = -W$$

Ou seja, todo **trabalho (W)** é convertido em **calor (Q)** (ou o contrário) neste processo. Para calcular o trabalho realizado em um gás ideal:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV \longrightarrow W = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$
$$PV = nRT$$



Logaritmo na base 10 (log) e Logaritmo na base e (ln)

Logaritmo na base 10:

Não tenha medo do Logaritmo!

$$\text{Log}_{10}(X) = y$$

$$X = 10^y$$

Logaritmo Neperiano (na base $e = 2,718\dots$) ou

$$\text{Ln}_e(X) = y$$

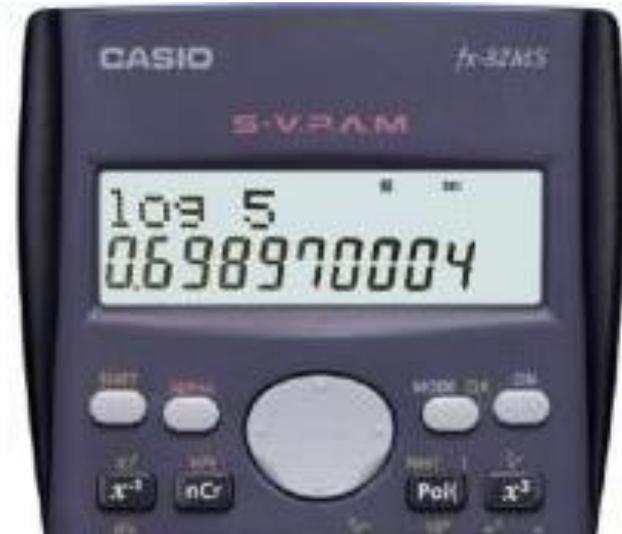
$$X = e^y$$

Logaritmando

Logaritmo

$$\text{Log}_a b = x \Leftrightarrow a^x = b$$

Base



Número neperiano: e

Número neperiano (e = 2,718281...)

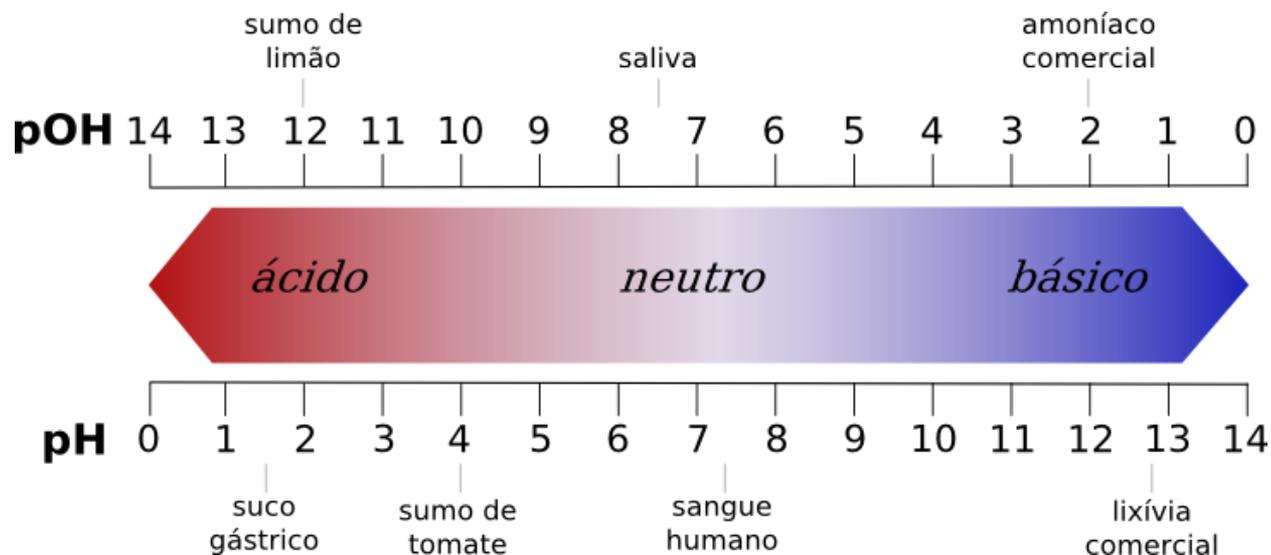
Número de Euler

[https://pt.wikipedia.org/wiki/E_\(constante_matem%C3%A1tica\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/E_(constante_matem%C3%A1tica))

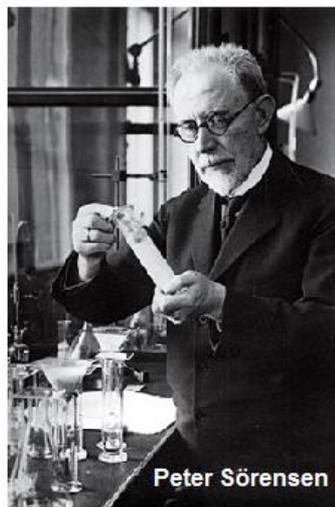
<https://www.youtube.com/watch?v=AuA2EAgAegE>



Escala de pH



$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$



Peter Sørensen

Calcule o pH para uma solução com concentração $[\text{H}^+] = 1,4 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(1,4 \times 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 4,85$$

Søren P. L. Sørensen (1909)

Exemplos: pH

- 1) Calcule o pH para uma solução com concentração $[H^+] = 1,4 \times 10^{-5} \text{ M}$ (Molar = mol/L)

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(1.4 \times 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 4.85$$



