

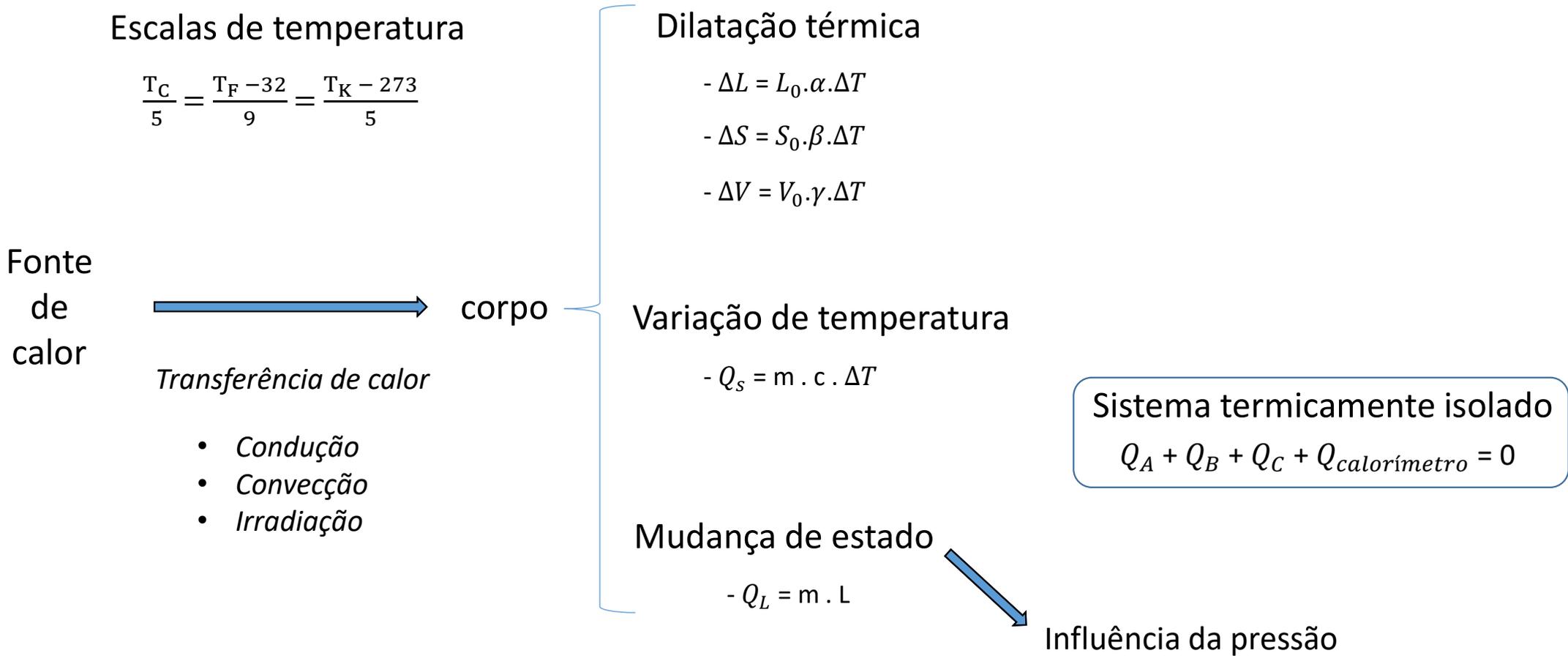
## Termometria

- Aulas 1 e 2 / Pg. 496 / Tetra 1

- SL 02 – Mapa conceitual
- SL 03 – Quente ou frio?
- SL 04 – Temperatura e calor
- SL 06 – Escalas de temperatura
- SL 09 – Exercícios
- SL 19 – Extras

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

## Mapa conceitual



## Quente ou frio?

Metal  
(23 °C)

Madeira  
(23 °C)



## Temperatura

- Medida do grau de agitação das partículas de um corpo.

- $T \propto E_{cinética}$  média das partículas.

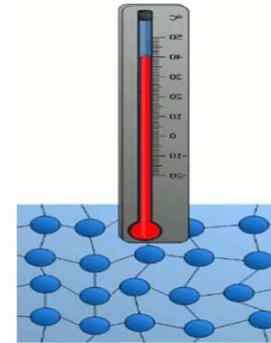
$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Energia térmica

- Medida do nível de **energia térmica** por partícula.

## Calor

- Trânsito de energia térmica que ocorre, espontaneamente, do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.
- Os corpos não trocam temperatura.

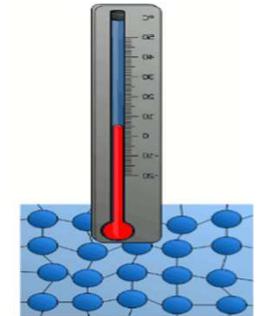


A



Antes:

CALOR



B



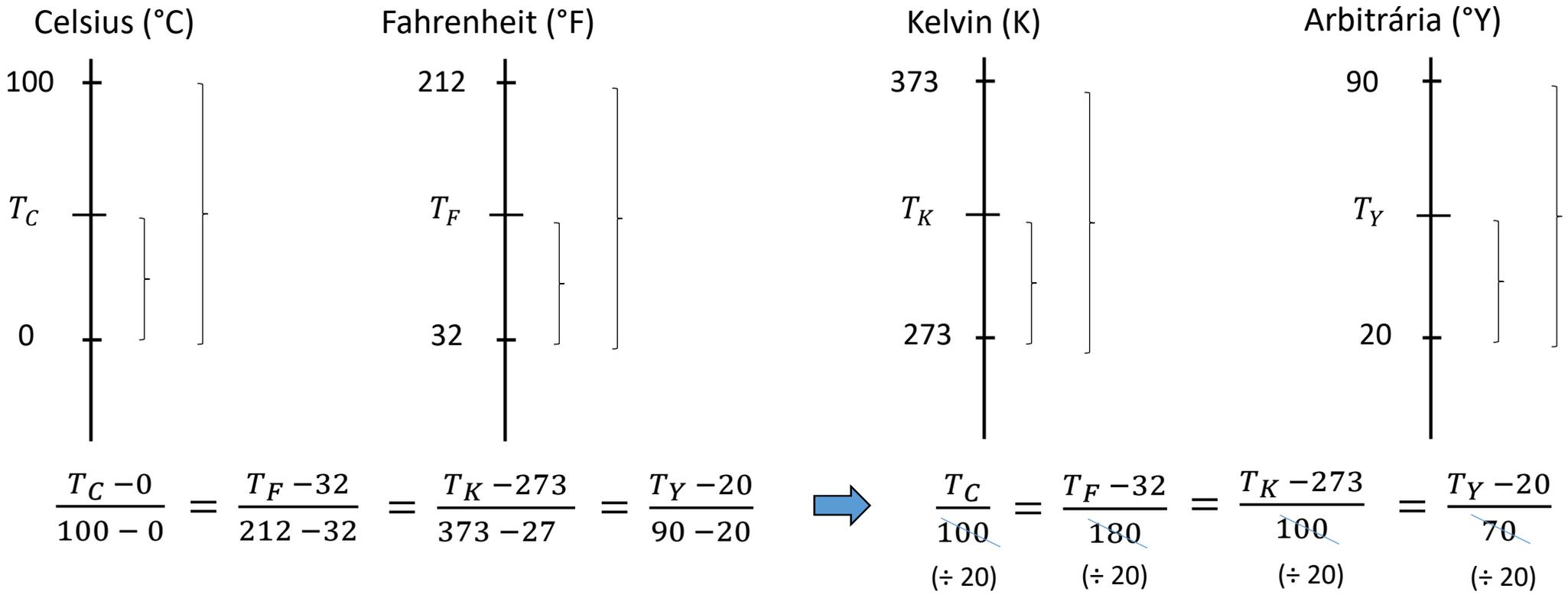
$$T_A > T_B$$

Depois:

