

BCJ0205-15

Fenômenos Térmicos

Prof. Paramita Barai

Modulo 2: Temperatura e a Teoria Cinética dos Gases

Capítulo 16 do livro texto
(Princípios de Física, Serway, Vol. 2)

Unidades 16.1, 16.2 (páginas 129-133)

Termodinamica



- Subárea da física que estuda a transferência de energia entre um sistema e seu ambiente, e as variações resultantes na temperatura, energia interna, ou mudanças no estado do sistema.
- **Termodinâmica** explica as propriedades de um volume de matéria, e a correlação entre elas e a mecânica dos átomos e moléculas.
- Usando as **Leis da Termodinâmica**, podemos responder a perguntas como esta:
 - *Como uma geladeira resfria seu conteúdo?*
 - *Que tipos de transformações de energia ocorrem no motor de um carro?*

2.1 - Temperatura

Como medir o “calor” ou “frio” dos objetos?

Quando tocamos um objeto, sentimos calor ou frio.

- *Indicação qualitativa da temperatura.*
- *Porque nossa pele é sensível à taxa de transferência de energia.*
 - Ex. se você ficar descalço, com um pé no carpete e o outro no piso de cerâmica, o piso parecerá mais frio do que o carpete, embora ambos estejam na mesma temperatura.



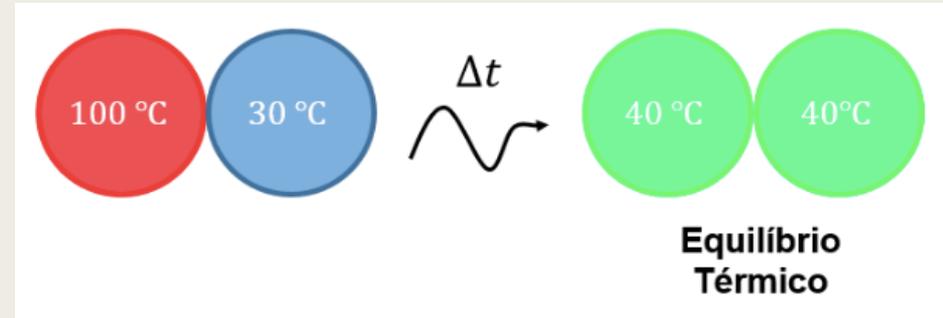
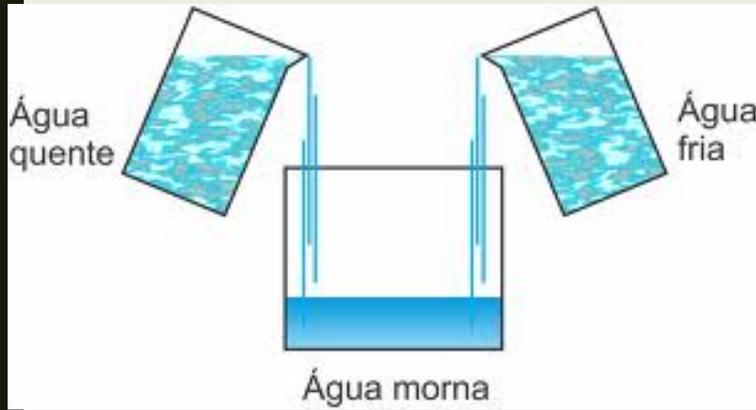
Precisamos de instrumentos especiais - **Termômetros** - para fazer medições quantitativas.

2 objetos com diferentes temperaturas iniciais eventualmente atingem uma temperatura intermediária quando colocados em contato um com o outro.

