

Fundamentos de Hidrostática e Calorimetria

Parte 2 - Calorimetria

1. Temperatura
2. Medição de Temperatura
3. Dilatação Térmica de Corpos Sólidos
4. Dilatação Térmica dos Líquidos
5. Calorimetria
6. Propriedades Térmicas
7. Calorímetro
8. Mecanismos de transferência de calor

Exercícios

Engenharias Civil / Elétrica / Mecânica

Prof. Renato Matroniani



Temperatura

- Temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI:

Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de Matéria	mol	mol
Intensidade Luminosa	candela	cd

- Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin (K);
- Não existe limite superior, mas existe um limite inferior de temperatura;
- A temperatura ambiente está em torno de $290K$.

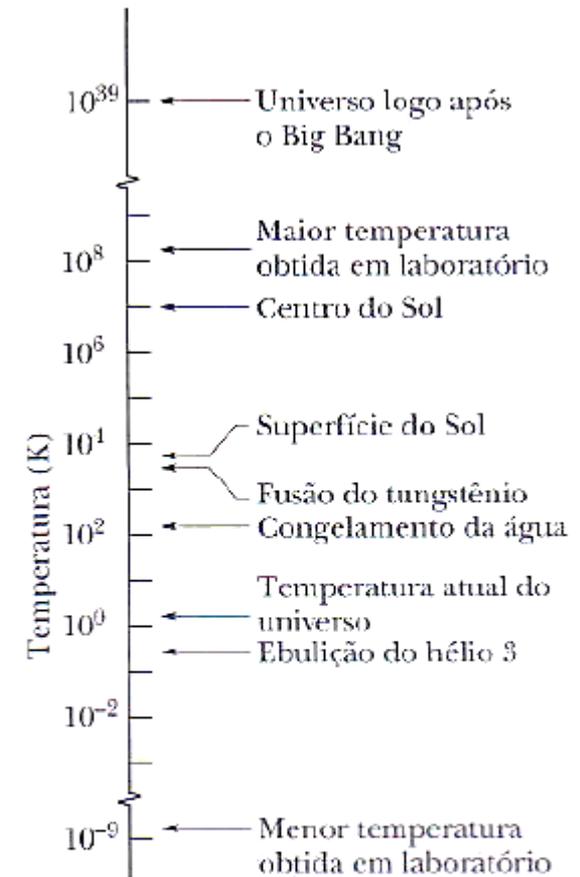


FIG. 18-1 Algumas temperaturas na escala Kelvin. A temperatura $T = 0$ corresponde a $10^{-\infty}$ e não pode ser plotada nesta escala logarítmica.

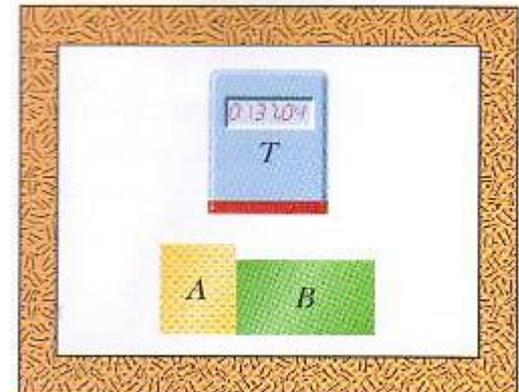
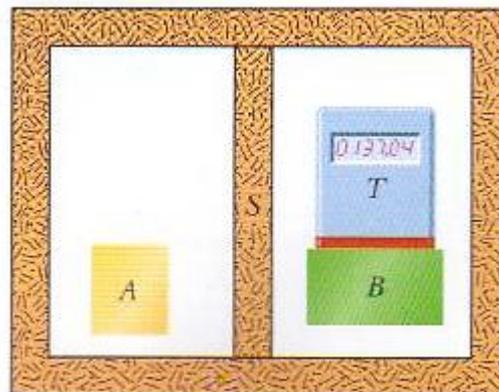
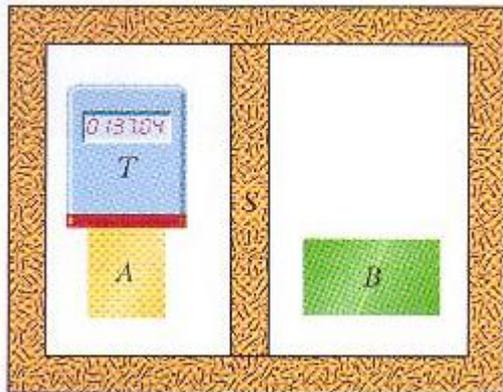
Temperatura