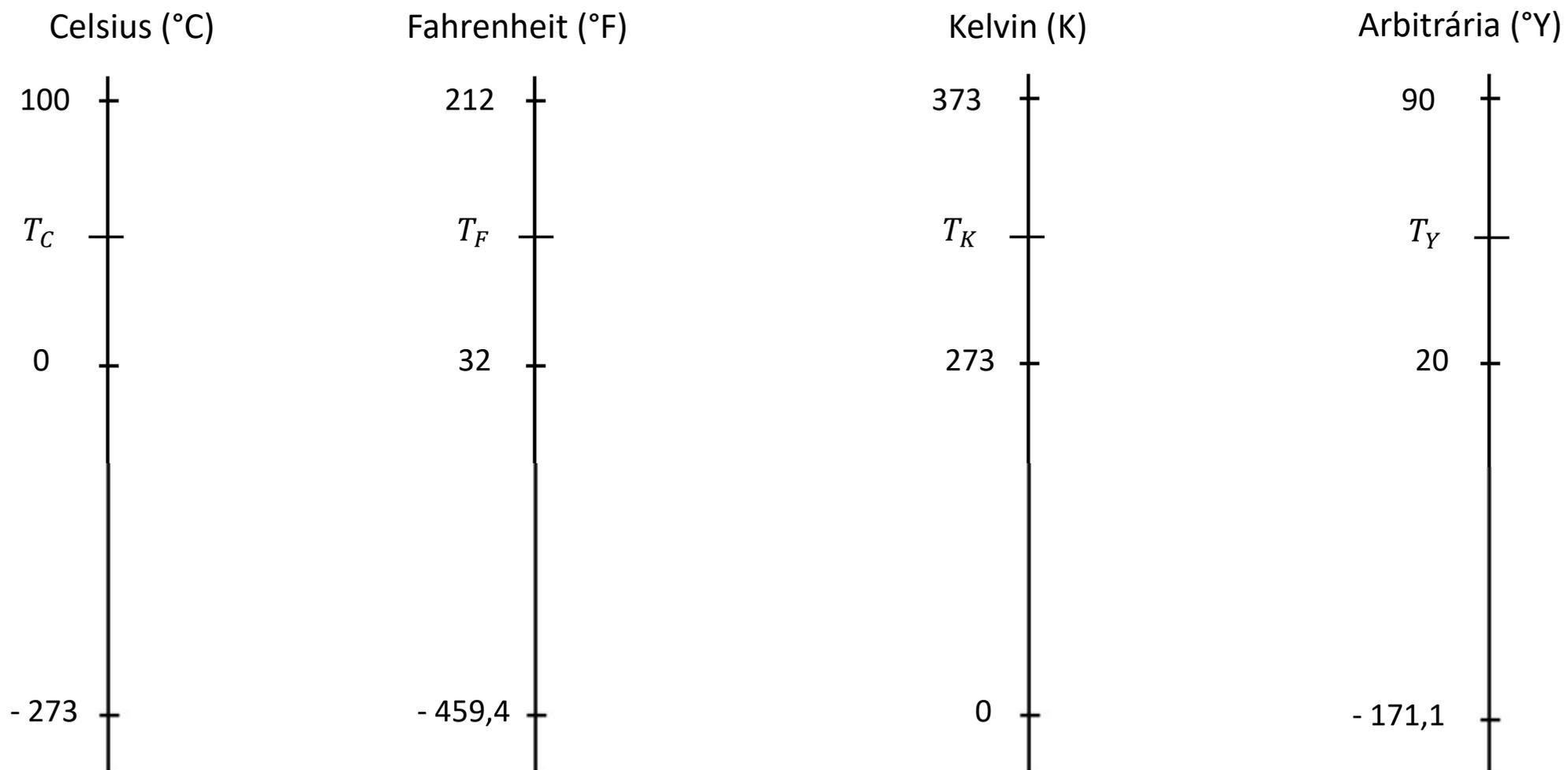
equilíbrio térmico

$$T'_A = T'_B$$

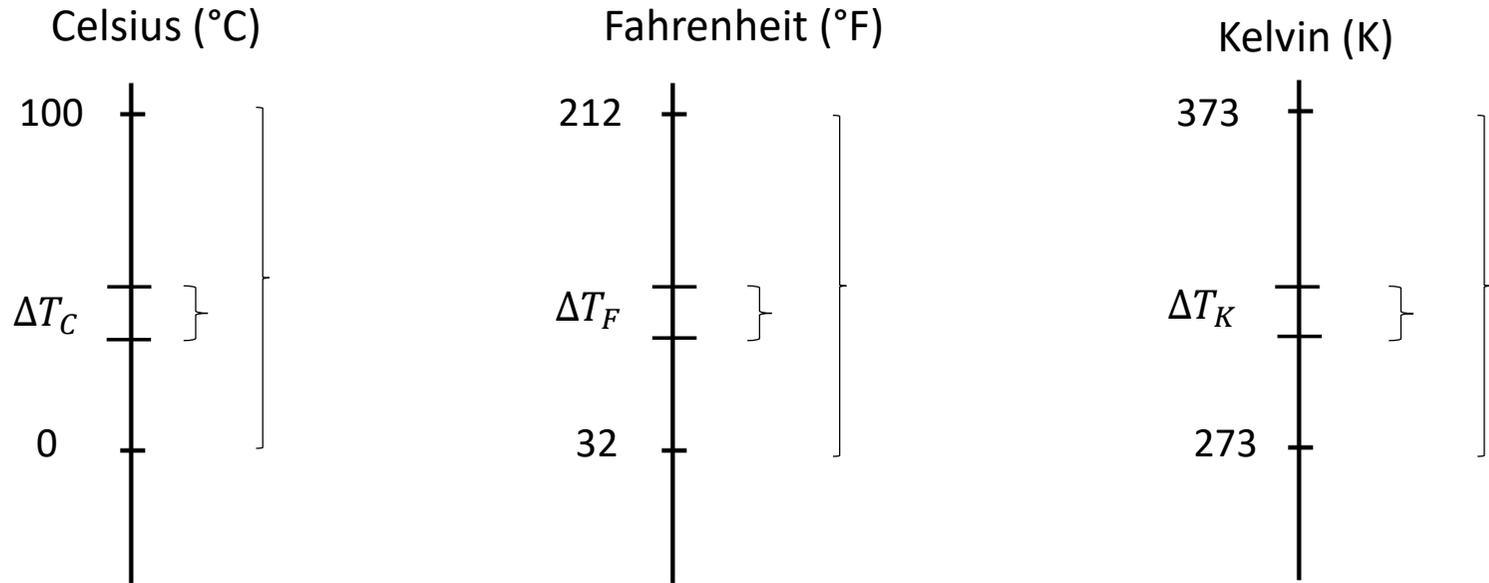
## Relação entre escalas de temperatura (T)



$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_Y - 20}{3,5}$
---



## Relação entre variações de temperaturas ( $\Delta T = T_f - T_i$ )



$$\frac{\Delta T_C}{100 - 0} = \frac{\Delta T_F}{212 - 32} = \frac{\Delta T_K}{373 - 273} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta T_C}{100} = \frac{\Delta T_F}{180} = \frac{\Delta T_K}{100} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta T_C}{1} = \frac{\Delta T_F}{1,8} = \frac{\Delta T_K}{1}$$

(÷ 100)      (÷ 100)      (÷ 100)

- $\Delta T_F = 1,8 \cdot \Delta T_C$
- $\Delta T_F = 1,8 \cdot \Delta T_K$
- $\Delta T_C = \Delta T_K$

# *Exercícios*

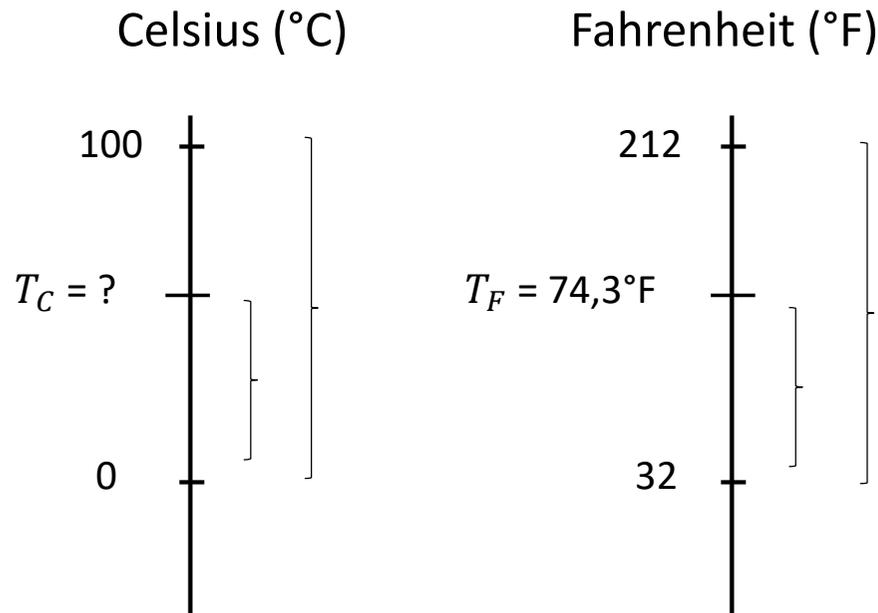
Ex.1 do Tetra. (UFPR 2017) Vários turistas frequentemente têm tido a oportunidade de viajar para países que utilizam a escala Fahrenheit como referência para medidas da temperatura. Considerando-se que quando um termômetro graduado na escala Fahrenheit assinala  $32^{\circ}\text{F}$ , essa temperatura corresponde ao ponto de gelo, e quando assinala  $212^{\circ}\text{F}$ , trata-se do ponto de vapor. Em um desses países, um turista observou que um termômetro assinalava temperatura de  $74,3^{\circ}\text{F}$ . Assinale a alternativa que apresenta a temperatura, na escala Celsius, correspondente à temperatura observada pelo turista.

- a)  $12,2^{\circ}\text{C}$
- b)  $18,7^{\circ}\text{C}$
- c)  $23,5^{\circ}\text{C}$
- d)  $30^{\circ}\text{C}$
- e)  $33,5^{\circ}\text{C}$

Ex.1 do Tetra (UFPR 2017) Vários turistas frequentemente têm tido a oportunidade de viajar para países que utilizam a escala Fahrenheit como referência para medidas da temperatura. Considerando-se que quando um termômetro graduado na escala Fahrenheit assinala 32°F, essa temperatura corresponde ao ponto de gelo, e quando assinala 212°F, trata-se do ponto de vapor. Em um desses países, um turista observou que **um termômetro assinalava temperatura de 74,3°F. Assinale a alternativa que apresenta a temperatura, na escala Celsius, correspondente à temperatura observada pelo turista.**