- 2) Calcule a concentração de íon $[H^+]$ sabendo que uma solução tem $\text{pH} = 8,5$

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}}$$

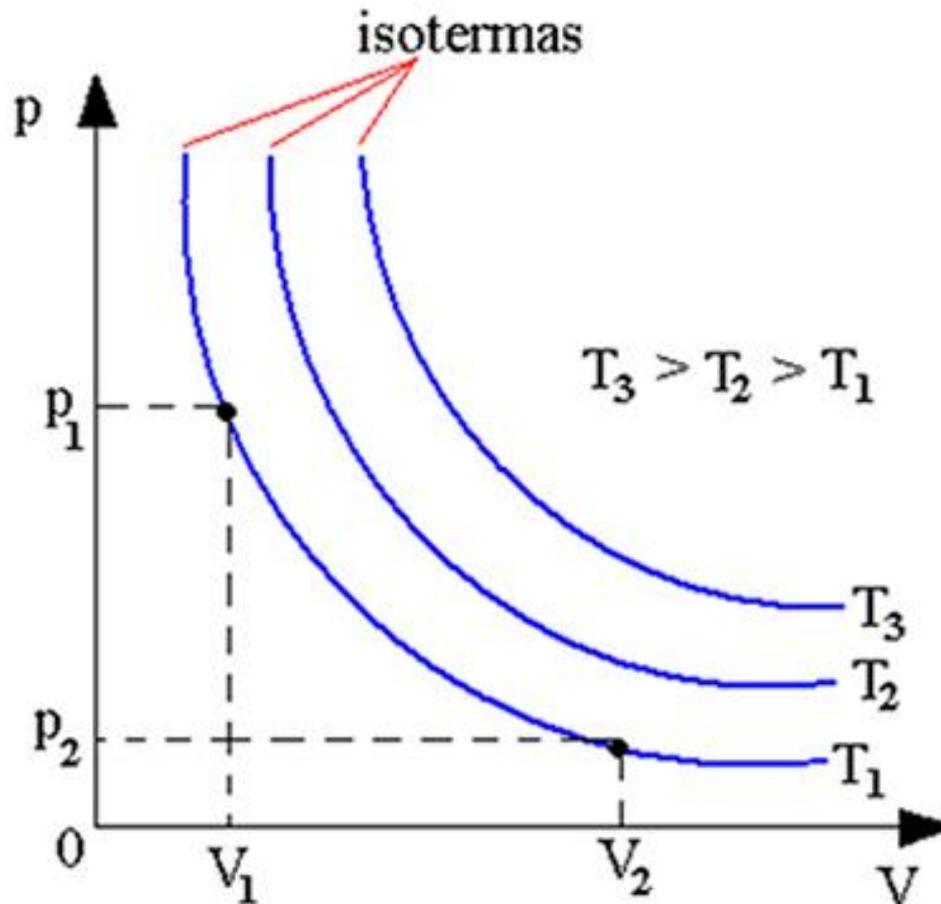
$$[H^+] = 10^{-8.5}$$

$$[H^+] = 3.2 \times 10^{-9} \text{ M}$$

Processo Isotérmico

➤ Processos Isotérmico:

No gráfico PxV temos as isotermas



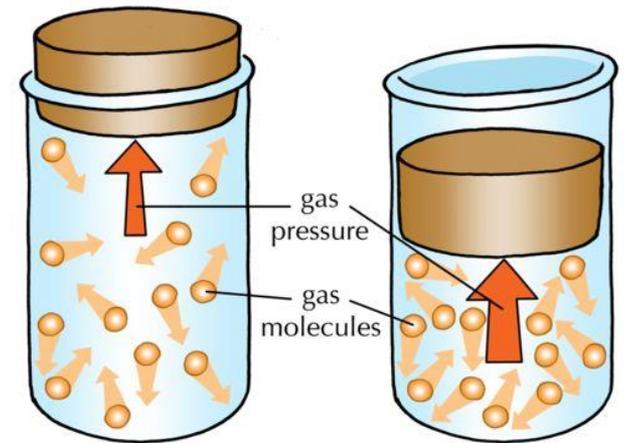
Para calcular o trabalho realizado em um processo isotérmico usa:

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$

Processo Isotérmico

- **Exemplo:** um gás expandiu em um processo isotérmico do volume inicial $V_i = 5$ Litros até o volume final $V_f = 8$ Litros, onde o número de mols é $n = 2$ mols e a Temperatura é 300 Kelvin. Qual o trabalho realizado neste processo?

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$



$$W = (2) * (8,3143) * (300) * \ln(8/5)$$

$$W = 2344,65 \text{ Joules}$$

Exercícios e exemplos..

Exercícios

- 1) Qual o volume ocupado por 1 mol de gás atmosférico quando a pressão é de 1 atm (1 atm = 101325 Pa) e a temperatura é de 27°C?

Resposta: 0,02462 m³

- 2) O ar atmosférico é composto por 78 % de N₂ (28) e 21% de O₂ (32). Qual a densidade do ar, utilizando o volume da questão anterior, em kg m⁻³?

Resposta: 1,1609 kg m⁻³

Exercícios

- 3) Um cilindro contém 12 L de O_2 a 20°C e a uma pressão de 15 atm. A temperatura é elevada para 35°C e o volume reduzido para 8,5 L. Qual a pressão final do gás em atm?

Resposta: 22,26 atm

- 4) 1 mol de O_2 (assumir como gás ideal) expande-se a uma temperatura (T) constante de 310 K a partir de um volume inicial (V_i) de 12 L para um volume final (V_f) de 19 L. Qual o trabalho realizado na expansão?