- *Se um cubo de gelo for colocado em uma xícara de café quente, o gelo acabará derretendo e a temperatura do café diminuirá.*

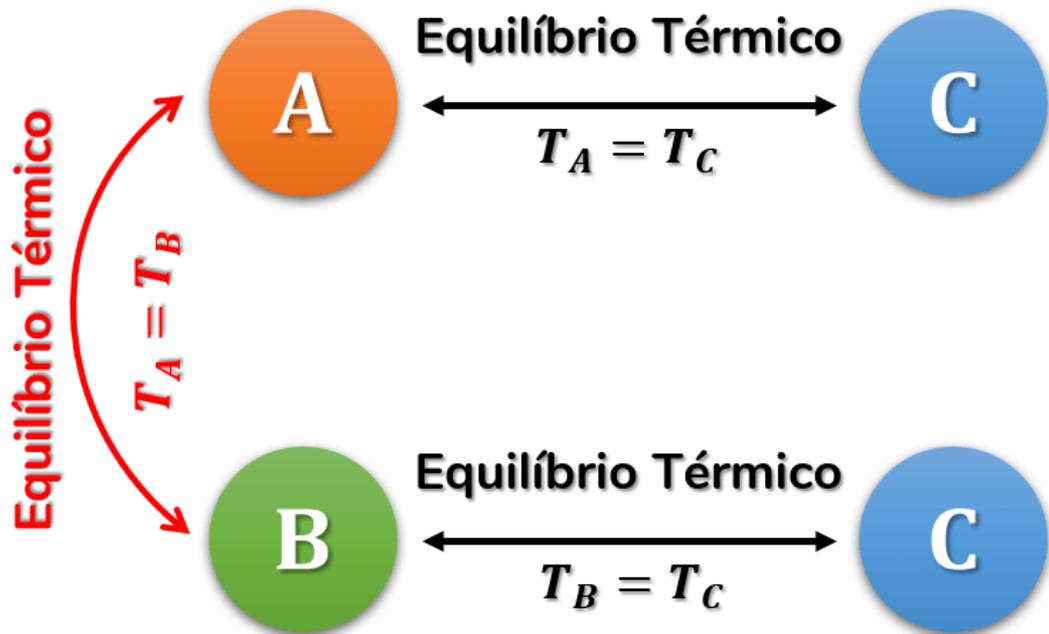


Equilíbrio Térmico



- **Sistema Isolado:** 2 objetos são colocados em um contêiner isolado.
 - *A energia pode ser trocada entre estes objetos, por meio de calor ou radiação eletromagnética.*
- **Objetos que podem trocar energia uns com os outros de tal forma estão em Contato Térmico.**
 - *Depois de algum tempo de contato térmico, as temperaturas dos 2 objetos vão se igualar → Equilíbrio Térmico*
 - Um ficando mais quente e o outro mais frio.
- **Equilíbrio Térmico** é a situação em que 2 objetos em contato térmico não estão mais tendo troca de energia (nem calor, nem radiação eletromagnética).

2.1 - Lei Zero da Termodinâmica

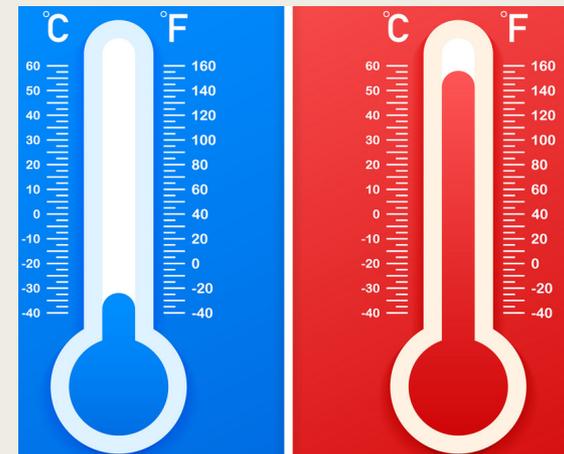
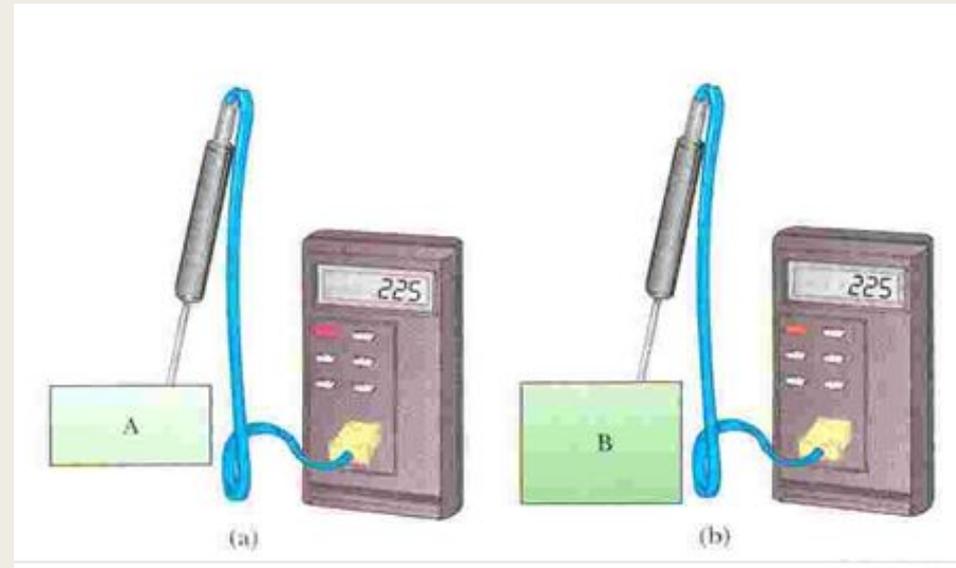


