



prof. norba

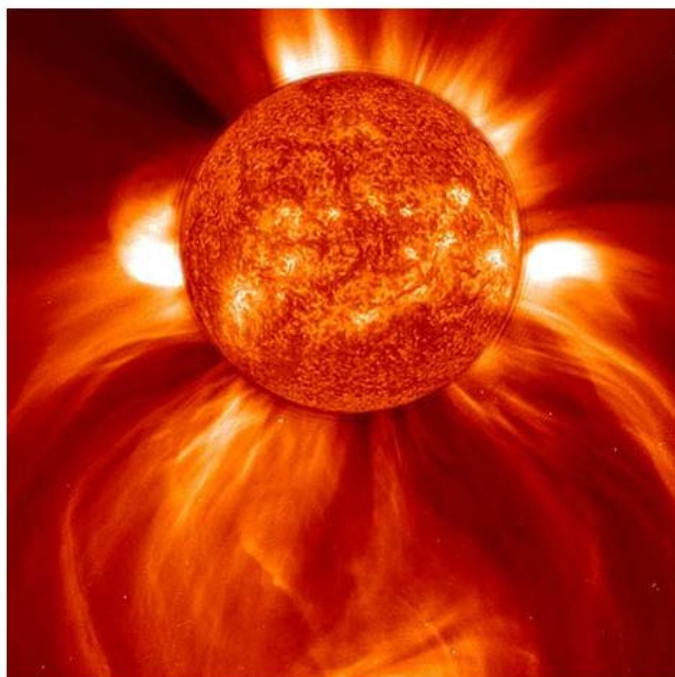


Prof. Norba

**Capítulo 4:
Calor e Energia**

Tópicos de Física Geral e Experimental

Introdução



- Quente ou frio: sabemos intuitivamente
- De olhos fechados não sabemos diferenciar o que provoca a injúria ao tecido.



○

prof. norba

○

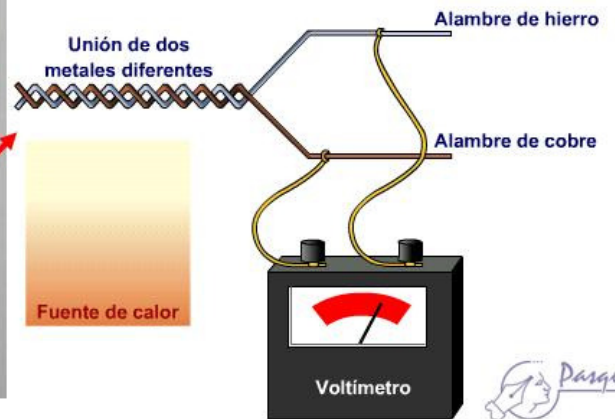
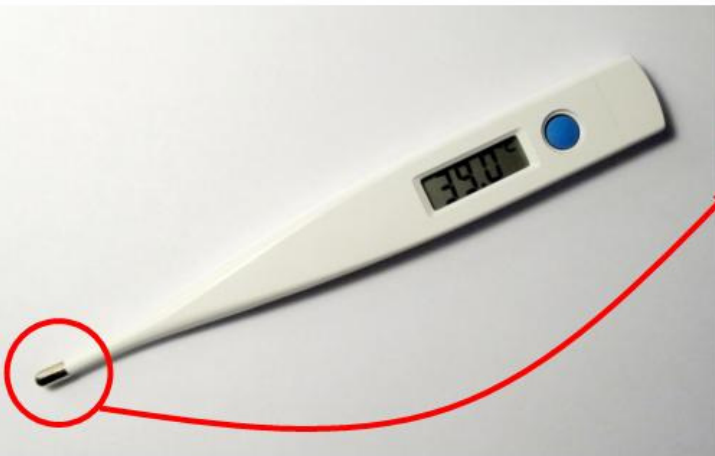
○