Resposta: -1184,37 J

Exemplo

Um mol de gás ideal a 298 K e exercendo uma pressão de 250 kPa sobre um pistão expande-se irreversível e isotermicamente contra uma pressão externa de 100 kPa até que sua pressão torne-se igual à externa. Pergunta-se:

a) Qual o valor do trabalho executado pelo gás na expansão?

Resposta: -1485,98 J

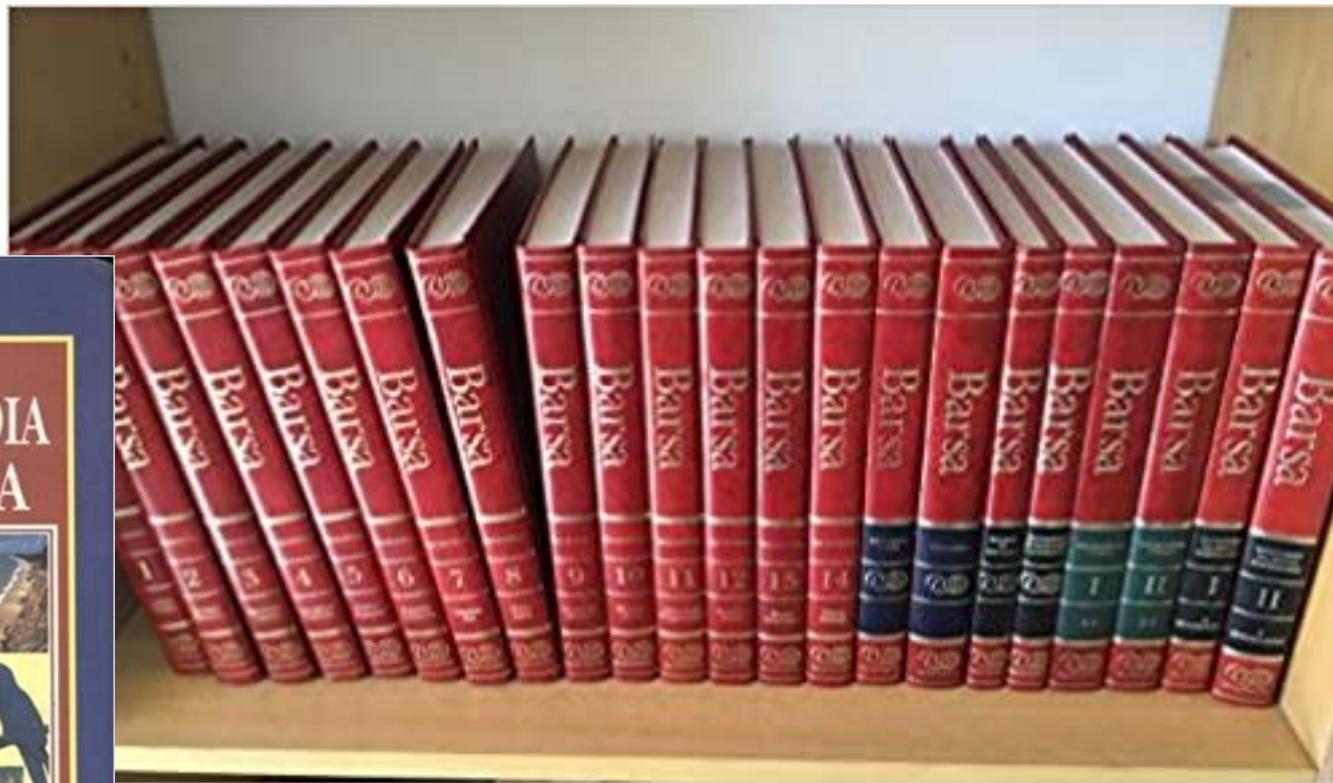
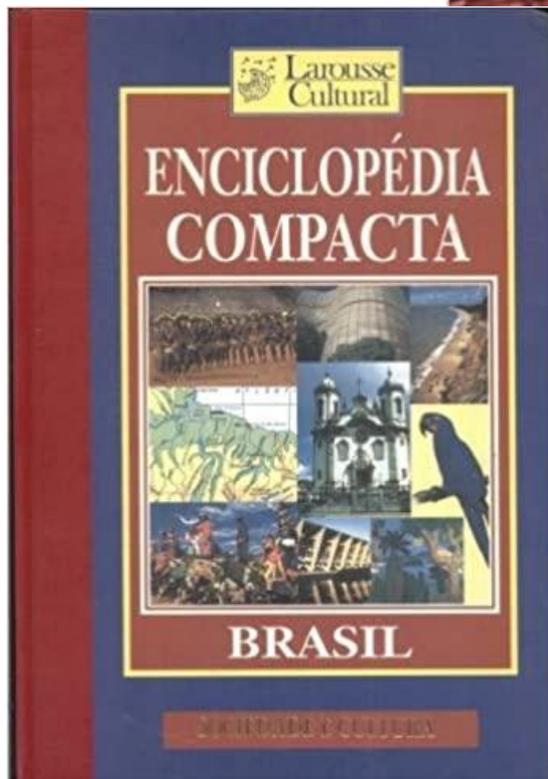
b) Se essa mesma expansão fosse reversível, qual seria o trabalho?