- 2 objetos A e B (que não estão em contato térmico), e um terceiro objeto C
- Qual é a condição para 2 objetos A e B estarem em equilíbrio térmico quando colocados em contato térmico?
 - ❑ *Dado: podemos medir os estados térmicos de A e B separadamente*

- ✓ Se os objetos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro objeto C, então A e B estão em equilíbrio térmico um com o outro.
- ❖ Se A e B forem colocados em contato térmico um com o outro, não haverá transferência de energia entre eles.

Temperatura

- O terceiro objeto C
 - *Ex. um termômetro, um dispositivo calibrado para medir a temperatura.*
- A 0ª Lei da Termodinâmica nos permite fazer uma definição experimental de temperatura.
- **Temperatura é uma propriedade que determina se um objeto está em equilíbrio térmico com outro.**
- 2 objetos, em equilíbrio térmico entre si, estão na mesma temperatura.

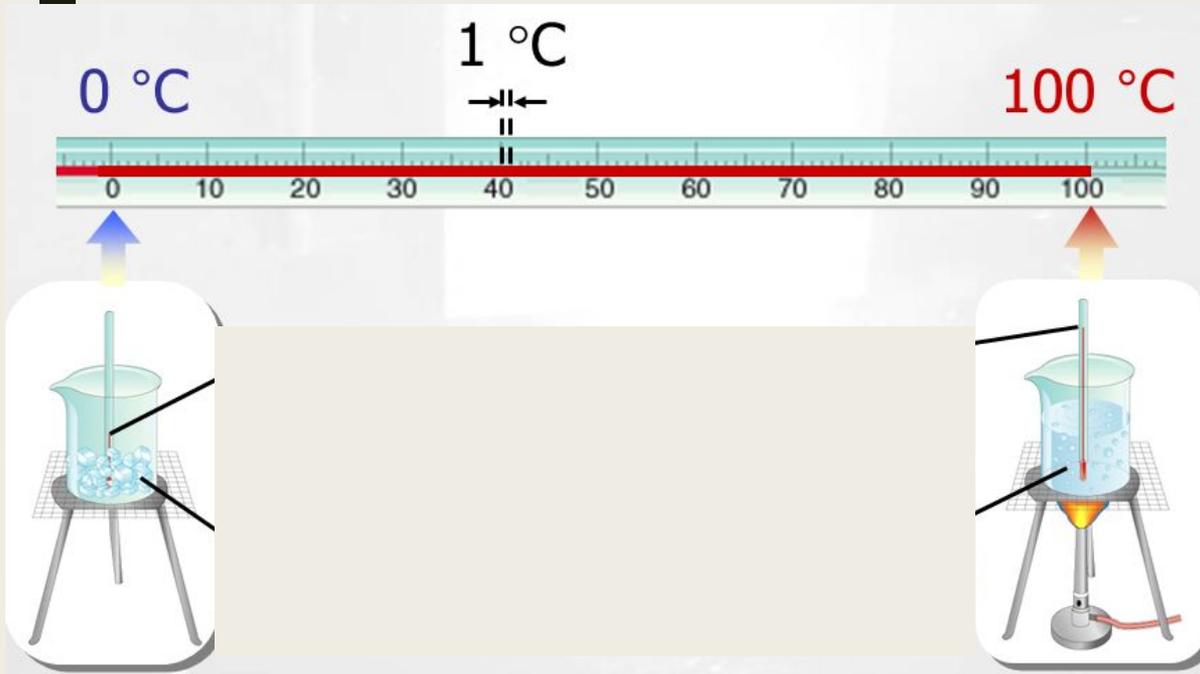


2.2 – Termômetros

- Um Termômetro mede a temperatura
 - *Entrando em equilíbrio térmico com o objeto que o termômetro toca*