- a) 12,2 °C
- b) 18,7 °C
- c) 23,5 °C ←
- d) 30 °C
- e) 33,5 °C

$$T_F = 74,3^\circ\text{F} \rightarrow T_C = ?$$



$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{74,3 - 32}{212 - 32}$$

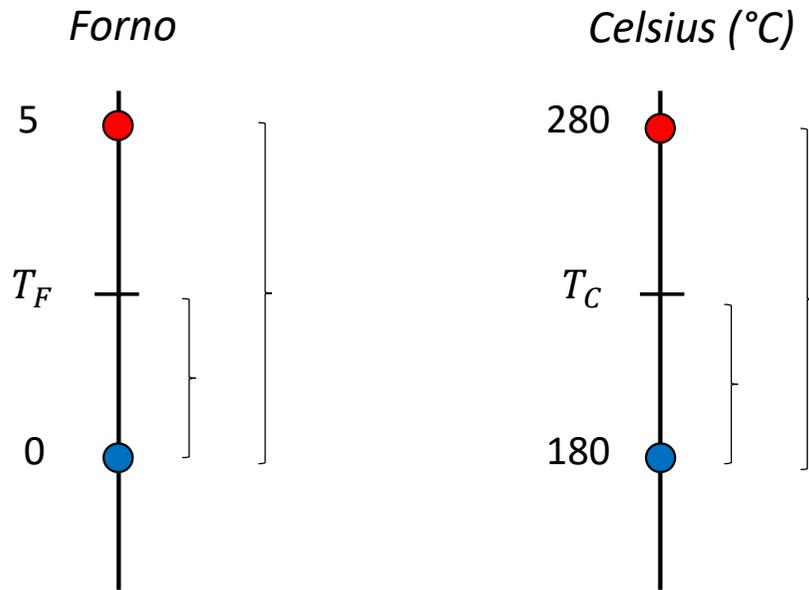
$$\frac{T_C}{100} = \frac{42,3}{180}$$

$$T_C = \frac{100 \cdot 42,3}{180}$$

$$T_C = \frac{4230}{180} = 23,5^\circ\text{C}$$

Ex. 3 do Tetra. Um estudante de gastronomia percebeu que podia controlar a temperatura de seu forno em uma escala de 0 a 5, sendo que essa escala fora criada pela própria empresa que produziu o forno. O estudante sabia que é comum os fornos terem mínima temperatura de  $180^{\circ}\text{C}$  e máxima  $280^{\circ}\text{C}$ , mas não sabia como fazer a conversão. Qual deveria ser a equação de conversão que lhe permitiria transitar entre essas duas escalas?

Ex. 3 do Tetra. Um estudante de gastronomia percebeu que podia controlar a temperatura de seu **forno em uma escala de 0 a 5**, sendo que essa escala fora criada pela própria empresa que produziu o forno. O estudante sabia que é comum os fornos **terem mínima temperatura de 180°C e máxima 280°C**, mas não sabia como fazer a conversão. **Qual deveria ser a equação de conversão que lhe permitiria transitar entre essas duas escalas?**



$$\frac{T_F - 0}{5 - 0} = \frac{T_C - 180}{280 - 180} \quad \Rightarrow \quad \frac{T_F}{5} = \frac{T_C - 180}{100} \quad (\div 5) \quad (\div 5)$$

$$T_F = \frac{T_C - 180}{20}$$

Ex. 4 do Tetra. A amplitude térmica é um dos fatores abióticos mais importantes para a manutenção da vida. Na superfície lunar, por exemplo, a diferença entre as temperaturas máxima e a mínima atinge um valor de 300°C! Obtenha o valor correspondente dessa variação na escala Fahrenheit.

Ex. 4 do Tetra. A amplitude térmica é um dos fatores abióticos mais importantes para a manutenção da vida. Na superfície lunar, por exemplo, a diferença entre as temperaturas máxima e a mínima atinge um valor de 300°C! Obtenha o valor correspondente dessa variação na escala Fahrenheit.

$$\Delta T_C = 300^\circ\text{C}, \Delta T_F = ?$$

$$\Delta T_F = 1,8 \cdot \Delta T_C$$

$$\Delta T_F = 1,8 \cdot 300$$

$$\Delta T_F = 540^\circ\text{F}$$

Ex. 5 do Tetra. Um termômetro usa a resistência elétrica como propriedade termométrica. Sabe-se que, para determinado resistor, a resistência é acrescida em  $1,8 \Omega$  quando se eleva a temperatura em  $5^{\circ}\text{C}$ . Estime o aumento correspondente da resistência quando se aumenta a temperatura em  $3^{\circ}\text{F}$ .

Ex. 5 do Tetra. Um termômetro usa a resistência elétrica como propriedade termométrica. Sabe-se que, para determinado resistor, a resistência é acrescida em  $1,8 \Omega$  quando se eleva a temperatura em  $5^\circ\text{C}$ . Estime o aumento correspondente da resistência quando se aumenta a temperatura em  $3^\circ\text{F}$ .

$$\Delta R = +1,8 \Omega \rightarrow \Delta T_F = +9^\circ\text{F}$$

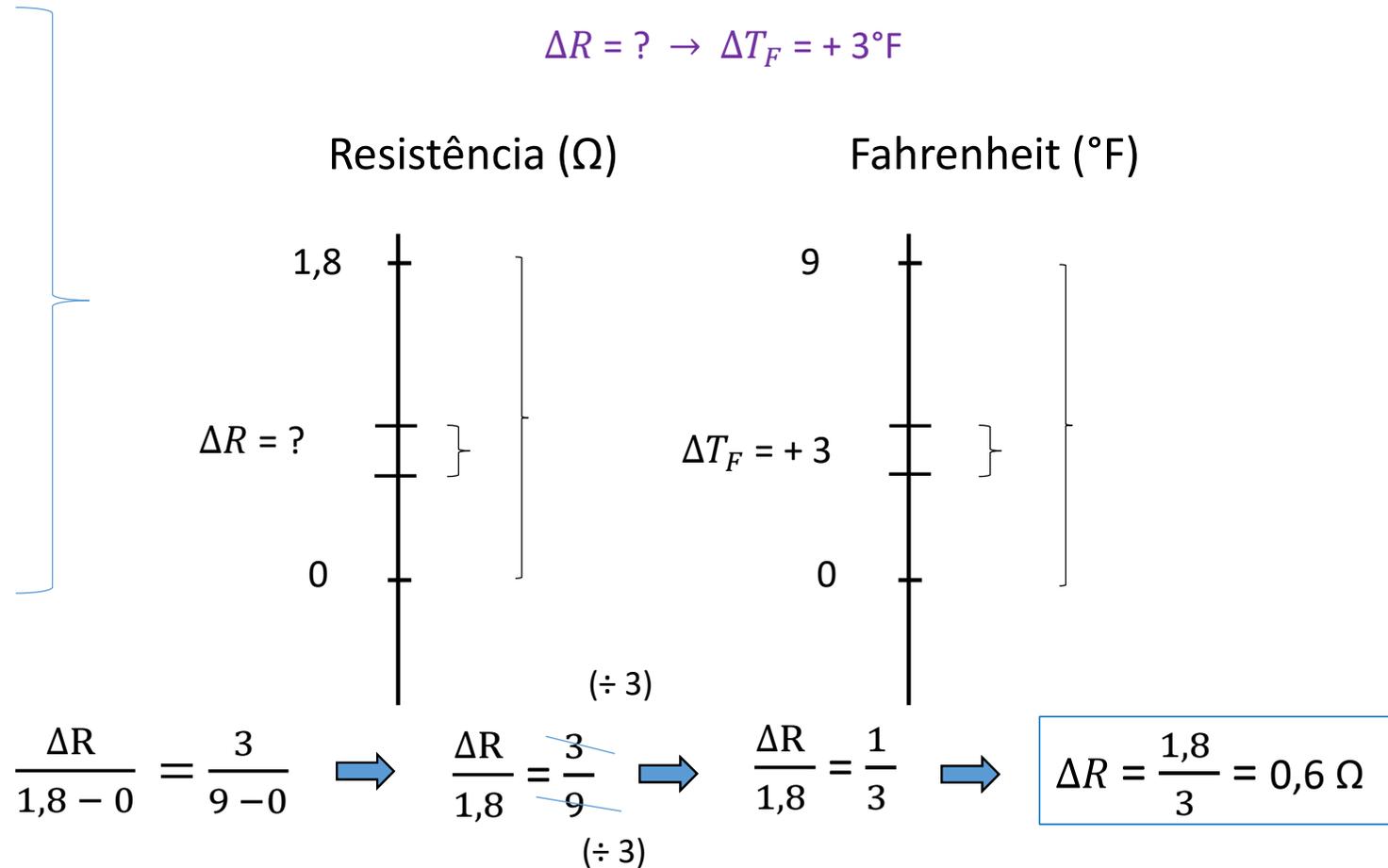
$$\Delta R = ? \rightarrow \Delta T_F = +3^\circ\text{F}$$