- Lei Zero da Termodinâmica:

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

- Em outras palavras:

“Todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas propriedades são iguais e vice-versa”



O ponto triplo da água

- Para criar uma escala de temperatura, deve-se escolher um fenômeno térmico reprodutível. O fenômeno escolhido é o ponto triplo da água;
- A água, o gelo e o vapor de água podem coexistir, em equilíbrio térmico, para apenas um conjunto de valores de pressão e temperatura;
- Por acordo internacional, a temperatura do ponto triplo é:
$$T_3 = 273,16K$$
- Esse ponto está a $273,1K$ do zero absoluto;

Medição de Temperatura

Termômetro de Gás a Volume Constante

- É o termômetro padrão, em relação ao qual todos os outros são calibrados. Ele se baseia na pressão de um gás em um volume fixo;

- O valor de T pode ser obtido da seguinte forma:

$$T = 273,16 \frac{p}{p_3}$$

- Para medir o ponto de ebulição da água, por exemplo, o valor de T é obtido da seguinte forma:

$$T = 273,16 \lim_{p_3 \rightarrow 0} \frac{p}{p_3}$$

- Onde o $p_3 \rightarrow 0$ significa que estamos colocando quantidades cada vez menores de gás no bulbo, e quando isso acontece, a temperatura medida converge para a temperatura de gás ideal.

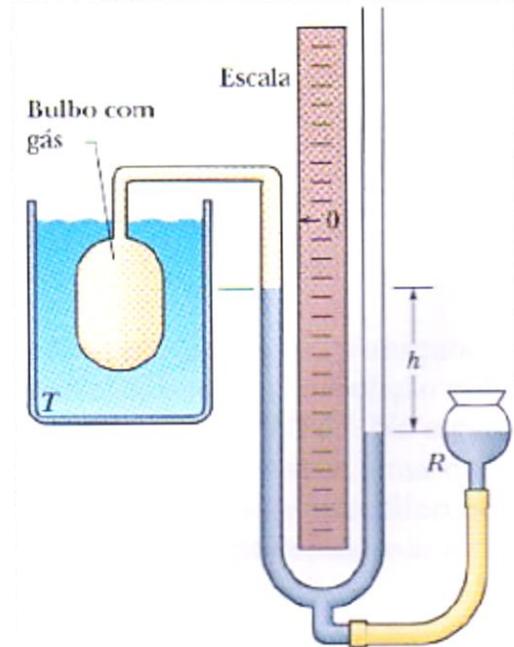
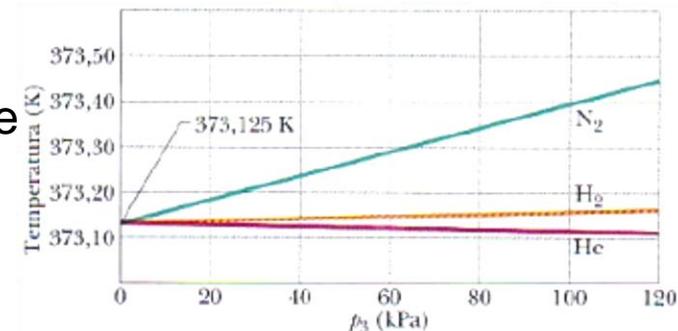


FIG. 18-5 Um termômetro de gás a volume constante, com o bulbo imerso em um líquido cuja temperatura T se pretende medir.