Resposta: -2269,62 J

ChatGPT

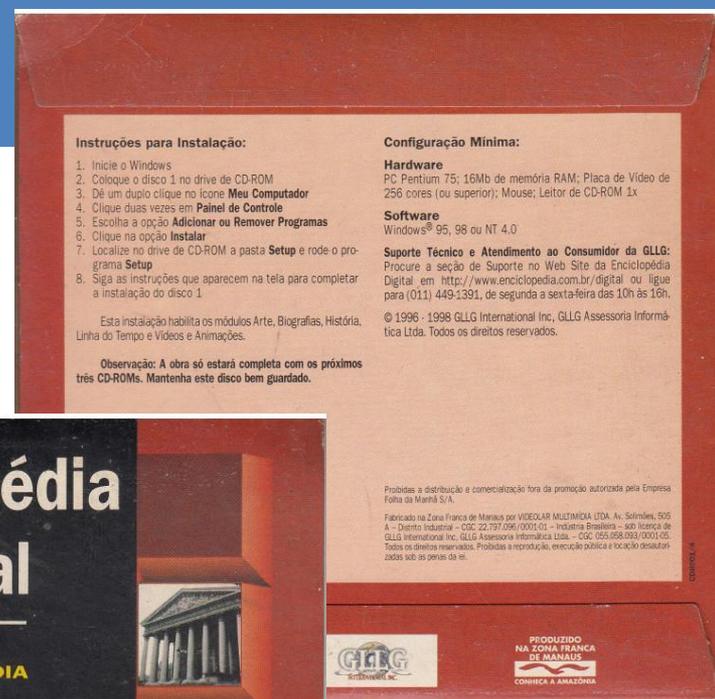
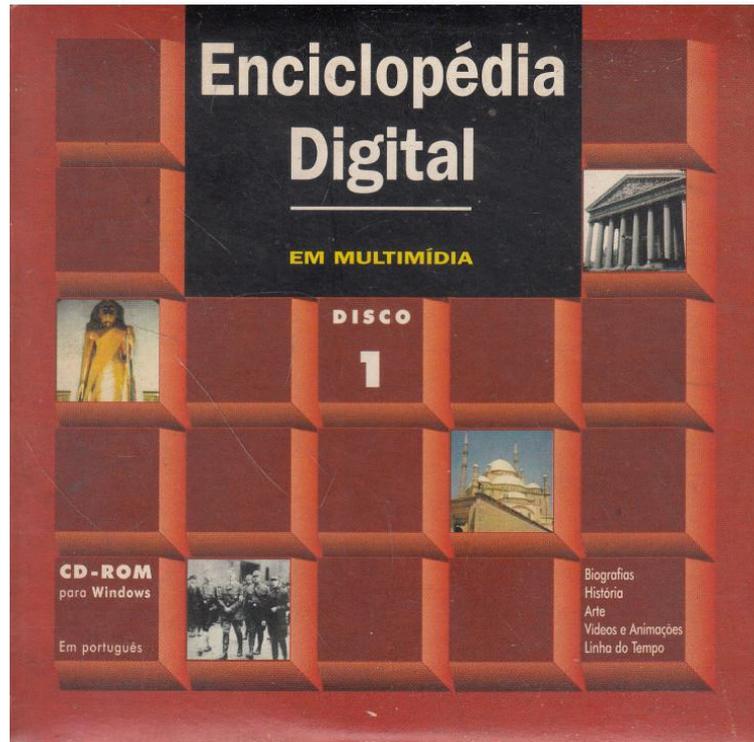
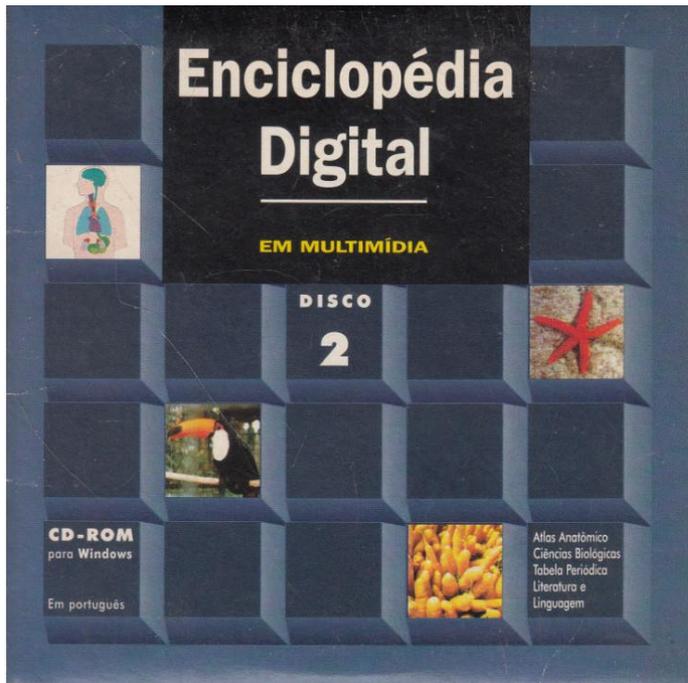
Enciclopédias Livros (Barsa, etc)

Até anos 90



Enciclopédias em CD (digitais)

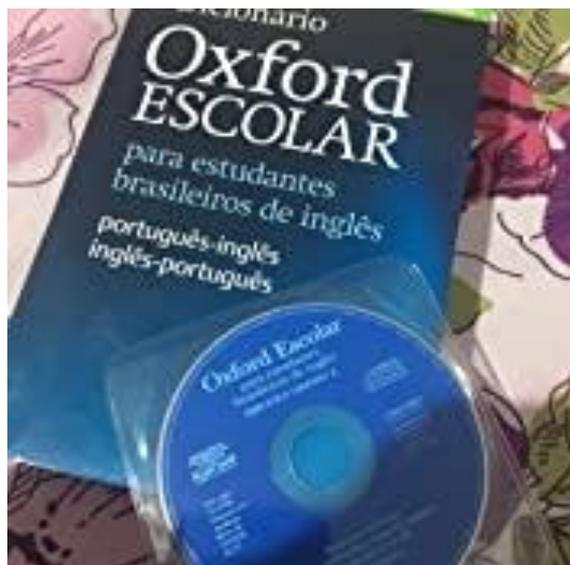
Ano: ~ 1995 até 2005



Enciclopédias on-line (Wikipedia)

Ano: ~ 2005

- Buscadores
- Tradutores de texto
- Calculadoras..