○

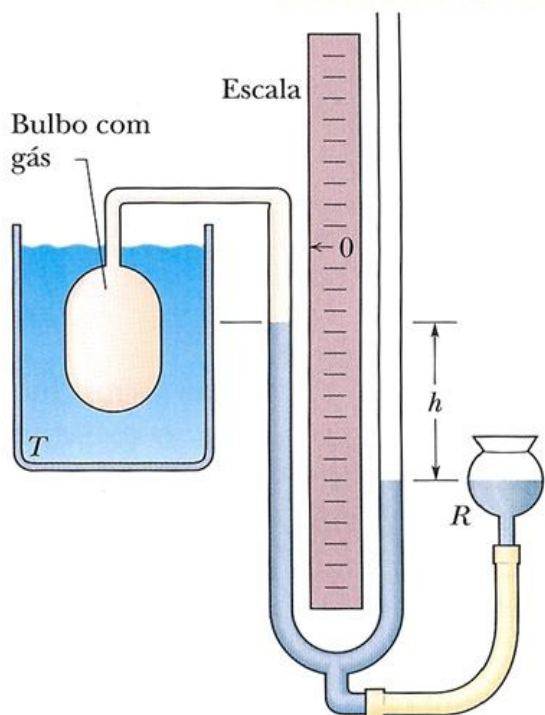
Termômetros



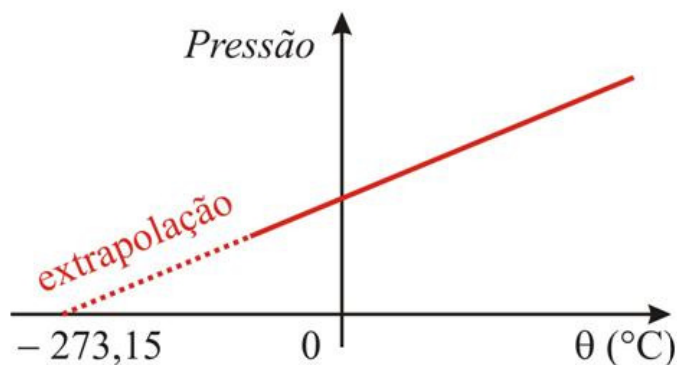
- Primeiros:
← dilatação de fluidos
- Atuais
infravermelho ↗
termopar ↓



Termômetro de Gás



- Gases esfriados: o volume e a pressão diminuem;
- Para pressão e volume “zero” (extrapolação) tem-se temperatura absoluta: 0 K (kelvin), equivalente a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



- A altura h é proporcional à temperatura do meio onde o bulbo está mergulhado

$$\underbrace{T}_{\text{K}} = 273,15 + \underbrace{\theta}_{\text{}^{\circ}\text{C}}$$

Lei dos Gases (ideais)



Robert Boyle (1627 – 1691)

- Lei de Boyle
“o volume de uma quantidade qualquer de gás a uma determinada temperatura é inversamente proporcional à pressão a que ele é sujeito”.

$$PV = cte$$



Louis Joseph Gay-Lussac (1778 – 1850)

- Lei de Charles (ou de Gay-Lussac)
“a pressão de qualquer gás contido em determinado volume aumenta em 1/273 de seu valor inicial para cada grau centígrado de temperatura”.

