

Ciências da Natureza - Física

Termologia

Prof. Ítalo Rodrigues Guedes

“Gênio é um por cento de inspiração e noventa e nove por cento de transpiração.”

Thomas Edison

Material elaborado por Profº Italo R. Guedes.
É proibida a reprodução total ou parcial de textos, fotos e ilustrações por qualquer meio, sem prévia autorização



ITALO VECTOR
© italovector.com.br

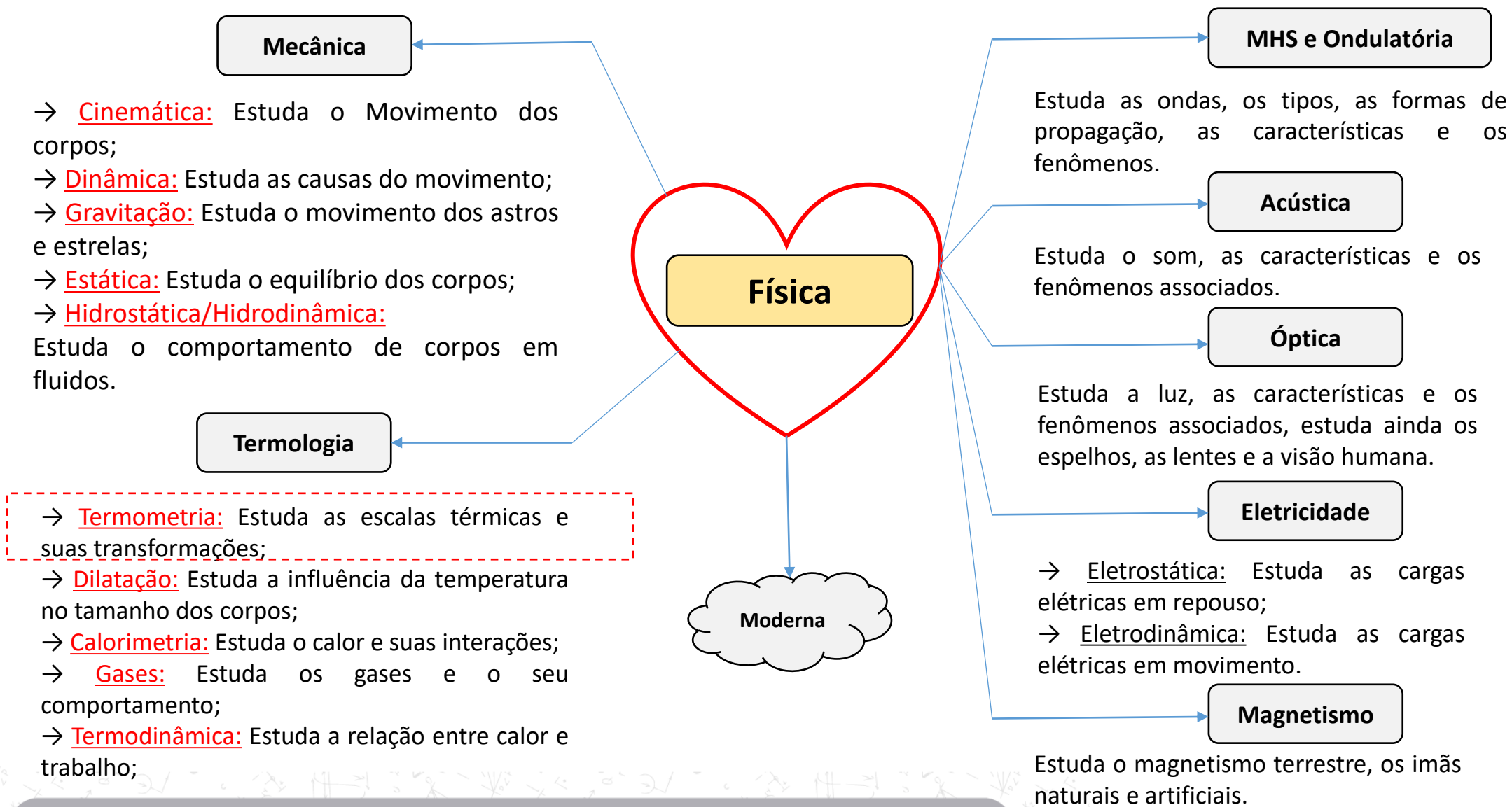
1 - OBJETIVO

Nosso objetivo neste *Episódio* é mitigar sobre o tema:

- Termologia – Conceitos Básicos
- Termometria – Conhecendo as escalas termométricas
- Termometria – Conversão entre as escalas térmicas
- Termometria – Variação entre escalas térmicas



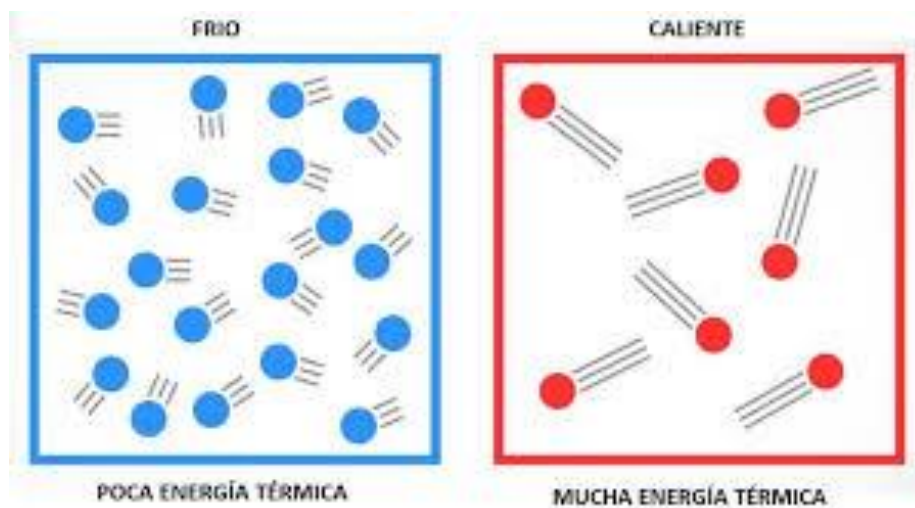
2 – VAMOS POSICIONAR ESSA LINDEZA NA FÍSICA...



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

ENERGIA TÉRMICA

Energia térmica é uma forma de **energia** que está diretamente associada à temperatura absoluta de um sistema, e **corresponde classicamente à soma das energias cinéticas** microscópicas que suas partículas constituintes possuem em virtude de seus movimentos de translação, vibração ou rotação



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

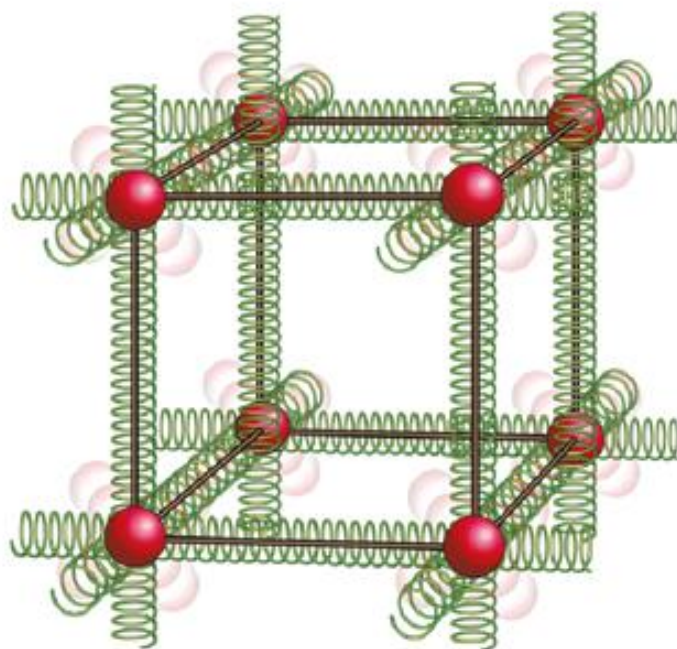


3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

ENERGIA TÉRMICA

De um forma simplificada:

É a energia proveniente da vibração das partículas.