$$\Delta R = +1,8 \Omega \rightarrow \Delta T_C = +5^\circ\text{C}$$

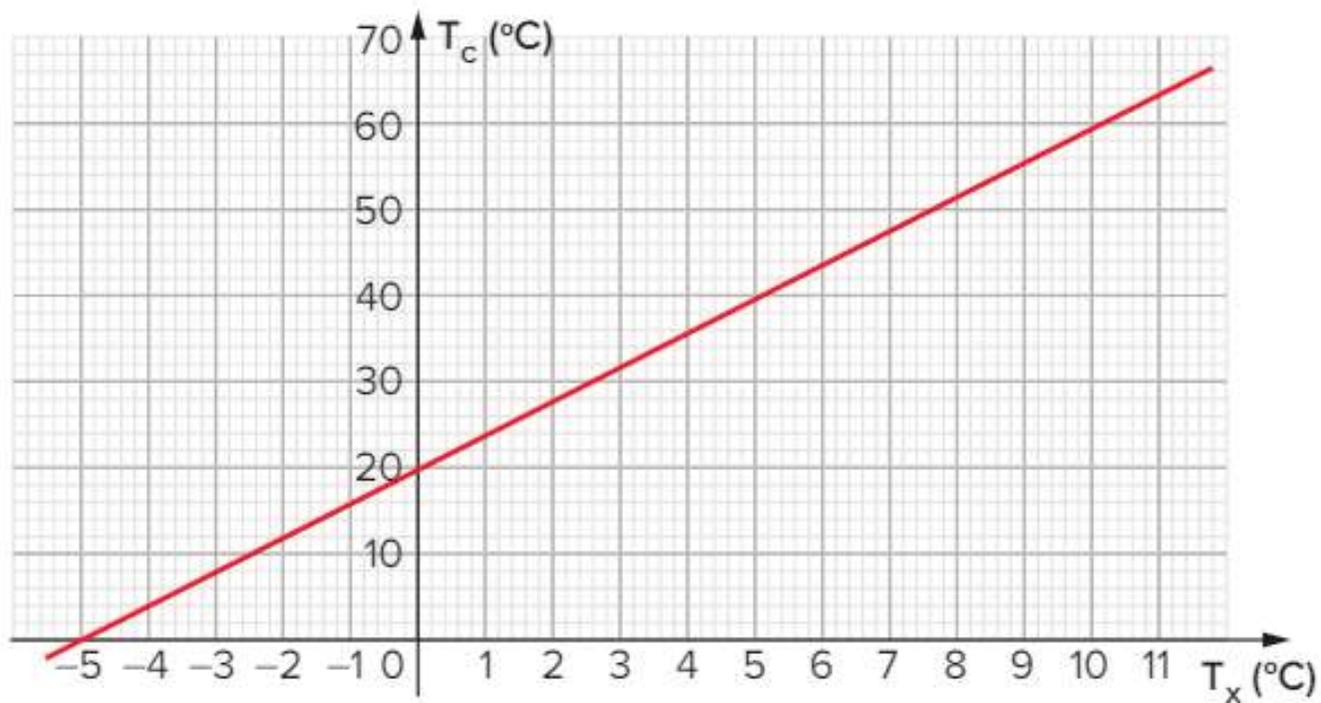
$$\Delta T_C = +5^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_F = ?$$