- Termômetro de Mercúrio
 - *Coluna de mercúrio em um tubo capilar de vidro*
 - *Quando a temperatura do objeto aumenta:*
 - O volume do mercúrio (em equilíbrio térmico com o objeto) também aumenta
 - A área da seção transversal do tubo capilar é uniforme, a mudança no volume do líquido varia linearmente com seu comprimento ao longo do tubo.
 - Coluna de mercúrio se expande
- Podemos então definir uma temperatura que está relacionada ao comprimento da coluna de líquido.



Calibrando um Termômetro: Escala



- Seguindo, o comprimento entre as marcas de 0 C e 100 C é dividido em 100 segmentos iguais
 - Cada um denotando uma mudança de um grau Celsius na temperatura.

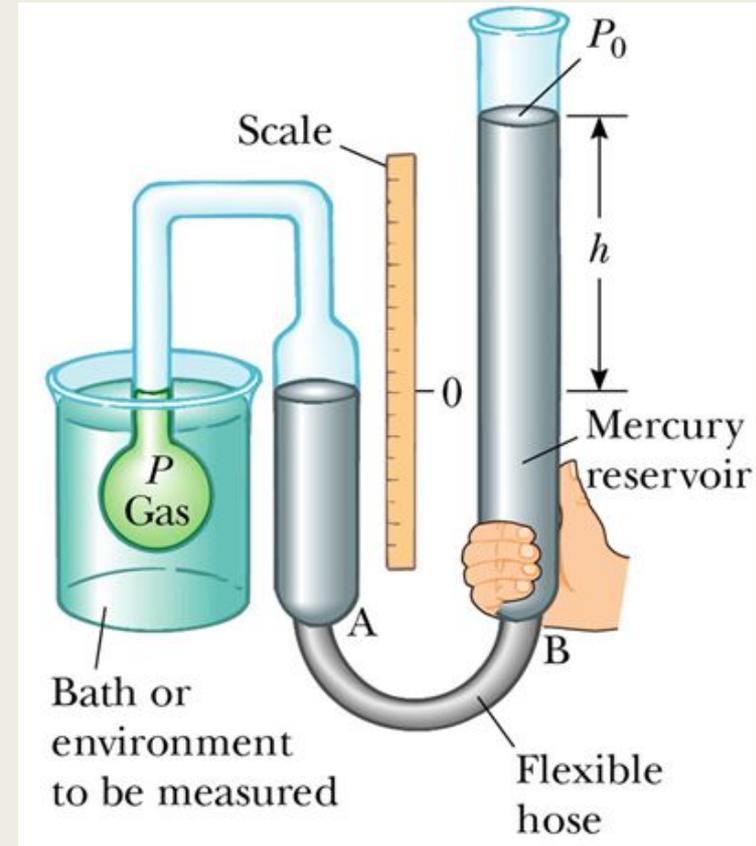
- Escala Celsius de temperatura

- Temperatura da mistura de gelo e água é definida como 0° C
 - Ponto de Congelamento da água
- Temperatura da mistura de água e vapor em equilíbrio térmico entre si à pressão atmosférica é definida como 100° C
 - Ponto de Vaporização da água