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

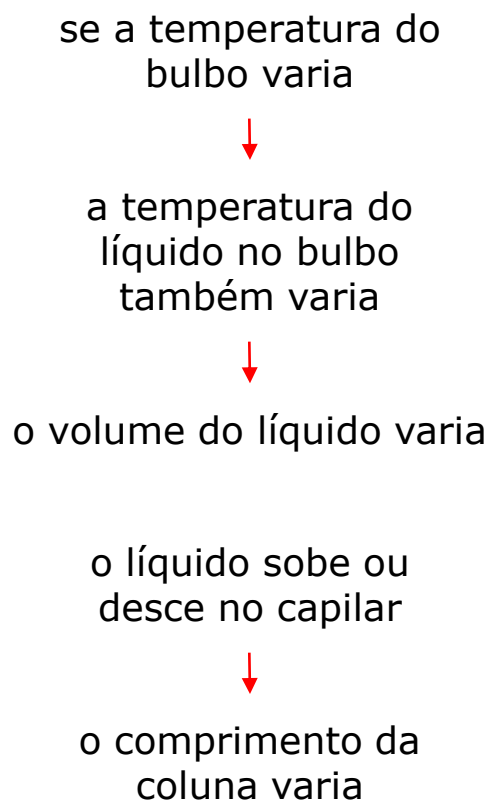


3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA

É a grandeza física associada a energia térmica que mede o:

“ O grau de agitação de partículas ”



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA

É a grandeza física associada a energia térmica que mede o:

“ O grau de agitação de partículas ”



OBS: A medição da grandeza temperatura é indireta, ou seja, é necessário um equipamento para comparar a temperatura do que se deseja medir e a sua escala interna.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA



Imagem extraída do site: <https://testo.com.br>

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA

É a grandeza física associada a energia térmica que mede o:

“ O grau de agitação de partículas ”

TEMPERATURA ALTA – Significa que há uma grande energia térmica (ou seja uma grande vibração) naquele corpo, meio ou sistema.

TEMPERATURA BAIXA – Significa que há uma baixa energia térmica naquele corpo, meio ou sistema.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA

Os corpos são formados por partículas (os átomos e moléculas que os constituem).

Dependendo da maneira como essas partículas se distribuem pelo espaço e da coesão existente entre elas, os corpos podem se apresentar no estado sólido, no estado líquido ou no estado gasoso.



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

TEMPERATURA

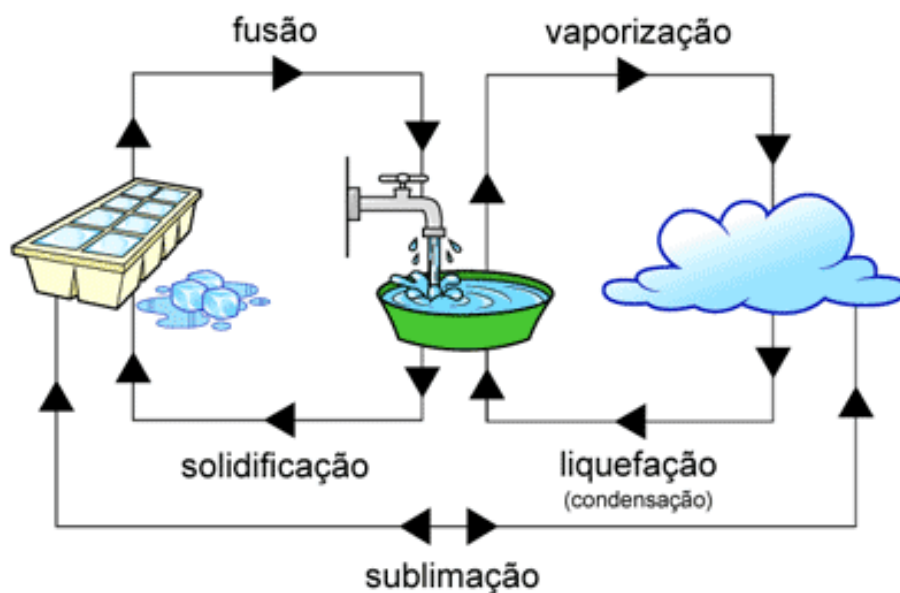
Estados Físicos

Sólido – Agitação menor – Partículas (átomos e moléculas) estão mais próximas

Líquido – Agitação média – Partículas (átomos e moléculas) um pouco afastadas

Gasoso – Agitação grande – Partículas (átomos e moléculas) estão mais afastadas

Exemplo:



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

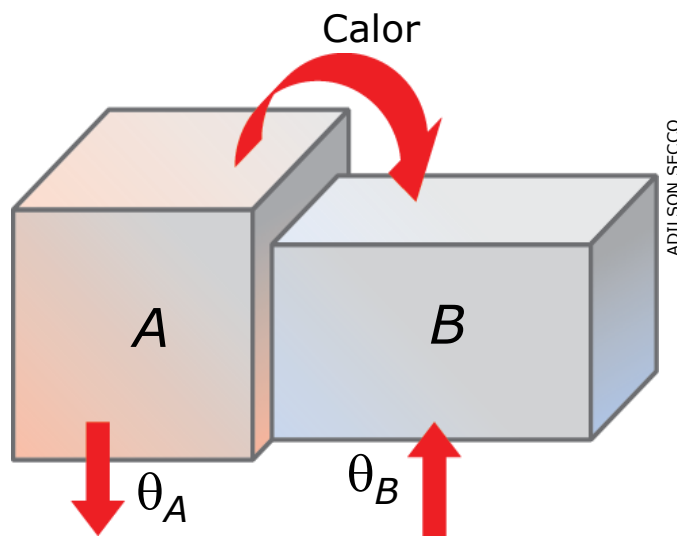


3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

CALOR

É a energia térmica em trânsito

Calor flui espontaneamente de um sistema de **MAIOR TEMPERATURA** para um sistema com **MENOR TEMPERATURA**. Quando os sistemas (corpos ou meios) atingirem a mesma temperatura, estará atingido o **Equilíbrio Térmico**.



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

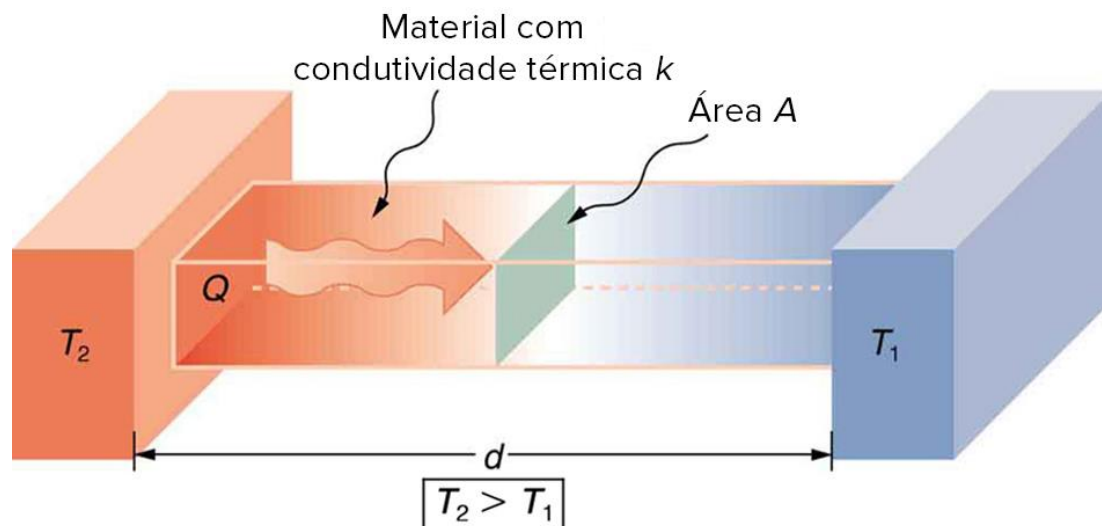


3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

CALOR

É a energia térmica em trânsito

Calor flui espontaneamente de um sistema de **MAIOR TEMPERATURA** para um sistema com **MENOR TEMPERATURA**. Quando os sistemas (corpos ou meios) atingirem a mesma temperatura, estará atingido o **Equilíbrio Térmico**.