WIKIPÉDIA
A enciclopédia livre

Página principal | **Discussão** | Ler | Ver fonte | Ver histórico

Bem-vindo(a) à Wikipédia,
a enciclopédia livre que todos podem editar.

20h02min (UTC); terça-feira, 7 de junho de 2011
686 530 artigos (107 bons e 366 destacados) em português.
Portais · Livros · Índice geral · Ajuda · Estatísticas

Guia · Perguntas frequentes · Comunidade · Políticas da Wikipédia · Doações · WAP · Acessibilidade · Contato

Artigo em destaque

Gyromitra esculenta é um fungo ascomicete do género *Gyromitra*, com ampla distribuição na Europa e América do Norte. Ocorre normalmente em solos arenosos sob árvores de coníferas durante a primavera e início do verão. O corpo frutífero, ou cogumelo, é um **pileo** com forma de cérebro de cor castanha-escura que pode atingir os 15 cm de largura, suportado por um **estipe** grosso com até 6 cm de altura.

Apesar de potencialmente fatal se ingerido cru, *Gyromitra esculenta* é um petisco popular na Escandinávia, Europa de Leste, e na região dos Grandes Lagos da América do Norte. Apesar de popular em alguns distritos dos Pireneus orientais, a sua venda é proibida na Espanha. Pode ser vendido fresco na Finlândia, mas tem de ser acompanhado de avisos e instruções sobre a sua correta preparação. Na culinária da Finlândia é consumido em omeletes, sopas, ou salteado.

Embora seja, em geral, parcialmente cozinhado antes de ser preparado, evidências recentes sugerem que mesmo este procedimento pode não tornar o cogumelo inteiramente seguro, criando assim alguma preocupação sobre os riscos associados ao seu consumo mesmo quando preparado de modo correto. **(leia mais...)**

Eventos recentes

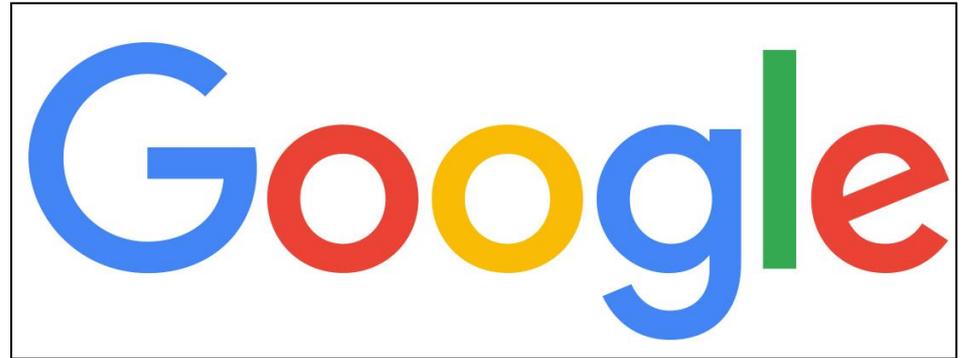
- Partido Social Democrata, liderado por Pedro Passos Coelho (foto), vence as **eleições legislativas** em Portugal.
- Morre aos 83 anos **Jack Keवorkian**, médico e defensor do suicídio assistido.
- **Joseph Blatter** reeleito presidente da FIFA, em Zurique.
- **Surto** de uma estirpe tóxica de *E. coli* atinge vários países europeus, sobretudo a Alemanha.
- Organização Mundial de Saúde publica relatório classificando a **radiação emitida por telefones celulares** como possivelmente cancerígena para seres humanos.
- **Ratko Mladić** preso por crimes contra a Humanidade cometidos durante a Guerra da Bósnia entre 1992 e 1995.

Mortes recentes – Mais eventos atuais...

Buscadores

Ano: ~ 2000-2005

- Buscadores: Google
- Bing, Cadê, etc..



A screenshot of a Google search result for the query "Converte 15 Metros em polegadas". The search bar shows the query and the Google logo. Below the search bar, there are navigation links for "Todas", "Shopping", "Imagens", "Videos", "Noticias", "Mais", and "Ferramentas". The search results show "Aproximadamente 586.000 resultados (0,33 segundos)". The main content is a conversion tool interface. It features a dropdown menu for "Comprimento" (Length), a text input field containing "15", a dropdown menu for "Metro", an equals sign, a text input field containing "590,551", and a dropdown menu for "Polegada". Below this, a "Fórmula" section states "multiplique o valor de comprimento por 39,37". At the bottom, there are links for "Mais informações" and "Feedback", and a citation for "metric-conversions.org" with the URL "https://www.metric-conversions.org > comprimento". The title "Conversão de Metros em Polegadas" is displayed at the bottom of the result.