$$\Delta T_F = 1,8 \cdot 5$$

$$\Delta T_F = 9^\circ\text{C}$$

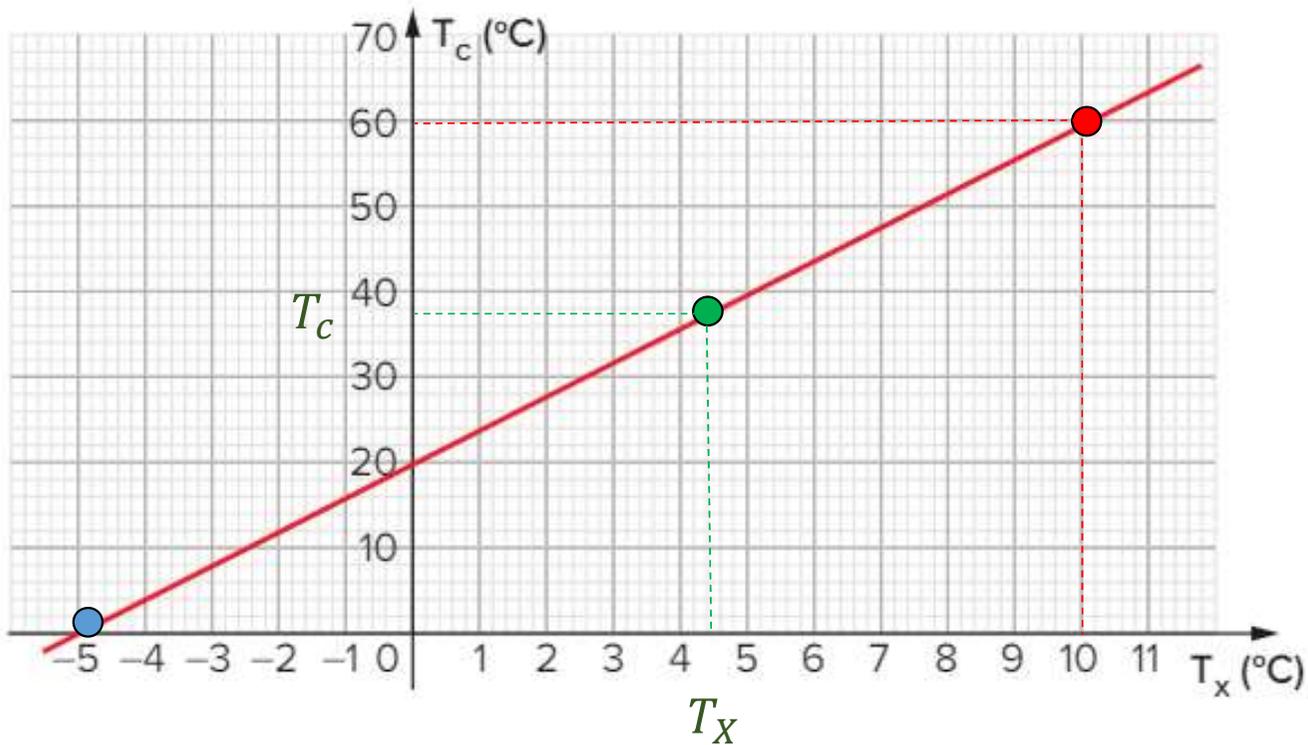


Ex. 6 do Tetra. O gráfico a seguir apresenta os valores da temperatura em °C em função de uma escala arbitrária X.

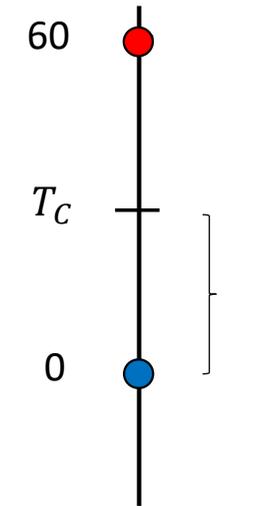


Obtenha a equação termométrica dessas duas escalas.

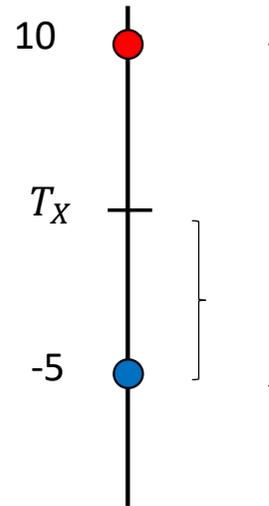
Ex 6 do Tetra. O gráfico a seguir apresenta os valores da temperatura em °C em função de uma escala arbitrária X.



Celsius (°C)



X (°C)



Obtenha a equação termométrica dessas duas escalas.

$$\frac{T_C - 0}{60 - 0} = \frac{T_X - (-5)}{10 - (-5)} \Rightarrow \boxed{\frac{T_C}{60} = \frac{T_X + 5}{15}}$$

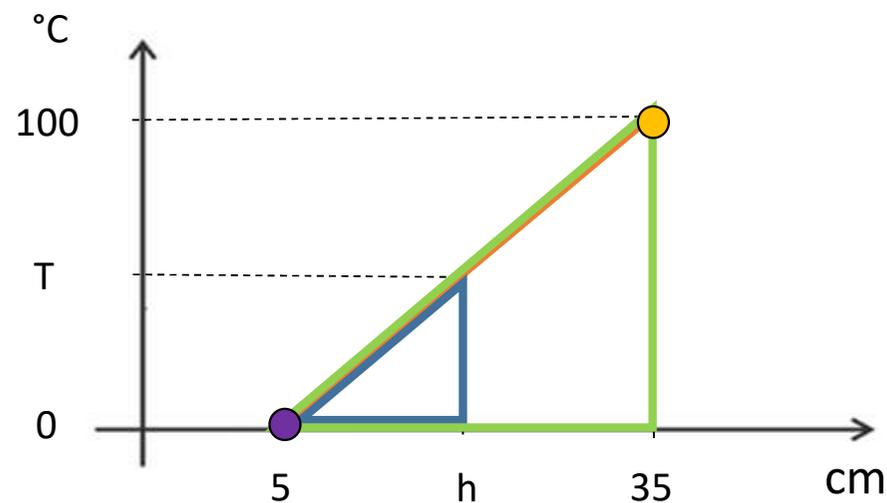
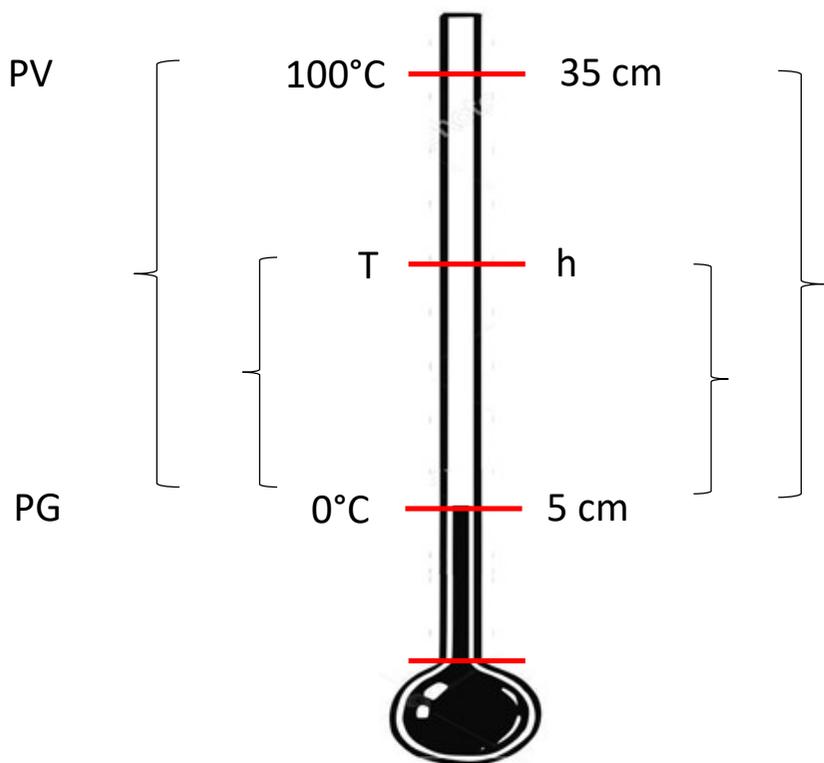
## *Extras*

Extra 1. Em um termômetro clínico de Hg, a coluna de mercúrio assume valores de 5 cm e 35 cm nos pontos de gelo ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e vapor da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ), respectivamente. Assumindo uma relação linear entre a temperatura e a altura da coluna de Hg, determine:

- a) A equação termométrica deste termômetro para a escala Celsius.
- b) A temperatura indicada pelo termômetro para uma leitura de 20 cm.