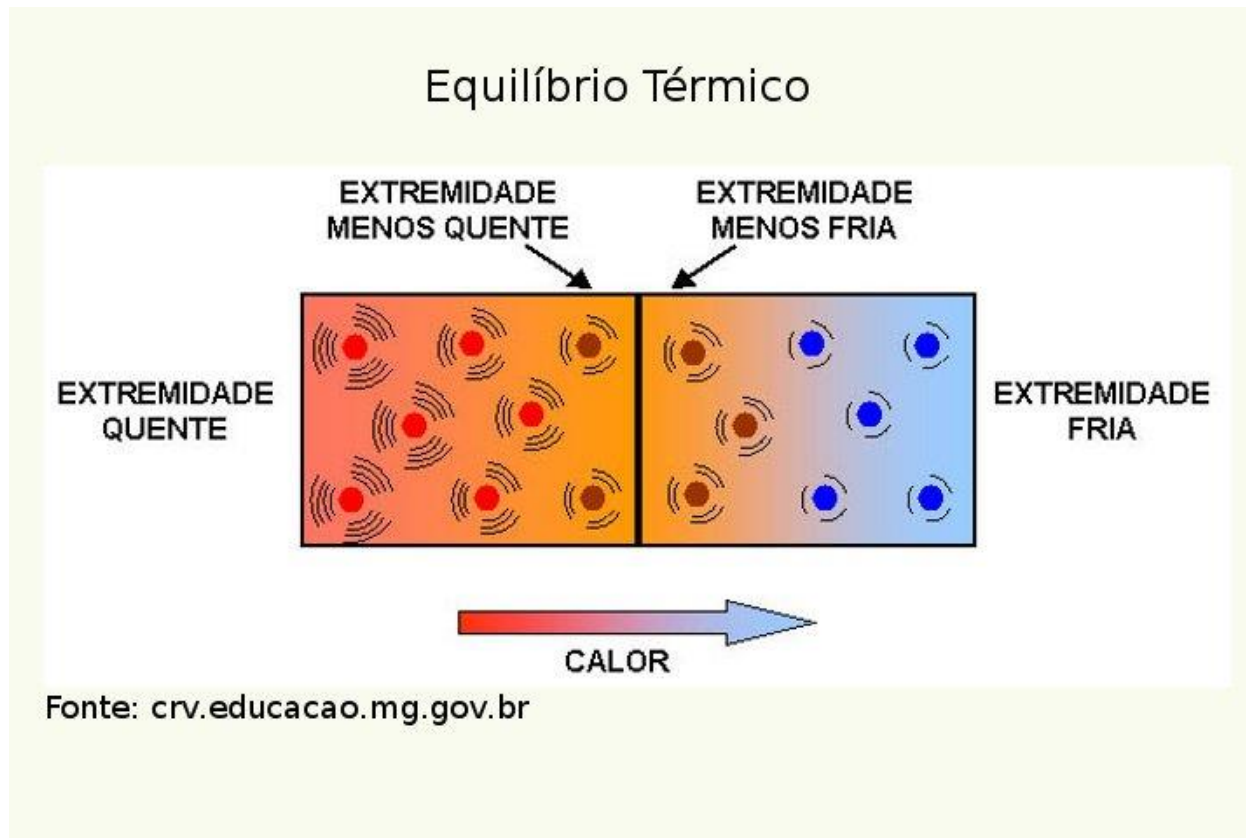


- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

CALOR



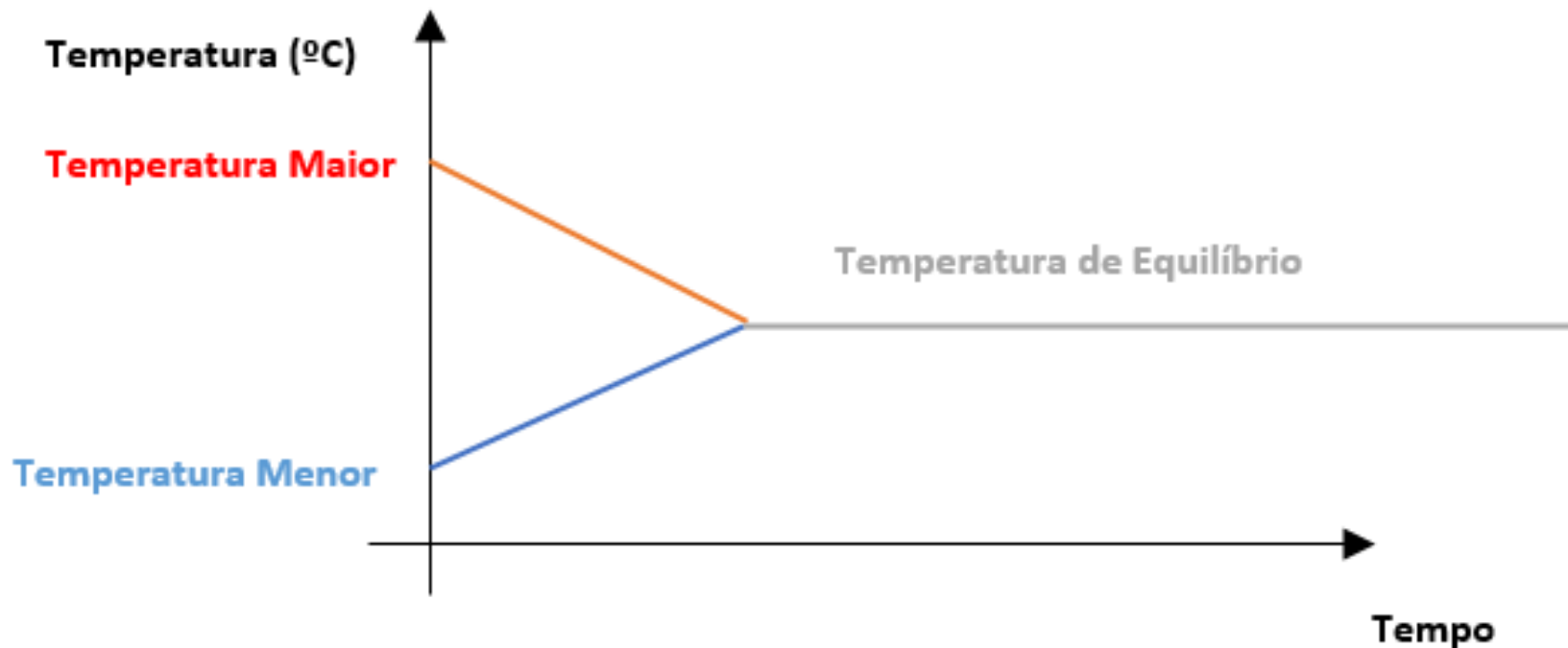
- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

EQUILÍBRIO TÉRMICO

É quando as temperaturas se igualam, o corpo ou meio que tinha maior temperatura dá energia térmica (calor) ao corpo ou meio que tinha menor temperatura.



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

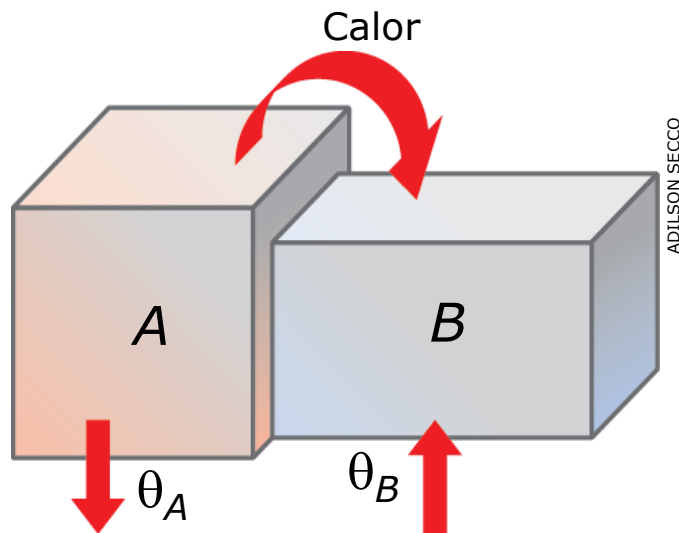


3 – CONCEITOS BÁSICOS DE TERMOLOGIA

LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

A lei zero da termodinâmica afirma que "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".

Essa lei permite a definição de uma escala de temperatura, como por exemplo, as escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit, Kelvin, que são as principais e ainda outras escalas mais específicas como a Réaumur, Rankine, Newton e Leiden.



Ou seja... quem tem maior temperatura perde energia térmica e que tem menor temperatura recebe a energia térmica de forma que as temperaturas se igualam
(EQUILÍBRIO TÉRMICO)

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

A primeira noção de temperatura de um sistema é estabelecida a partir da sensação térmica que o tato proporciona, traduzida pelos termos frio, quente, gelado etc.