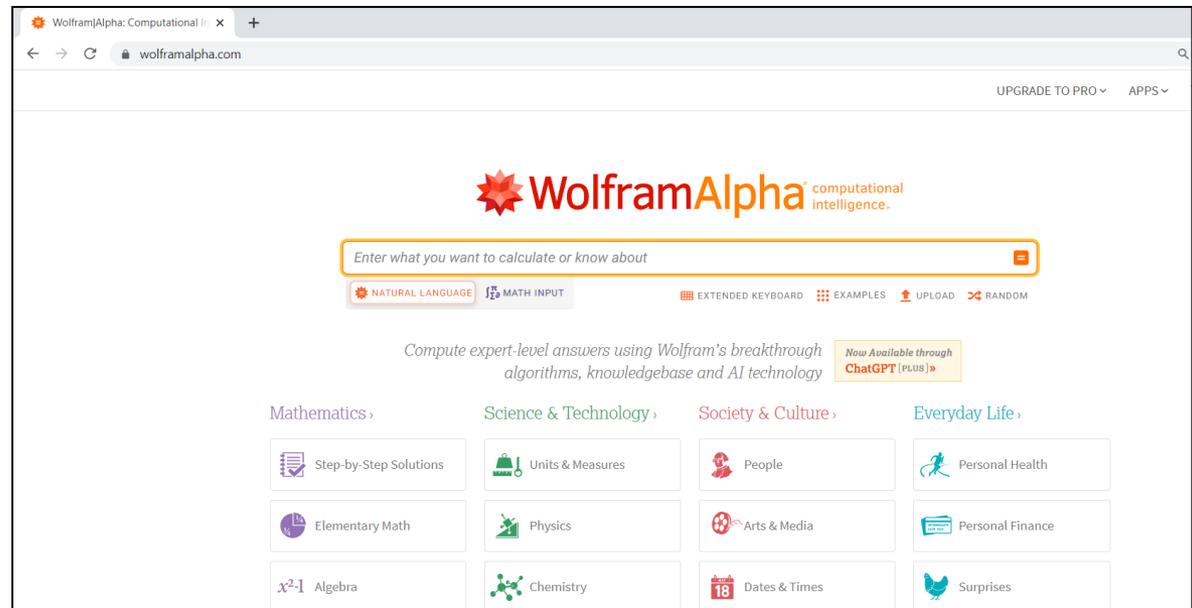
Cálculos matemáticos



Ano: ~ 2009

<https://www.wolframalpha.com/>

- Maple, Mathematica
- WolframAlpha

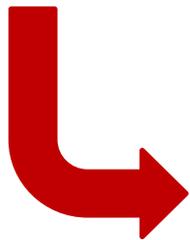
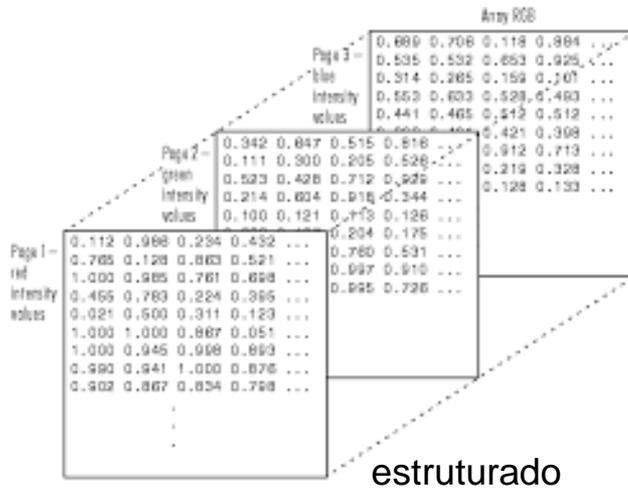


Aprenda usar!