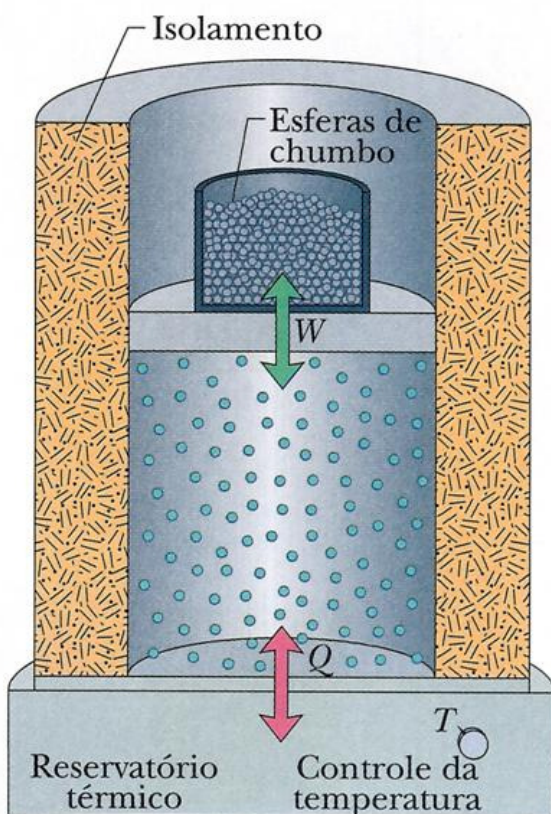
$$\frac{P}{T} = cte$$



prof. norba



Lei dos Gases (ideais)



- Combinando as leis de Boyle e de Charles resulta a equação dos gases ideais

$$PV = nRT$$

onde

$$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0,08206 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$n = \frac{N}{N_A} \left(\frac{n^\circ \cdot \text{partículas}}{n^\circ \cdot \text{Avogadro}} \right)$$

sendo

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \frac{\text{átomos}}{\text{mol}}$$

Note que

Pressão: 1 atm = 101,325 kPa,

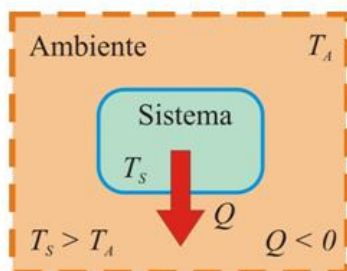
Volume = 1000 L = 1 m³

e também, $R = k_B \cdot N_A$, sendo k_B a constante de Boltzmann.

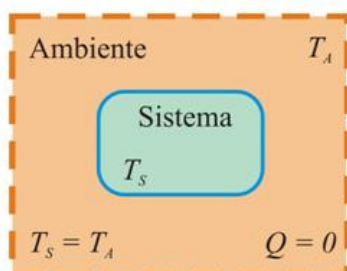


Calor e Temperatura

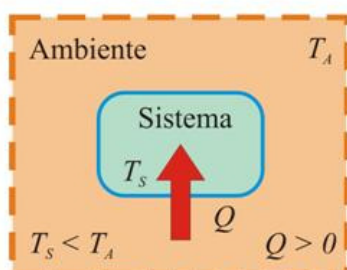
prof. norba



- O calor para o sistema lembra uma conta bancária: sai calor, o sinal é negativo.



- Se não há troca, o sinal é nulo.



- Se entra calor, o sinal é positivo.

- Calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura

$$Q = m \cdot c \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

$$Q = m \cdot L$$

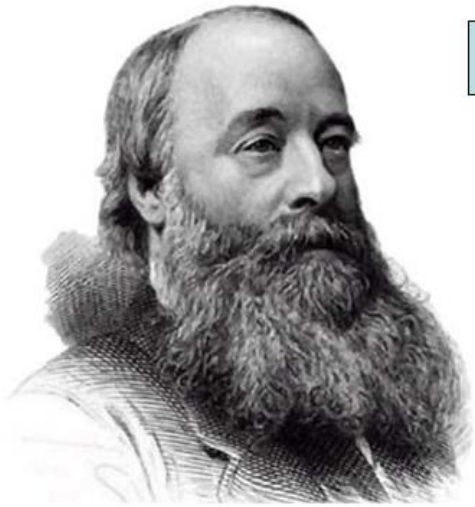
- Temperatura é uma medida que reflete a energia cinética de translação média das partículas do sistema