Termômetro de Gás a Volume Constante

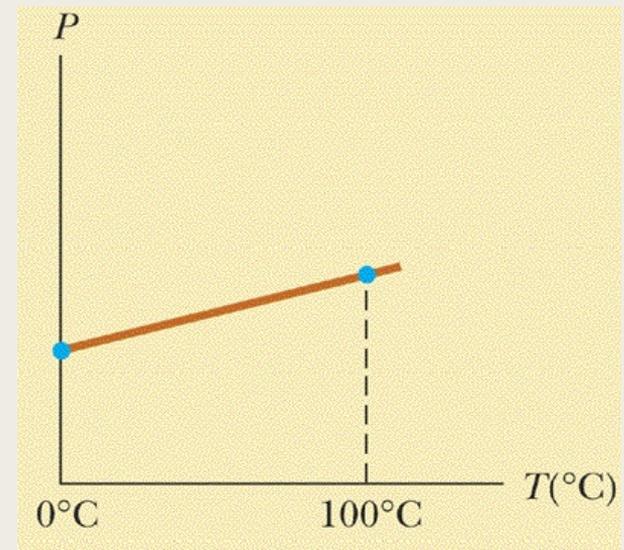
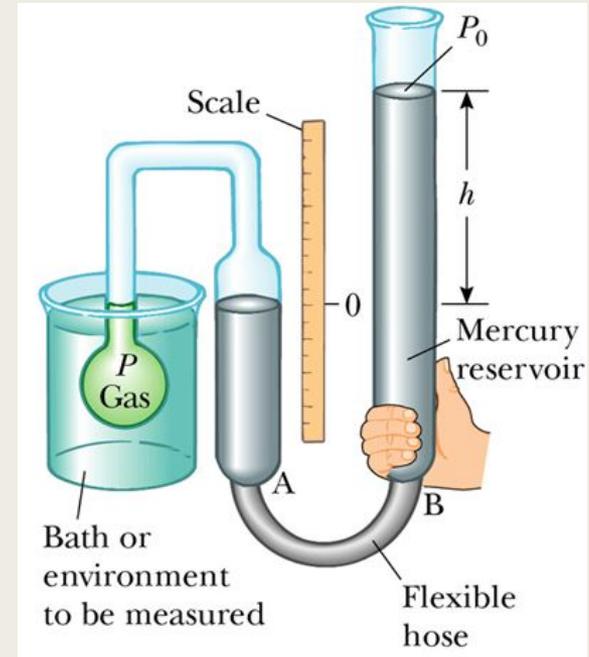
- Mede a pressão do gás contido no frasco imerso no banho.
- O frasco é imerso em um banho de gelo (ou água fervente), e o reservatório de mercúrio B é elevado ou abaixado até que o volume do gás confinado atinja o ponto zero na escala (ou “*um volume constante*”).
- Altura h = diferença entre os níveis de mercúrio no reservatório e na coluna A, indica a pressão na garrafa a 0°C (e 100°C)