Extra 1. Em um termômetro clínico de Hg, a coluna de mercúrio assume valores de **5 cm** e **35 cm** nos **pontos de gelo (0°C)** e **vapor da água (100 °C)**, respectivamente. Assumindo uma relação linear entre a temperatura e a altura da coluna de Hg, determine:

a) A equação termométrica deste termômetro para a escala Celsius.

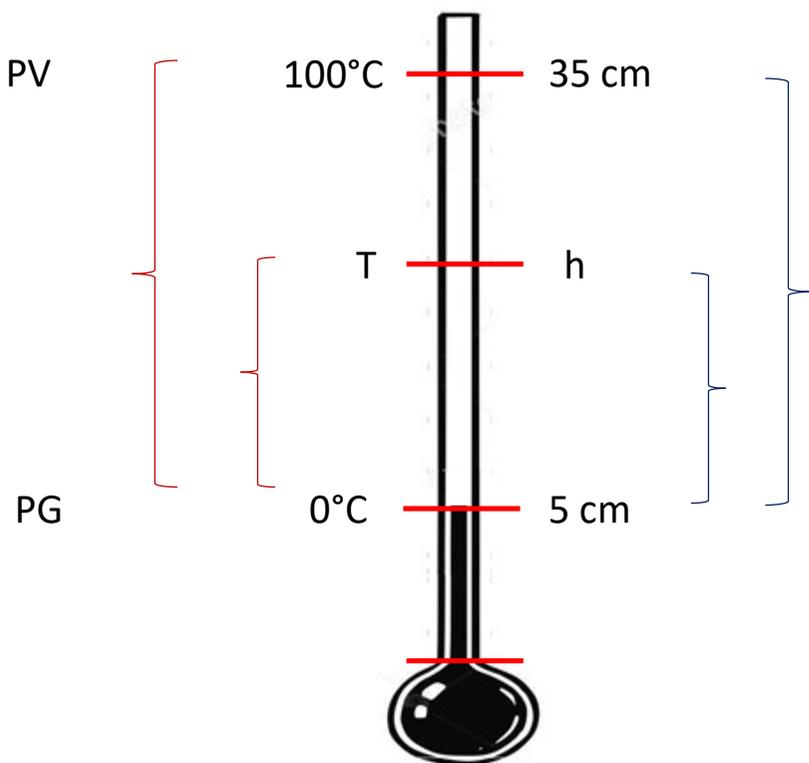


$$\frac{T - 0}{100 - 0} = \frac{h - 5}{35 - 5} \Rightarrow \frac{T}{100} = \frac{h - 5}{30}$$



Extra 1. Em um termômetro clínico de Hg, a coluna de mercúrio assume valores de **5 cm** e **35 cm** nos **pontos de gelo (0°C)** e **vapor da água (100 °C)**, respectivamente. Assumindo uma relação linear entre a temperatura e a altura da coluna de Hg, determine:

a) A equação termométrica deste termômetro para a escala Celsius.



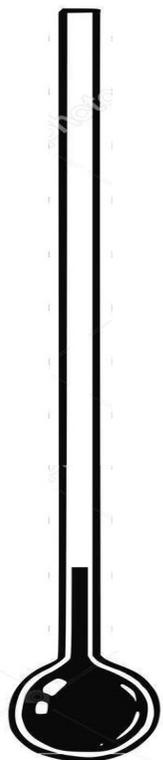
Para simplificar:

$$\frac{\text{intervalinho}}{\text{intervalão}} = \frac{\text{intervalinho}}{\text{intervalão}}$$


$$\frac{T - 0}{100 - 0} = \frac{h - 5}{35 - 5} \rightarrow \frac{T}{100} = \frac{h - 5}{30}$$

Extra 1. Em um termômetro clínico de Hg, a coluna de mercúrio assume valores de 5 cm e 35 cm nos pontos de gelo (0°C) e vapor da água (100 °C), respectivamente. Assumindo uma relação linear entre a temperatura e a altura da coluna de Hg, determine:

b) A temperatura indicada pelo termômetro para uma leitura de 20 cm.



$$\frac{T}{100} = \frac{h - 5}{30}$$

$$h = 20 \text{ cm} \rightarrow T = ?$$

$$\frac{T}{100} = \frac{(20) - 5}{30} \rightarrow \frac{T}{100} = \frac{15}{30} \xrightarrow{(\div 15)} \frac{T}{100} = \frac{1}{2} \rightarrow T = \frac{100}{2}$$

$$T = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## Exemplo de construção de uma escala termométrica

1. Escolhemos o mercúrio como substância termométrica.

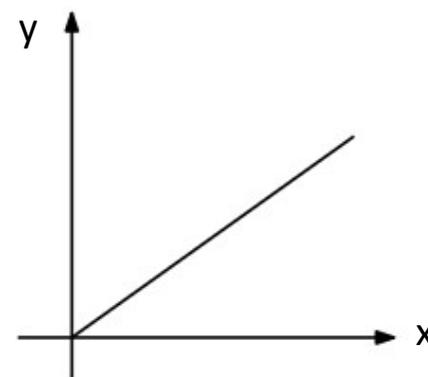
- neste caso a grandeza termométrica será a altura da coluna de mercúrio.
- a altura da coluna ( $h$ ) de mercúrio e a temperatura ( $T$ ) guardam relação linear (o gráfico é uma reta).
- $\Delta h \propto \Delta T$ .

2. Determinar dois pontos fixos. É comum utilizarmos a temperatura de fusão da água ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e a temp. de ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Você pode escolher outros dois pontos fixos.