Vídeo tutorial

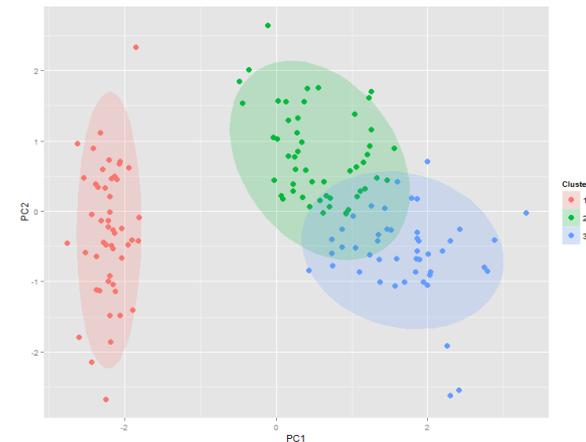
<https://youtu.be/CK3egKjjqEc>

Big Data

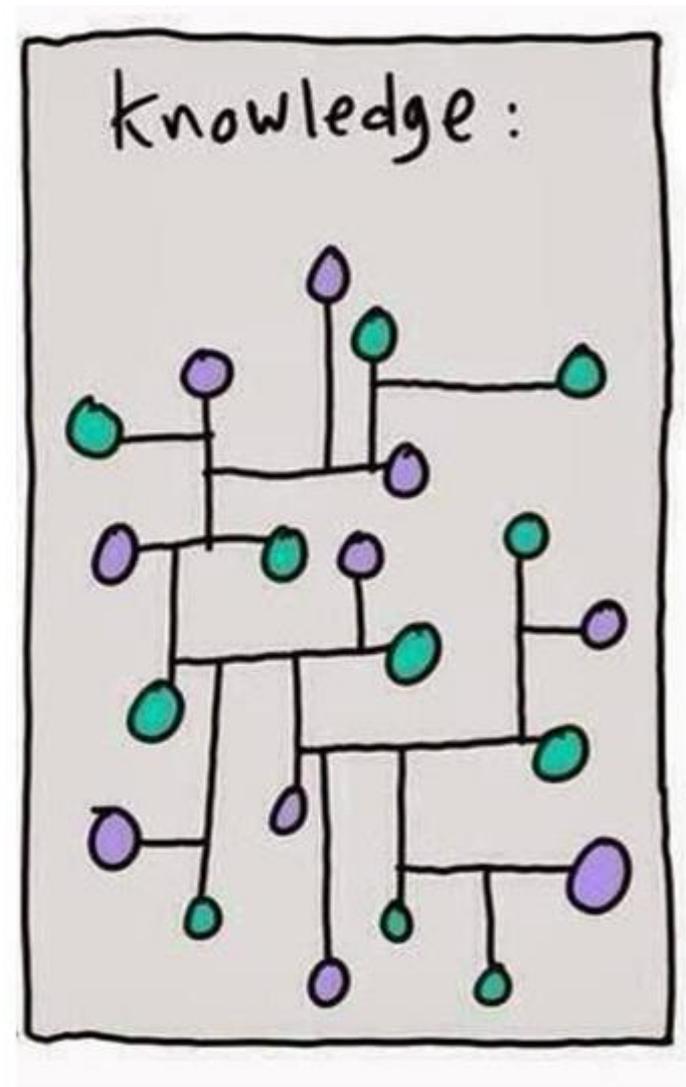
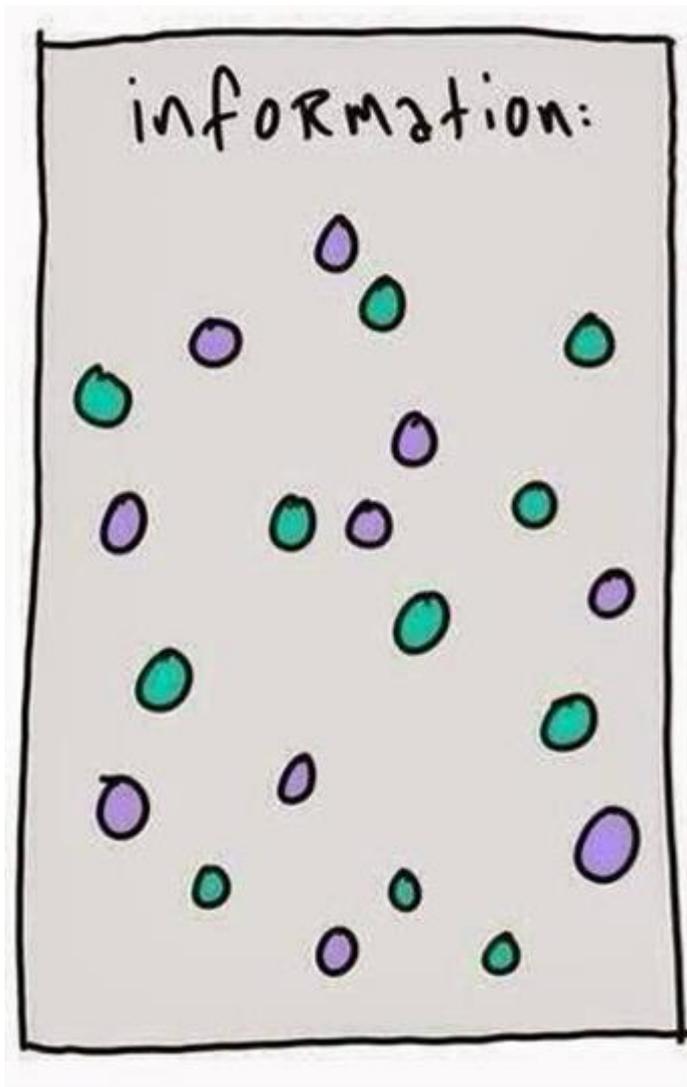


Métodos de IA,
Aprendizado de Máquina,
Estatística, Redes Neurais,
Quimiometria, etc..

Classificação:



Informação vs Conhecimento



Inteligência “Conversacional”

Máquina que interpreta texto?



MENU G1

TECNOLOGIA E GAMES

17/02/2011 10h09 - Atualizado em 17/02/2011 10h44

Máquina vence duelo contra humanos em programa de TV

Supercomputador levou a melhor em programa de conhecimentos gerais. Seus recursos avançados de análise podem ajudar na indústria da saúde.

Do G1, em São Paulo



Após uma maratona de três noites no programa de TV que testa conhecimentos gerais, Jeopardy, o supercomputador da IBM, Watson, saiu vitorioso ao vencer o prêmio de US\$ 1 milhão.

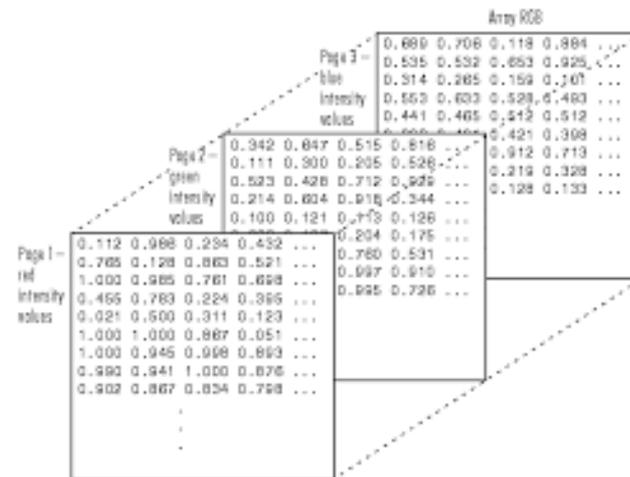
<https://www.youtube.com/watch?v=NIhkAkUnMpA>

Inteligência Artificial “Conversacional”

Processamento de Linguagem Natural



ChatGPT



..lendo muitos documentos, transforma em dados numéricos para aprender quais palavras costumam aparecer depois de quais outras (probabilidade), dando valores para essas combinações.