$$P = P_0 + \rho gh$$

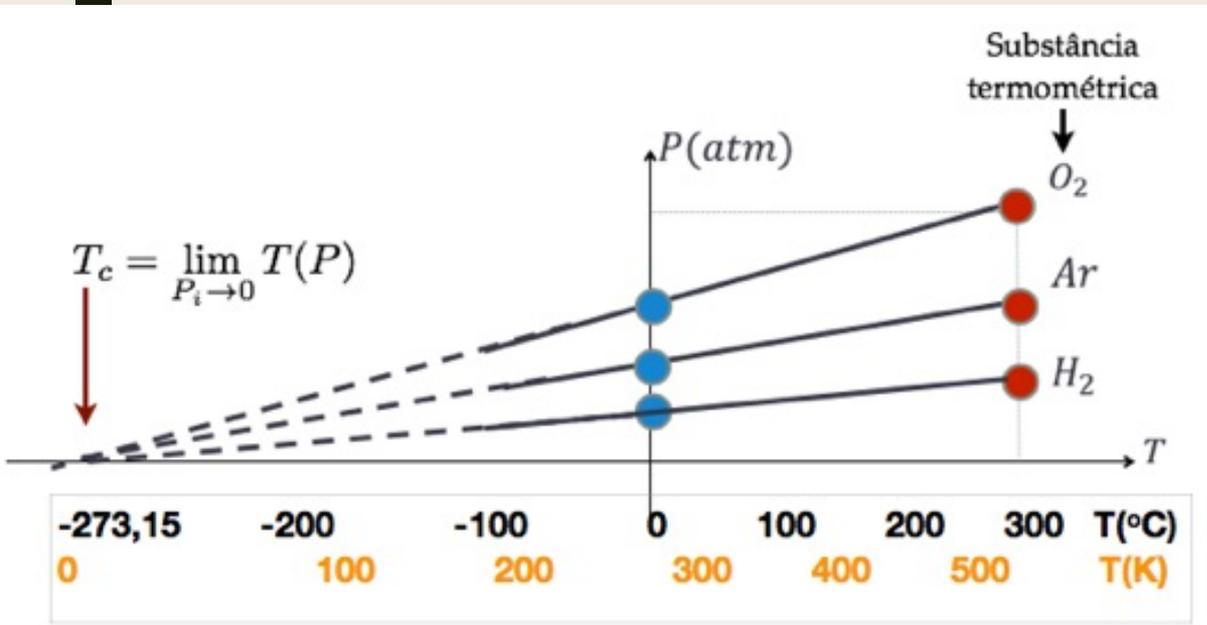


Termômetro de Gás a Volume Constante

- Esses valores de pressão e temperatura (0°C , 100°C) são passados para um gráfico
 - *Desenhamos uma linha reta entre os 2 pontos.*
- Esta linha é uma curva de calibração para medir T desconhecidas.
- Para medir a temperatura de uma substância, colocamos a botija de gás em contato térmico com ela e ajustamos a coluna de mercúrio até que o nível da coluna A volte a zero.
 - *Podemos encontrar a temperatura da substância a partir da curva de calibração.*
- A altura da coluna de mercúrio mostra a pressão do gás
 - *Podemos encontrar a temperatura da substância a partir da curva de calibração.*



Zero Absoluto



- ❖ Esta temperatura particular é universal.
 - Não depende da substância usada no termômetro.
- ❖ A menor pressão possível é $P=0$ (vácuo perfeito)
 - ✓ $P=0$ deve representar um limite inferior para os processos físicos.
- ❖ Definimos $T = -273,15^\circ \text{C}$ como Zero Absoluto

- Se medirmos a temperatura com o gás no frasco em diferentes pressões iniciais a 0°C , vamos gerar curvas de calibração em linha reta para cada pressão inicial diferente
- Se as curvas se estendem para temperaturas negativas, a pressão extrapolada $= 0$, quando $T = -273,15^\circ \text{C}$
 - Em todos os casos, independentemente do tipo de gás ou do valor da temperatura inicial mais baixa

Escala Kelvin de Temperatura

- Escala onde as valores de T são sempre positivos

- $-273,15^{\circ}\text{C}$ é o seu ponto zero ($= 0^{\circ}\text{K}$)

- T_{C} = Temperatura Celsius

- T_{K} = Temperatura Kelvin = Temperatura Absoluta

- Zero na escala Kelvin não é arbitrário, é uma característica das todas as substâncias.

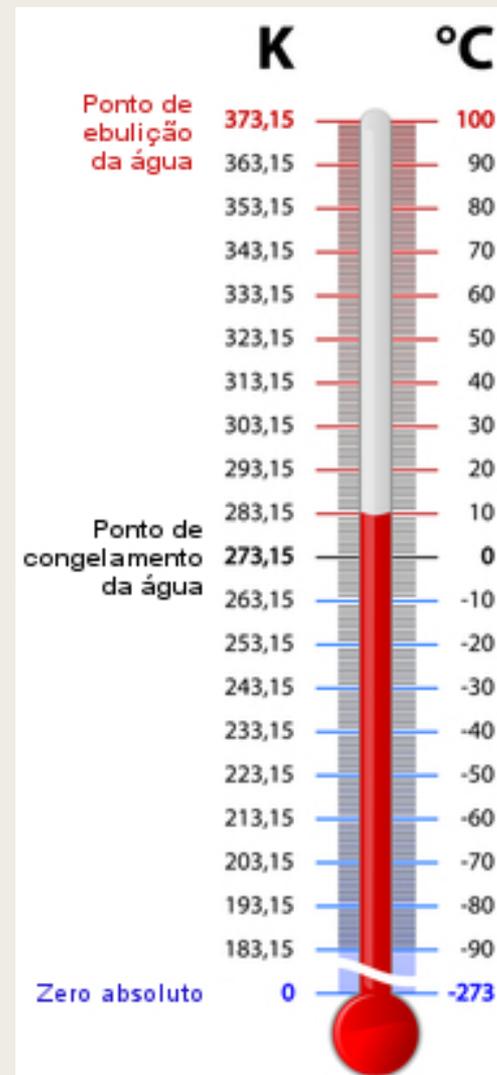
- *O zero da escala Celsius é depende da propriedade da água.*