$$\frac{3}{2} k_B T = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle$$

- onde k_B é a constante de Boltzmann

$$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

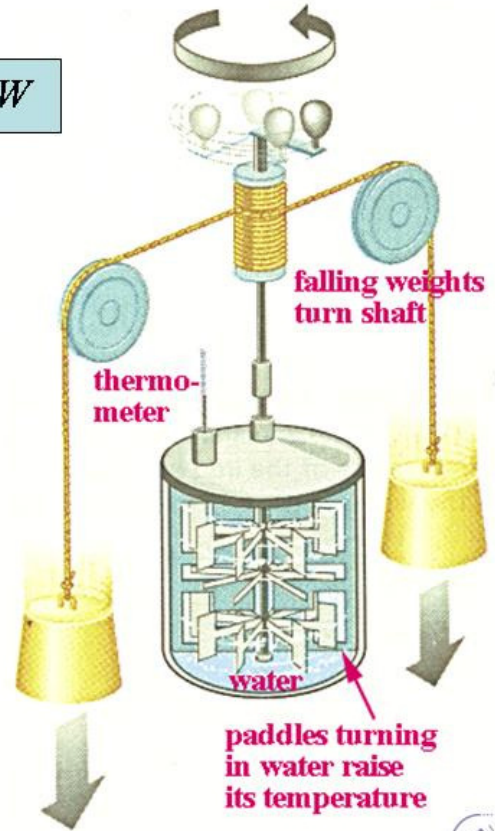
O Equivalente Mecânico do Calor



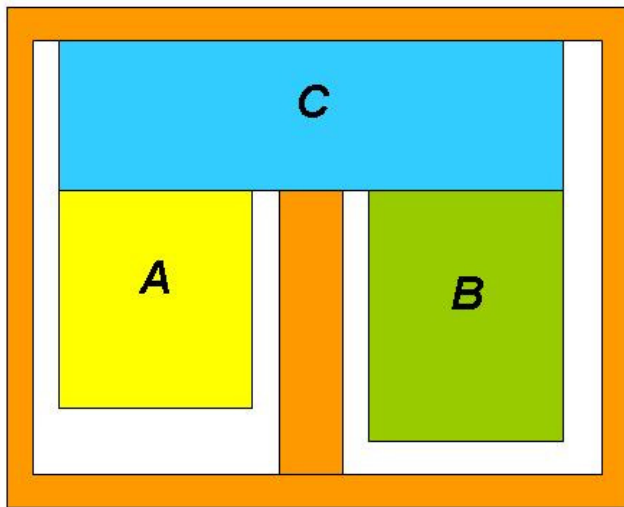
James Prescott Joule
(1818 – 1889)