No entanto, para fins científicos, o critério “sensitivo” para avaliação das temperaturas é vago e impreciso, pois depende da pessoa e das condições nas quais a mesma se encontrava anteriormente.

- Distinção entre mais quente e mais frente que sua própria temperatura;
- Sensibilidade a outras grandezas tais como condutividade térmica (maçaneta metálica fria e porta de madeira por exemplo)

Daí a necessidade de se estabelecer um instrumento padronizado de medida de temperatura que independa do sentido do tato. Chama-se termômetro o instrumento para medir a temperatura dos corpos.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Embora se trate de uma grandeza fortemente inserida no cotidiano, a temperatura apresenta alguns aspectos que a fazem um caso peculiar entre as grandezas físicas.

Basta pensar, por exemplo, que se forem unidos dois pedaços de metal com 1 m de comprimento cada o comprimento total resultante será de 2 m.



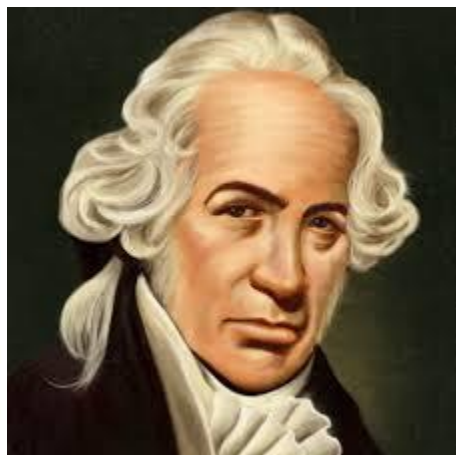
Já o mesmo não se passa ao juntar dois corpos encontrando-se cada um deles inicialmente à temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, pois não passaremos a ter um corpo a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, mas sim a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a temperatura é uma propriedade intensiva).

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit



Em 1708, quando vivia na Islândia, Fahrenheit precisava de um termômetro para utilizar em suas experiências. Os termômetros até o momento construídos, com os mais variados líquidos, não eram confiáveis. Decidiu então criar sua própria escala, optando por usar como substância termométrica o mercúrio.



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

Como ponto de referência inferior da nova escala utilizou a temperatura de uma mistura de partes iguais de cloreto de sódio (NaCl, o sal de cozinha), cloreto de amônia (NH₄Cl) e gelo fundente (gelo picado e água pura, em equilíbrio).

Para o ponto de referência superior, utilizou a temperatura normal do corpo humano.

Dividiu esse intervalo em cem partes iguais e chamou esses pontos de:

0 °F e 100 °F.

Somente mais tarde, quando se passou a utilizar a água como referência, observou-se que sua escala assinalava 32 para o ponto de gelo e 212 para o ponto de vapor.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

Por que alguns países ainda usam?

O primeiro é que, mesmo nos países frios, as temperaturas assumem, quase sempre, valores positivos na escala Fahrenheit, o que não acontece na escala Celsius. Isso é devido ao fato do zero Fahrenheit ser uma temperatura muito baixa.

Outro detalhe importante da escala Fahrenheit está relacionado ao fato de que as febres, que precisam ser controladas com medicamentos, apresentam-se em tal escala com três dígitos. Neste sentido, o $100\text{ }^{\circ}\text{F}$, equivalente a $37,78\text{ }^{\circ}\text{C}$, é bastante conveniente. Nos países de língua inglesa é comum enfermeiras afirmarem coisas do tipo: *“a temperatura já atingiu três dígitos, vamos dar uma medicação”*.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

Por que alguns países ainda usam?

Apesar do trabalho de Celsius, Fahrenheit tinha chegado primeiro e sido aceite na British Royal Society, a mais importante academia científica da época, o que fez com que o sistema por ele desenvolvido tivesse sido aceite pelo Reino Unido e respectivas colónias com mais facilidade do que a escala Celsius.

E assim foi até meados do século XX. O Reino Unido começou a mudar para o sistema métrico a partir de 1965 e, juntamente com os metros e os quilogramas, adotou também as temperaturas em Celsius. As colónias e ex-colónias seguiram o exemplo. Mas não os Estados Unidos. Porquê?

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

Por que alguns países ainda usam?