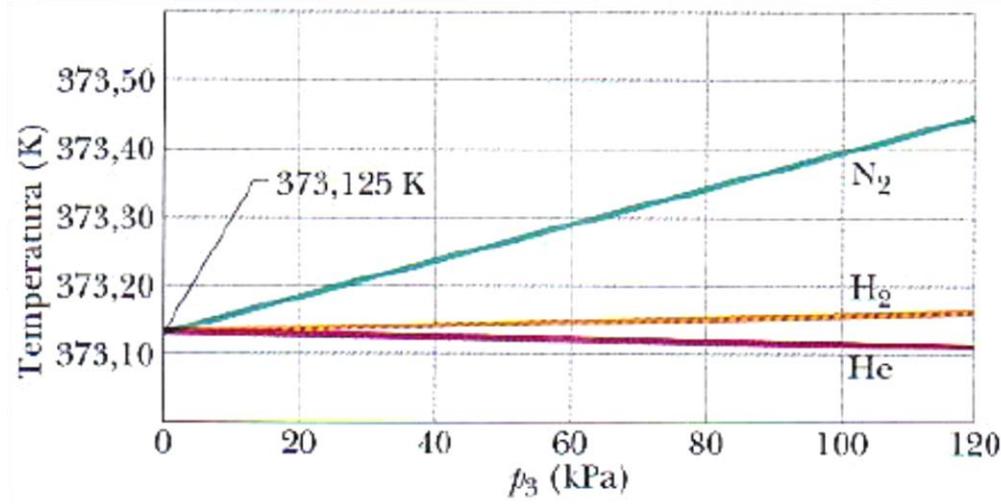
Termômetro de Gás a Volume Constante - Exercício

1. (Halliday et al, 2009, ex. 2, pág 207) Dois termômetros de gás a volume constante são construídos, um com nitrogênio e outro com hidrogênio. Ambos contêm gás suficiente para que $p_3 = 80\text{kPa}$. Calcule:

- A diferença de pressão entre os dois termômetros se os dois bulbos estão imersos em água fervente;
- Qual dos dois gases está a uma pressão mais alta?

(utilize o gráfico a seguir para resolver o problema)

R: a) $0,06\text{ kPa}$ b) N_2



Escalas de Temperatura

- A escala K é utilizada principalmente por cientistas;
- A escala Celsius e a Fahrenheit (mais comum nos EUA) são as escalas usadas no dia-a-dia;
- Se chamarmos de C a temperatura em graus Celsius, K a temperatura em Kelvin e F a temperatura em graus Fahrenheit, podemos relacionar as escalas da seguinte forma:

$$C = K - 273,15$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

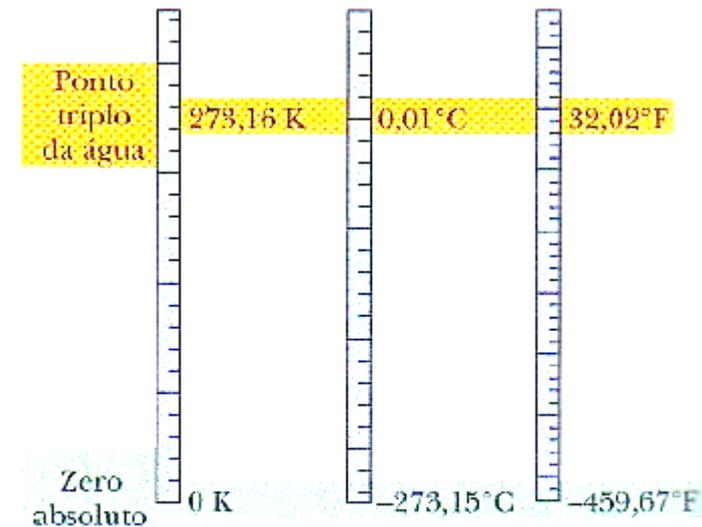


FIG. 18-7 Comparação entre as escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit de temperatura.

