

# TERMOLOGIA

ESCALAS DE TEMPERATURA

SLIDE 036/1ºANO

Ensino Médio

# ESCALA CÉLSIUS

O funcionamento de qualquer termômetro é baseado em alguma propriedade termométrica, de modo que existe uma relação biunívoca entre essa propriedade e a temperatura medida. Como já dito, a temperatura pode ser expressa em várias escalas termométricas, sendo as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin as mais importantes.

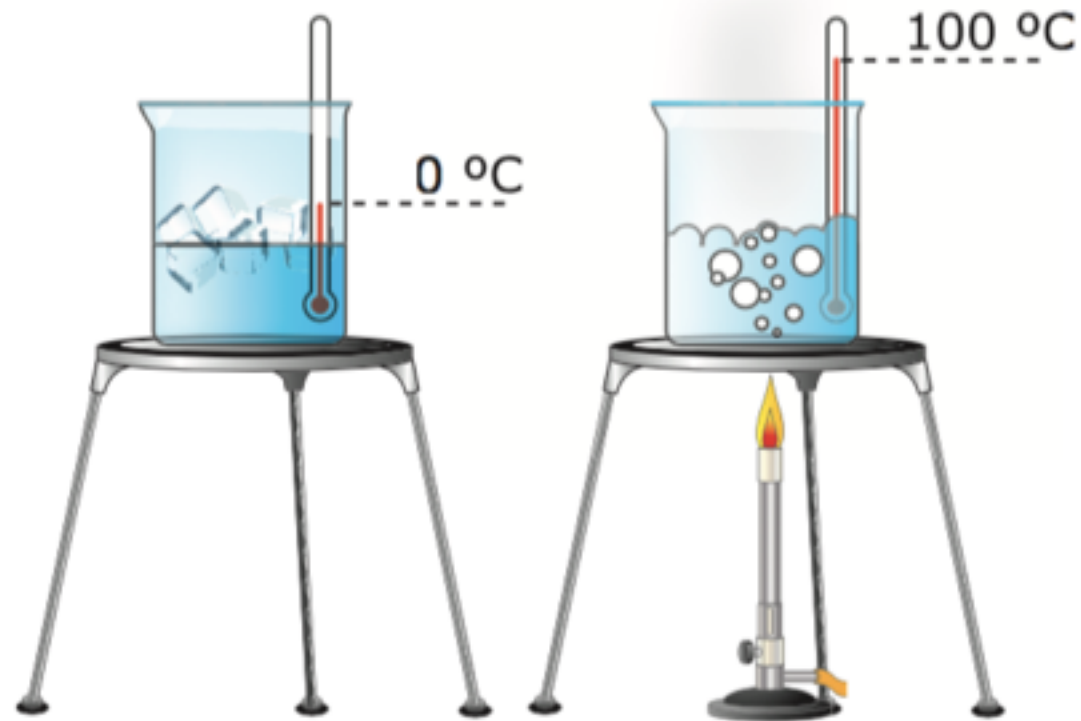
# ESCALA CÉLSIUS

A escala Celsius é usada como padrão para se medir a temperatura em quase todos os países do mundo. Proposta no século XVIII pelo sueco Anders Celsius, essa escala é baseada na convenção de que, sob a pressão de 1 atm, as temperaturas de fusão do gelo e de ebulição da água são iguais a 0 °C e 100 °C, respectivamente. A figura 3 ilustra as marcações desses valores em um termômetro de coluna de líquido.

# ESCALA CÉLSIUS

Nesse termômetro, o espaço entre as marcas de  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$  deve ser dividido em 100 partes iguais. O intervalo entre duas marcações consecutivas valerá  $1^{\circ}\text{C}$ , de forma que o termômetro poderá ser usado para medir temperaturas entre  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ , como a temperatura do ambiente ou a temperatura de uma pessoa. Se os intervalos de  $1^{\circ}\text{C}$  forem estendidos abaixo e acima das marcações de  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ , o termômetro poderá registrar algumas temperaturas negativas, como a temperatura do interior de uma geladeira, e também temperaturas maiores que  $100^{\circ}\text{C}$ , como a do óleo quente.