3. Relacionar  $T$  e  $h$  (“intervalinho e intervalão”).

## Grandezas diretamente proporcionais

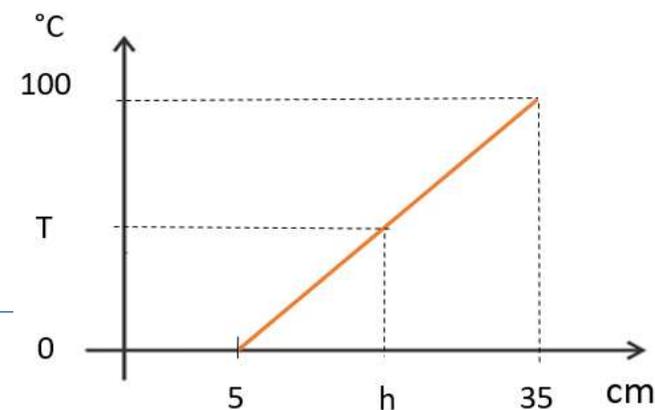
- Neste caso,  $y$  e  $x$  são diretamente proporcionais
- $y \propto x$
- Podemos fazer regra de três



## Atenção!

Para o nosso exemplo:

- $h$  e  $t$  **não são** diretamente proporcionais  $\Rightarrow$  **não é correto** utilizar relacionar  $h$  e  $t$  com “regra de três”
- $\Delta h$  e  $\Delta T$  **são** diretamente proporcionais  $\Rightarrow$  **é correto** relacionar  $\Delta h$  e  $\Delta T$  por meio de “regra de três”



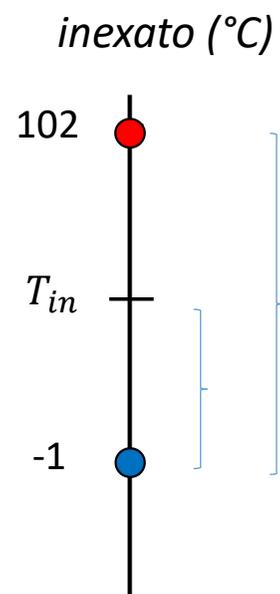
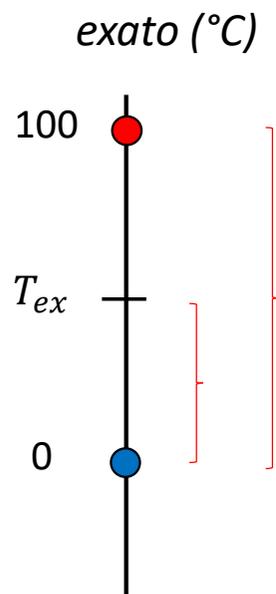
Extra 2. Um velho termômetro de Hg apresenta certa inexatidão em suas indicações. No gelo fundente, ele indica  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, no ponto vapor, ele indica  $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Determine:

- a) a equação de correção.
- b) a indicação do termômetro quando ele for colocado em equilíbrio térmico com um ambiente a  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- c) caso exista, qual a temperatura que esse termômetro indicará corretamente?

Extra 2. Um velho termômetro de Hg apresenta certa inexatidão em suas indicações. No gelo fundente, ele indica  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, no ponto vapor, ele indica  $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

a) a equação de correção.



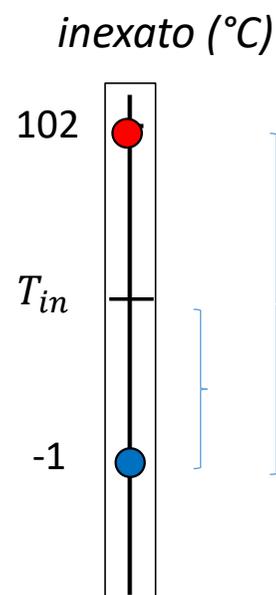
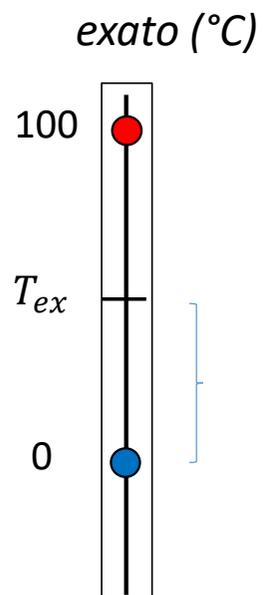
$$\frac{T_{ex} - 0}{100 - 0} = \frac{T_{in} - (-1)}{102 - (-1)}$$



$$\frac{T_{ex}}{100} = \frac{T_{in} + 1}{103}$$

Extra 2. Um velho termômetro de Hg apresenta certa inexatidão em suas indicações. No gelo fundente, ele indica  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, no ponto vapor, ele indica  $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

b) a indicação do termômetro (inexato) quando ele for colocado em equilíbrio térmico com um ambiente a  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Ambiente a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{ex} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{in} = ?$

$$\frac{T_{ex}}{100} = \frac{T_{in} + 1}{103}$$

$$\frac{35}{100} = \frac{T_{in} + 1}{103}$$

$$\frac{103 \cdot 35}{100} = T_{in} + 1$$

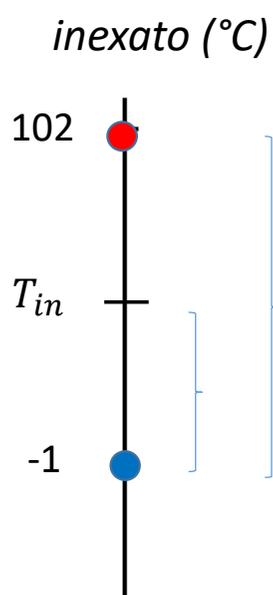
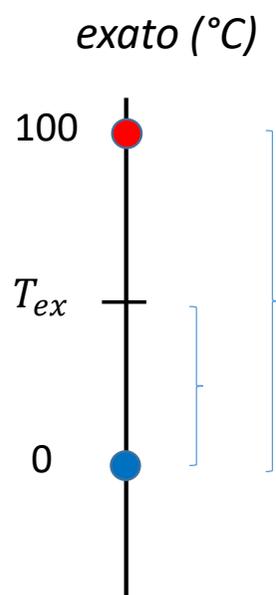
$$1,03 \cdot 35 = T_{in} + 1$$

$$36,05 = T_{in} + 1$$

$$35,05\text{ }^{\circ}\text{C} = T_{in}$$

Extra 2. Um velho termômetro de Hg apresenta certa inexatidão em suas indicações. No gelo fundente, ele indica  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, no ponto vapor, ele indica  $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

c) caso exista, qual a temperatura que esse termômetro indicará corretamente?



$$X = T_{ex} = T_{in}$$

$$\frac{T_{ex}}{100} = \frac{T_{in} + 1}{10}$$

$$\frac{X}{100} = \frac{X + 1}{103}$$

$$\frac{103}{100} \cdot X = X + 1$$

$$1,03 \cdot X = X + 1$$

$$1,03 \cdot X - X = 1$$

$$0,03 \cdot X = 1$$

$$X = \frac{1}{0,03} \cong 33,3^{\circ}\text{C}$$

$$T_{in} = T_{ex} \cong 33,3^{\circ}\text{C}$$

Em um ambiente a temperatura de  $33,3^{\circ}\text{C}$ , o termômetro defeituoso marcará  $33,3^{\circ}\text{C}$ , ou seja, estará funcionando corretamente.