Medição de Temperatura

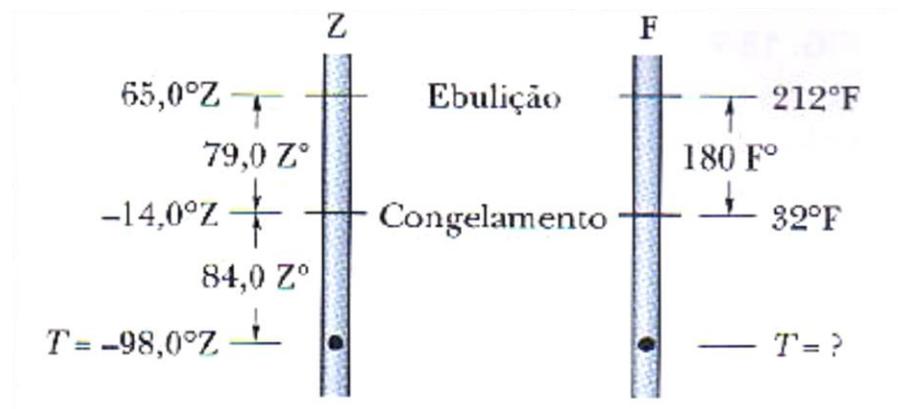
Escalas de Temperatura - Exercícios

2) Converta as temperaturas a seguir para °F:

- 100°C (ponto de ebulição da água)
- 37°C (temperatura normal do corpo)
- 20°C (temperatura confortável)
- 0°C (ponto de congelamento da água)
- 18°C
- 40°C

3) (Halliday et al, 2009, ex. 18-1, pág 187) Suponha que você encontre anotações antigas que descrevem uma escala de temperatura Z, no qual o ponto de ebulição da água é 65,0 °Z e o ponto de congelamento é -14,0°Z. A que temperatura na escala Fahrenheit corresponde uma temperatura de -98,0°Z? (suponha escala Z linear).

R: $-159,39^{\circ}F$



Escalas de Temperatura - Exercícios

4. Em 1964, a temperatura da aldeia de Oymyakon, na Sibéria, chegou a $-71\text{ }^{\circ}\text{C}$.

a) Qual é o valor desta temperatura na escala Fahrenheit?

b) A maior temperatura registrada oficialmente nos Estados Unidos foi $134\text{ }^{\circ}\text{F}$, no vale da Morte, Califórnia. Qual é o valor desta temperatura na escala Celsius?

R: a) -96°F , b) $56,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

5. Em que temperatura a leitura na escala Fahrenheit é igual

a) a duas vezes a leitura na escala Celsius?

b) e a metade da leitura na escala Celsius?

R: a) $320\text{ }^{\circ}\text{F}$, b) $-12,3\text{ }^{\circ}\text{F}$

6. Em uma escala linear de temperatura X, a água congela a $-125,0\text{ }^{\circ}\text{X}$ e evapora a $375,0^{\circ}\text{X}$. Em uma escala linear de temperatura Y, a água congela a $-70,00\text{ }^{\circ}\text{Y}$ e evapora a $-30,00\text{ }^{\circ}\text{Y}$. Uma temperatura de $50,00\text{ }^{\circ}\text{Y}$ corresponde a que temperatura na escala X?

R: $1375\text{ }^{\circ}\text{X}$

7. Em uma escala linear de temperatura X, a água evapora a $-53,5\text{ }^{\circ}\text{X}$ e congela a $-170\text{ }^{\circ}\text{X}$. Quanto vale a temperatura de 340 K na escala X? (Aproxime o ponto de ebulição da água para 373 K)

R: $-92,1^{\circ}\text{X}$