Acertar na _____

1. “Mosca”
2. “Lata”
3.

1. “Correr”
2. “Andar”
3.

Hoje eu comprei um tênis para começar a _____

É como um “*autocompletar*” texto muito poderoso

Inteligência Artificial -> “Conversacional”

ChatGPT → DICA! Tente usar como um assistente nos estudos!

Ano ~ 2023

<https://chat.openai.com/chat>

https://youtu.be/zKO_plZ28t0



Impactos na Sociedade e na Pesquisa científica

<https://www.youtube.com/live/qBUIY7aDc5s?feature=share>

Impactos na Escrita Científica

<https://www.youtube.com/live/vYKpnWX16Ws?feature=share>

Chatbot Whatsapp, tradução,

Futuro ?

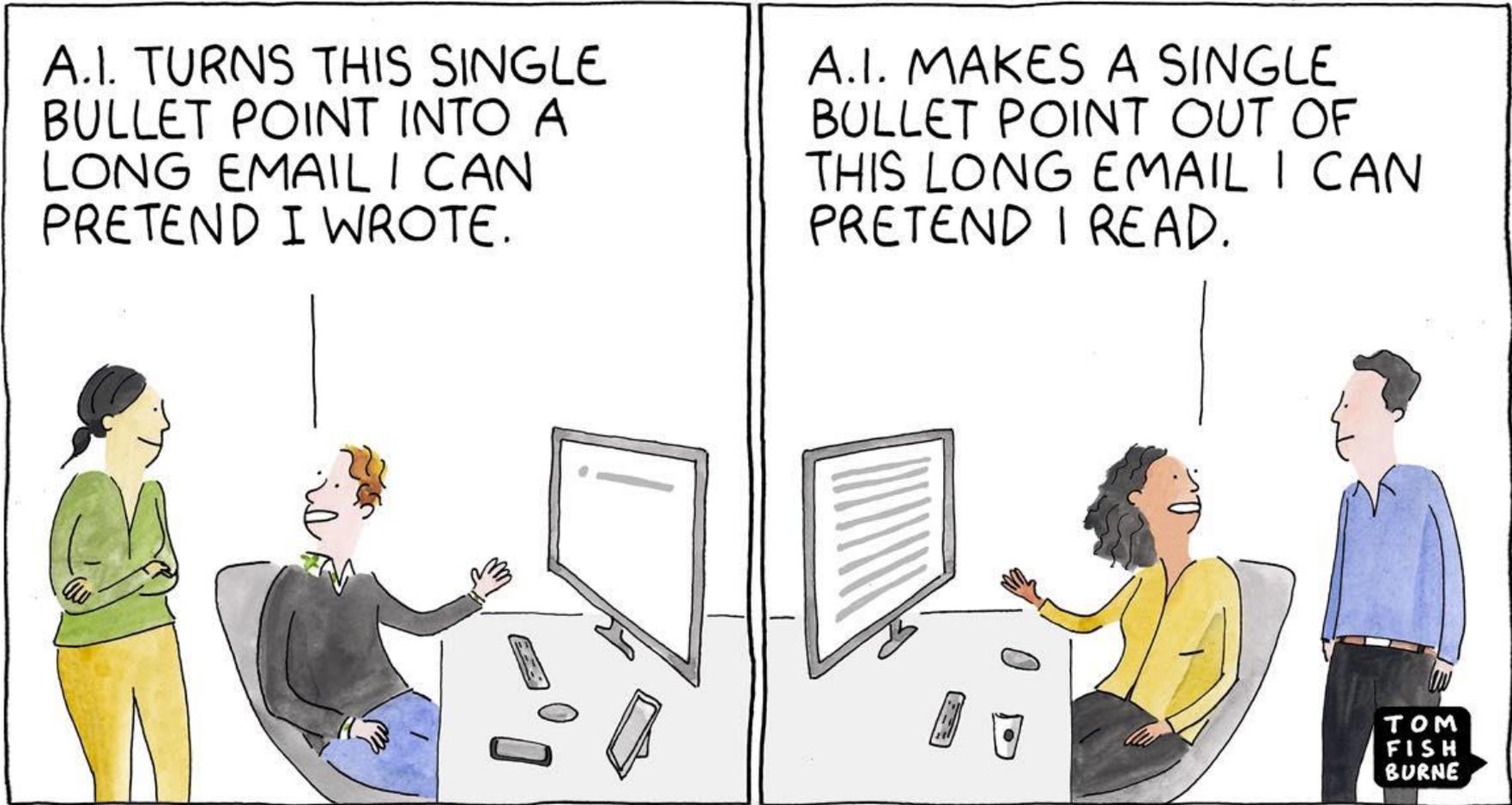
Futuro

Fazenda do futuro ?

<https://www.youtube.com/watch?v=DN-lbARQPw0>



- Bullet point



Tarefas

- Leia o Cap. 2 da Apostila:
 - Física do Ambiente Agrícola
(tem no e-disciplinas pdf)
- Treine exercícios da Lista 2 e do Cap. 2