# ESCALA CÉLSIUS



*Figura 3: Calibração de um termômetro de coluna de líquido.*

# ESCALA FAHRENEHEIT

A escala Fahrenheit foi proposta pelo cientista alemão Daniel Fahrenheit alguns anos antes de a escala Celsius ter sido criada. Muito popular nos Estados Unidos, a temperatura Fahrenheit é simbolizada por °F. O valor 32°F corresponde à temperatura de fusão do gelo, e o valor 212°F, à temperatura de ebulição da água, a 1 atm. Outras correspondências entre as temperaturas Celsius e Fahrenheit podem ser observadas no termômetro de dupla escala mostrado na figura 4.



# ESCALA FAHRENEHEIT

Por exemplo, a temperatura registrada no termômetro, na escala Fahrenheit, é 80 graus, enquanto o valor correspondente na escala Celsius é um pouco maior que 25 graus. Usando a figura, você também pode verificar que uma variação de  $1^{\circ}\text{C}$  na escala Celsius corresponde a uma variação de  $1,8^{\circ}\text{F}$  na escala Fahrenheit.

# ESCALA FAHRENEHEIT

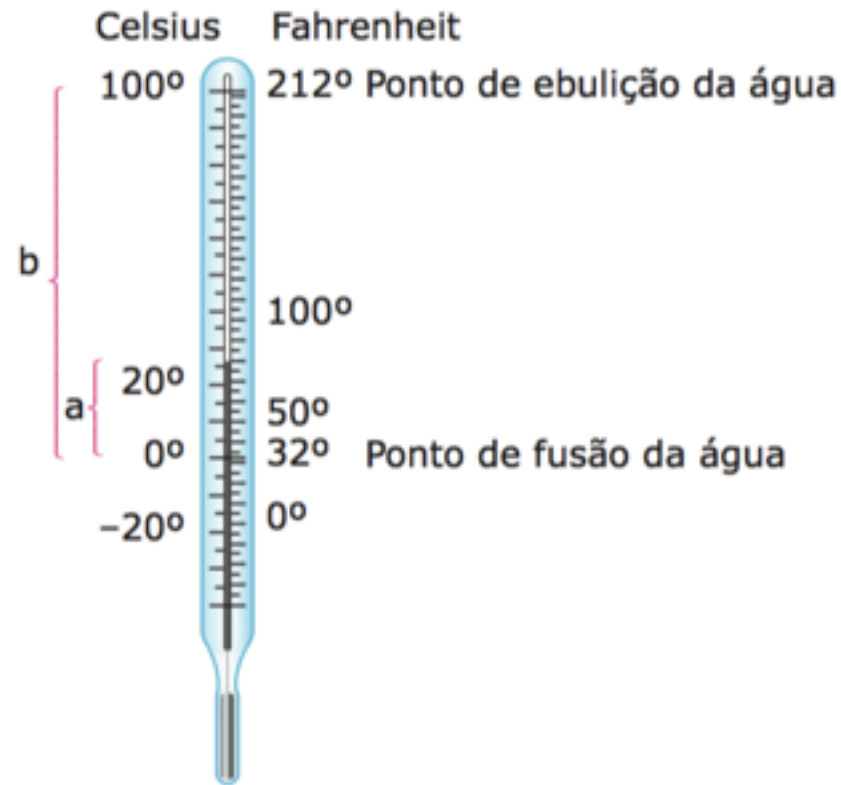


Figura 4: Termômetro graduado nas escalas Celsius e Fahrenheit.

Para obter essa relação, basta você dividir 180 °F por 100 °C, que são as diferenças entre as temperaturas de fusão e de ebulição da água nas escalas Fahrenheit ( $212\text{ °F} - 32\text{ °F}$ ) e Celsius ( $100\text{ °C} - 0\text{ °C}$ ).



# ESCALA FAHRENEHEIT

Agora, vamos usar a figura 4 para obter uma equação de recorrência entre as temperaturas Celsius e Fahrenheit. Primeiro, considere os dois segmentos **a** e **b** mostrados na figura. Os valores da variação de temperatura dentro desses segmentos são diferentes dependendo de qual escala usamos. Porém, a razão entre eles (por exemplo,  $a/b$ ) é a mesma, independentemente da escala usada.