→ quando uma equação contém T como uma variável, a temperature Kelvin (T_{K}) deve ser usada.

- Nunca vemos nada em $T_{\text{K}}=0$, o zero absoluto nunca foi alcançado

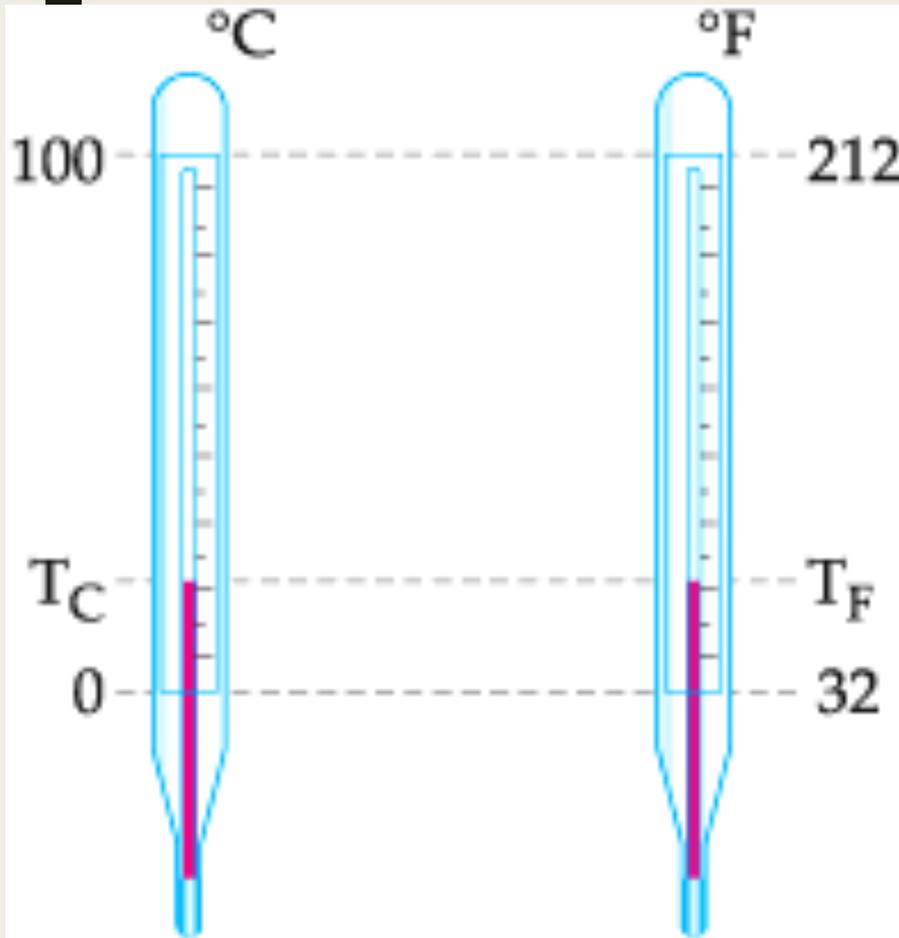
- *Experimentos de laboratório criaram condições muito próximas do zero absoluto.*

$$T_{\text{C}} = T_{\text{K}} - 273,15$$
$$\rightarrow \Delta T_{\text{K}} = \Delta T_{\text{C}}$$



Escala Fahrenheit de Temperatura

- Outra escala de medição de temperatura, onde:
 - a temperatura de Congelamento da água = 32°F
 - a temperatura de Vaporização da água = 212°F