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

$$Q = 4,1868 W$$



Termodinâmica

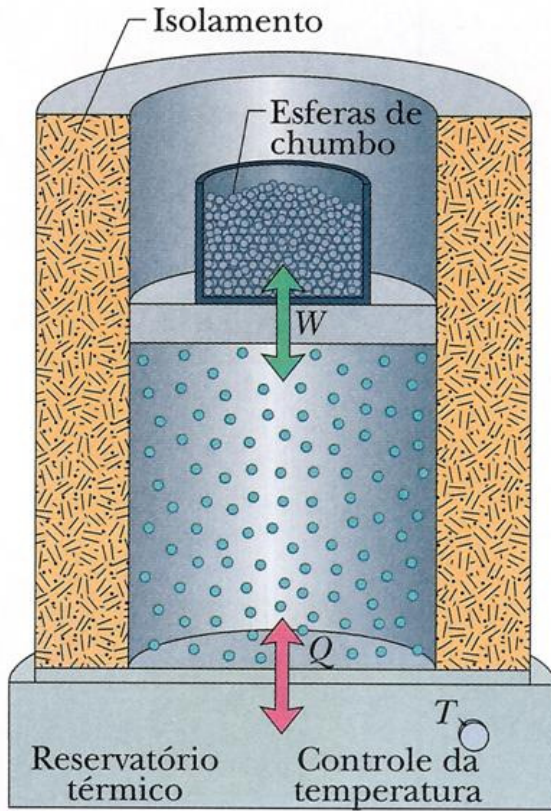


- Lei Zero da Termodinâmica

Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

$$T_C = T_A = T_B \text{ (equilíbrio térmico)}$$

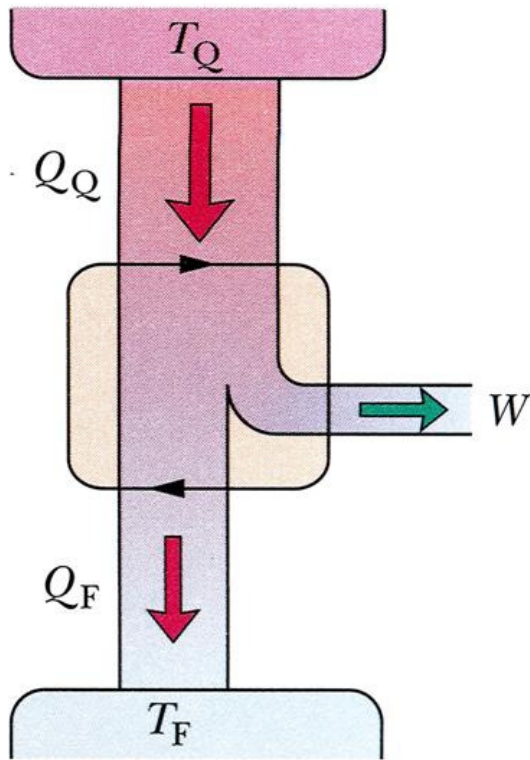
Termodinâmica



- Primeira Lei da Termodinâmica
A energia interna U de um sistema tende a aumentar, se acrescentamos energia na forma de calor Q , e a diminuir, se removemos energia na forma de trabalho W realizado pelo sistema

$$\Delta U = Q - W$$

Termodinâmica



- Segunda Lei da Termodinâmica
É impossível construir uma máquina térmica, operando em ciclos, que produza o único efeito de extrair calor de um reservatório e realiza uma quantidade equivalente de trabalho.

$$\Delta S_{uni} = \Delta S_F + \Delta S_Q = \frac{Q_F}{T_F} - \frac{Q_Q}{T_Q}$$

Eficiência de uma máquina térmica

$$\varepsilon = \frac{W}{Q_Q} = \frac{Q_Q - Q_F}{Q_Q} = 1 - \frac{Q_F}{Q_Q}$$

Referências Bibliográficas

- Literatura
 - Gamow, G. *Biografia da Física*. Rio de Janeiro, Zahar, 1963.
 - Eves, H. *Introdução à História da Matemática*. 2ª. edição. Campinas, Unicamp, 1997.
 - Boyer, C. B. *História da Matemática*. São Paulo, Edgard Blücher, 1994.
 - Farrington, B. *A Ciência Grega*. São Paulo, Ibrasa, 1953.
- Imagens
 - http://www.prof2000.pt/users/ctvfq/Index_ficheiros/imagens1/sol.jpg
 - <http://www.punto-sporting.de/Bilder/lcedCar.jpg>
 - http://mundoentrelinhas.files.wordpress.com/2008/10/termometro_21.jpg
 - http://www.dutramaquinas.com.br/imagens/produto/alta/5812_termometro_digital_infravermelho_com_mira_laser__ti870.jpg
 - <http://chanblog.files.wordpress.com/2009/05/termometro.jpg>
 - <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/Animation/gaslab/Images/chtmmp.gif>
 - <http://www.scientific-web.com/en/Physics/Biographies/Images/JosephLouisGayLussac.jpg>
 - http://mgprofil.files.wordpress.com/2009/05/robert_boyle_0001.jpg
 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Jacques-Charles_Dupont_de_L%27Eure.jpg
 - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/TermometroDeGas.png>
 - http://nea.educastur.princast.es/repositorio/RECURSO_ZIP/1_jantoniozu_Trab_energ_cal_2ESO/Trab_energ_cal_2ESO/imag/joule.jpg
 - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Termopar_\(diagrama_de_funcionamiento\)-LMB.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Termopar_(diagrama_de_funcionamiento)-LMB.png)