## ESCALA FAHRENEHEIT

Chamando a temperatura registrada na escala Celsius por  $T_C$  e aquela registrada na escala Fahrenheit por  $T_F$ , podemos escrever:

$$\frac{a}{b} = \frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180} \Rightarrow \frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

Substitua valores para  $T_C$  e  $T_F$  nessa equação e verifique que eles concordam com os valores mostrados no termômetro da figura 4.

# O ZERO ABSOLUTO

Até onde sabemos, não existe um limite superior para a temperatura da matéria. Nas estrelas, a matéria acha-se no estado de plasma, e a temperatura pode atingir bilhões de graus. Ao contrário, existe uma temperatura mínima para a matéria. À medida que uma substância é resfriada, a agitação molecular diminui, e, se a temperatura pudesse chegar ao valor  $-273,15$  °C ( $-459,7$  °F), o movimento molecular cessaria.



# O ZERO ABSOLUTO

De fato, não é possível a temperatura abaixar até  $-273,15$  °C, embora seja possível aproximar-se desse número indefinidamente. Atualmente, os físicos experimentais conseguem fazer a temperatura descer a valores extremamente próximos a esse limite. Em laboratórios avançados de baixa temperatura, certas substâncias são resfriadas, cando a décimos de bilionésimo de graus acima da temperatura mínima.



# O ZERO ABSOLUTO

Os físicos do século XIX notaram que havia um limite inferior para a temperatura antes mesmo de terem certeza de que a matéria era formada por átomos, e que o movimento atômico se relacionava com a temperatura dos corpos. Já naquela época, os cientistas conseguiram obter, de forma indireta, o valor  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , ainda que imprecisamente. O cientista inglês William Thomson (1824-1907), também conhecido como lorde Kelvin, propôs uma escala termométrica na qual a temperatura de  $-273,15^{\circ}\text{C}$  fosse igual a zero, valor que passou a ser chamado de zero absoluto.



# O ZERO ABSOLUTO

Assim, na escala Kelvin (também conhecida como escala absoluta), a temperatura correspondente ao repouso molecular vale  $0^{\circ}\text{K}$  (nesse caso, falamos zero Kelvin, e não zero grau Kelvin). Uma substância jamais pode ser resfriada até o zero absoluto, embora possa ser aproximada dele indefinidamente. Em 1995, os físicos obtiveram, pela primeira vez, o quinto estado da matéria (o condensado de Bose-Einstein) ao fazerem a temperatura diminuir até a incrível marca de 70 nanokelvin ( $70 \times 10^{-9} \text{ K}$ ).



## O ZERO ABSOLUTO

Por mais que os cientistas consigam fazer uma substância se aproximar de  $0^{\circ}\text{K}$ , eles jamais atingirão esse valor, e tão pouco temperaturas Kelvin negativas. Na escala Kelvin, um intervalo entre duas divisões inteiras e sucessivas tem valor exatamente igual ao valor do intervalo de  $1^{\circ}\text{C}$ . Por isso, a equação de recorrência entre as escalas Kelvin e Celsius é a seguinte:

$$T = T_c + 273,15$$

## O ZERO ABSOLUTO

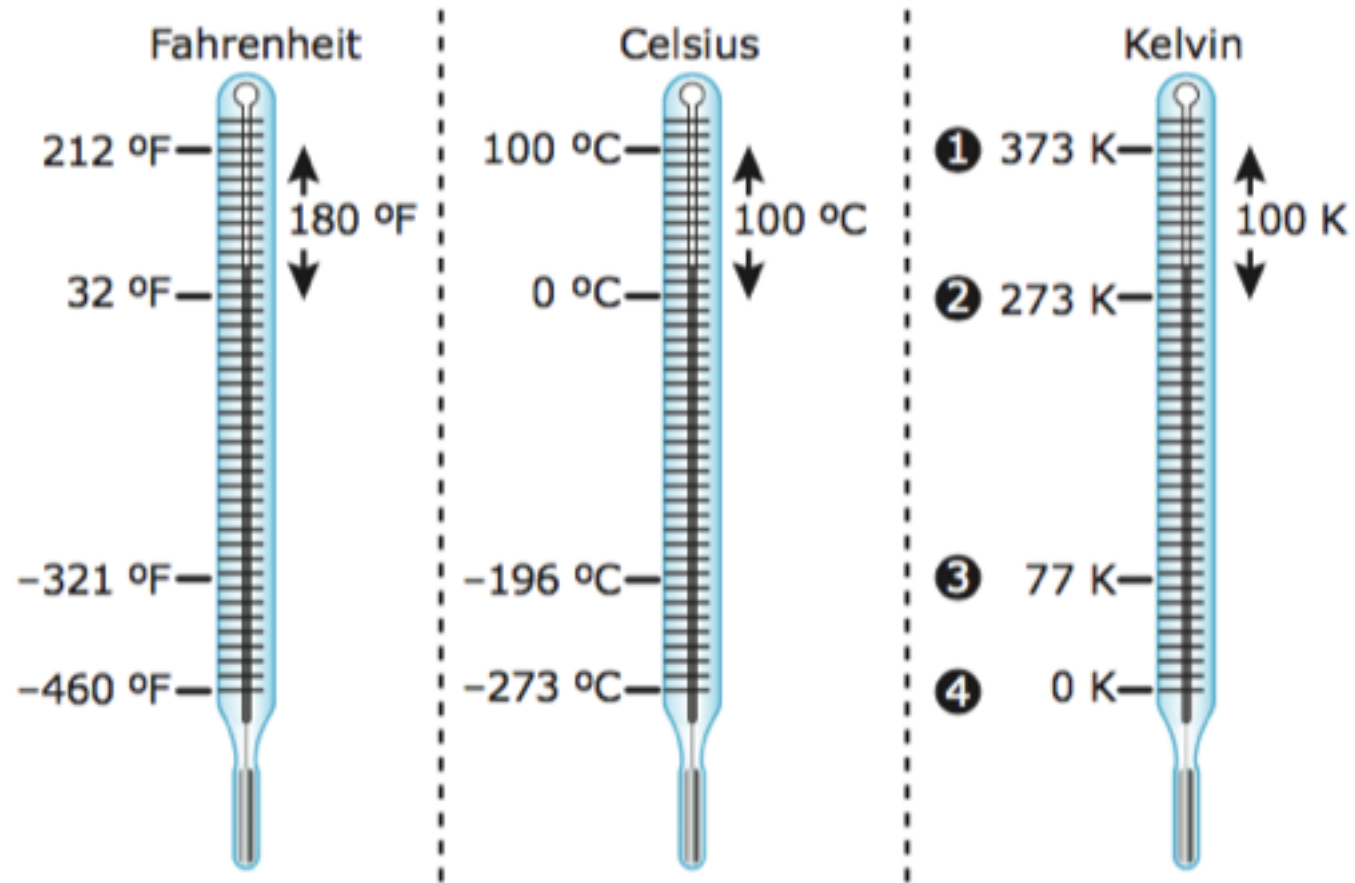
Observe que, substituindo  $T_c = -273,15^\circ\text{C}$  nessa equação, obtemos  $T = 0^\circ\text{K}$ , como esperado. Na maioria dos problemas, podemos arredondar a parcela 273,15 para o valor inteiro 273, sem perder muito a precisão. Assim, o ponto de fusão da água vale  $273^\circ\text{K}$ , uma temperatura ambiente de  $27^\circ\text{C}$  vale  $300^\circ\text{K}$ , e assim por diante.





## O ZERO ABSOLUTO

A figura a seguir mostra três termômetros graduados nas escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin, marcando a temperatura ambiente. Outras marcações de temperaturas estão indicadas nos termômetros. Usando as equações que você aprendeu, faça alguns cálculos e certifique-se das correspondências entre as temperaturas indicadas nos três instrumentos.



- ① Ponto de ebulição da água a 1 atm
- ② Ponto de fusão da água a 1 atm
- ③ Ponto de liquefação do nitrogênio a 1 atm
- ④ Zero absoluto

*Figura 5: Correspondência entre temperaturas nas escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin.*

# REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SAMPAIO, José Luiz [et. al]. Universo da Física. Volume Único. São Paulo: Atual, 2005.

COUTO, Francisco Pazzini [et.al]. Física. São Paulo: Bernoulli, 2013.