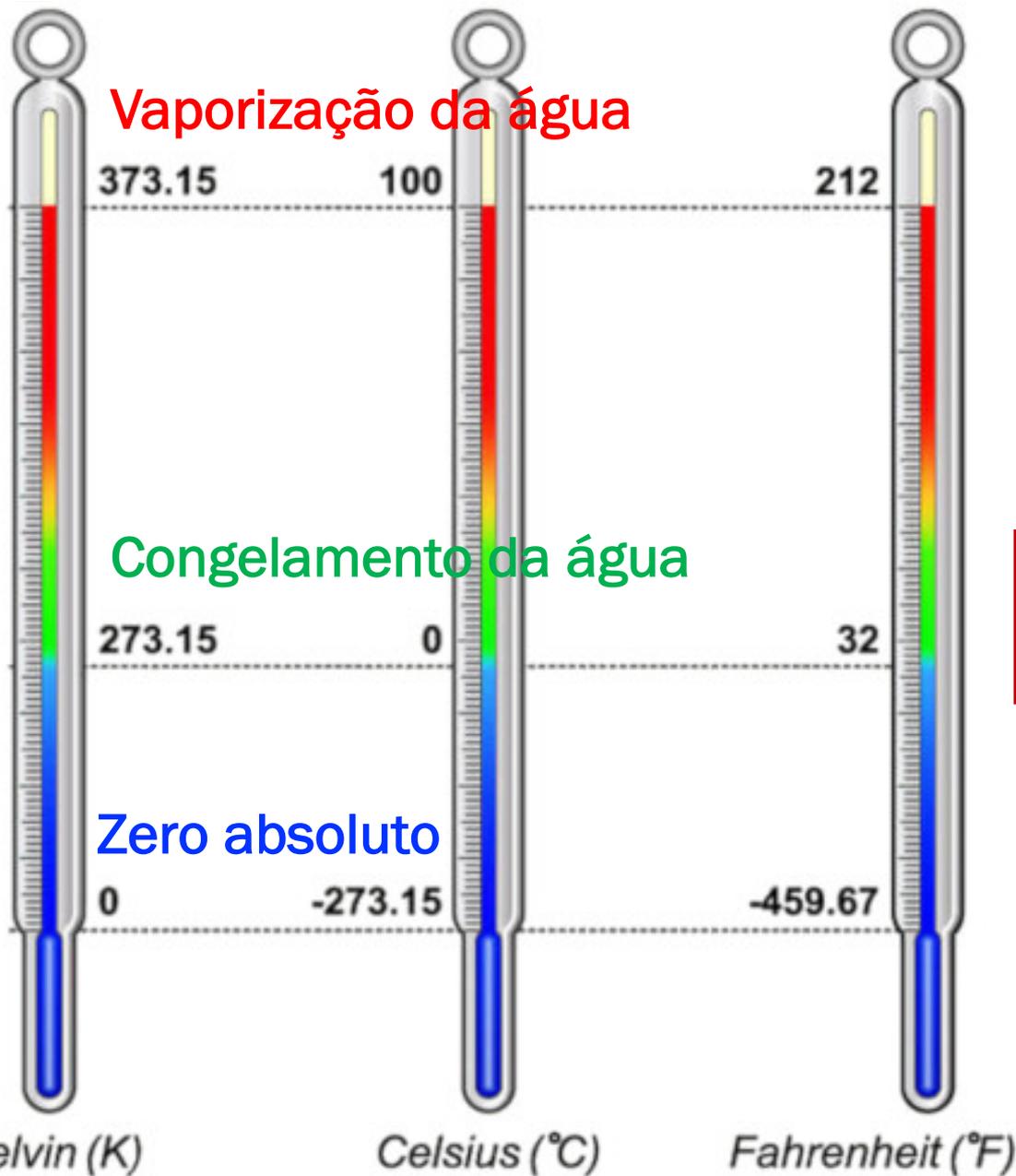


$$T_F = (9/5)T_C + 32$$

$$\rightarrow \Delta T_F = (9/5) \Delta T_C$$

- T_C = Temperatura Celsius
- T_F = Temperatura Fahrenheit

3 Escalas de Temperatura



$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$