Até chegou a ser aprovada uma lei no Congresso que previa a adaptação ao sistema métrico, deixando cair as medidas que ainda hoje são populares por lá (Fahrenheit, milhas, acres, galões, libras).

Mas...

A lei era de aplicação voluntária.

Assim, a lei do Congresso não passou de letra morta, o antigo sistema manteve-se e, em 1982, Ronald Reagan enterrou definitivamente o sistema métrico, ao acabar com o grupo de trabalho que tinha sido criado especificamente para a implementação do dito.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

A escala Fahrenheit – Um fato muito importante

Uma pequena história sobre uma das dispendiosas consequências que a não adoção do sistema métrico teve para os Estados Unidos. Em 1999, o primeiro satélite meteorológico do mundo a orbitar outro planeta – neste caso, Marte – desapareceu dos radares.

E tudo porque foram utilizados dois *softwares* para a ignição dos propulsores que usavam unidades diferentes: um funcionava em **libras** e o outro, ao receber os dados do primeiro, assumiu automaticamente que os valores estavam em **newtons**.

Com a confusão, o satélite acabou por atingir o limite da atmosfera marciana e foi destruído.

Foram 125 milhões de dólares perdidos.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

A divisão das suas escalas está baseada em três pontos fixos, os quais podem ser produzidos acuradamente como se segue. O primeiro é colocado na parte mais baixa ou no início da escala e é obtido com uma mistura de gelo, água e sal de amoníaco ou sal do mar. Se o termômetro é colocado nessa mistura, o seu fluido desce até um ponto no qual é marcado zero. Este experimento dá melhores resultados no inverno que no verão. O segundo ponto fixo é obtido quando água e gelo são misturados sem os sais acima mencionados. Se o termômetro é colocado nessa mistura, seu fluido sobe até o grau 32, o qual eu chamo o ponto do início do congelamento, pois as águas estagnadas dos invernos estão sempre cobertas com uma fina camada de gelo quando o termômetro atinge este grau.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Fahrenheit

O terceiro ponto fixo é encontrado aos 96 graus, e o fluido expande-se até este grau quando o termômetro é colocado na boca ou sob a axila de uma pessoa sadia, por um tempo suficiente para adquirir o calor do corpo. ... A escala dos termômetros para determinar o calor dos líquidos em ebulição inicia-se também a zero e contém 600 graus, pois o mercúrio que enche os termômetros começa a entrar em ebulição aproximadamente naquele ponto (FAHRENHEIT, apud MIDDLETON, 1966, p. 75)

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Celsius



Em 1742, o astrônomo sueco, Anders Celsius usou o ponto de ebulição da água em uma extremidade ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) e o de congelamento na outra ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Celsius utilizou, originalmente, o valor 0 para o ponto de ebulição da água e o valor 100 para seu ponto de congelamento. Dessa forma, ele evitava valores negativos no estudo da variação de temperatura da água.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Celsius

Após sua morte, em 1744, esses valores foram invertidos pelo biólogo Cari Lineu e essa escala tomou a forma que conhecemos hoje.

Pelo fato de existir cem divisões iguais entre os pontos de fusão e ebulição da água, a escala foi chamada de escala centígrada e seu grau, de grau centígrado.

No entanto, em 1948, o Comitê Internacional de Pesos e Medidas estabeleceu que a denominação correta seria **escala Celsius** e **grau Celsius**.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Kelvin



National Portrait Gallery, London/Diomedea

William Thomson (1824-1907), nascido em Belfast, Irlanda do Norte, foi um personagem muito ativo do século XIX, contribuindo intensamente com seu trabalho, estendendo seu talento a novas invenções e ao desenvolvimento de tecnologias, que o credenciaram a receber o título de Lorde Kelvin.

Retrato de Lorde Kelvin,
pintado por Elizabeth King.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Kelvin

Na França, Kelvin entrou em contato com o trabalho desenvolvido por Jacques Charles, que havia estabelecido, após muitos experimentos, a relação entre a variação de volume de um gás e a variação de temperatura. Nesse estudo, o volume de todos os gases se anulava na temperatura de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kelvin propôs outra conclusão: não era o volume que se anulava nessa temperatura, mas sim a energia cinética de suas moléculas. Ele havia estabelecido a menor temperatura possível para um sistema, que denominou **zero absoluto**.

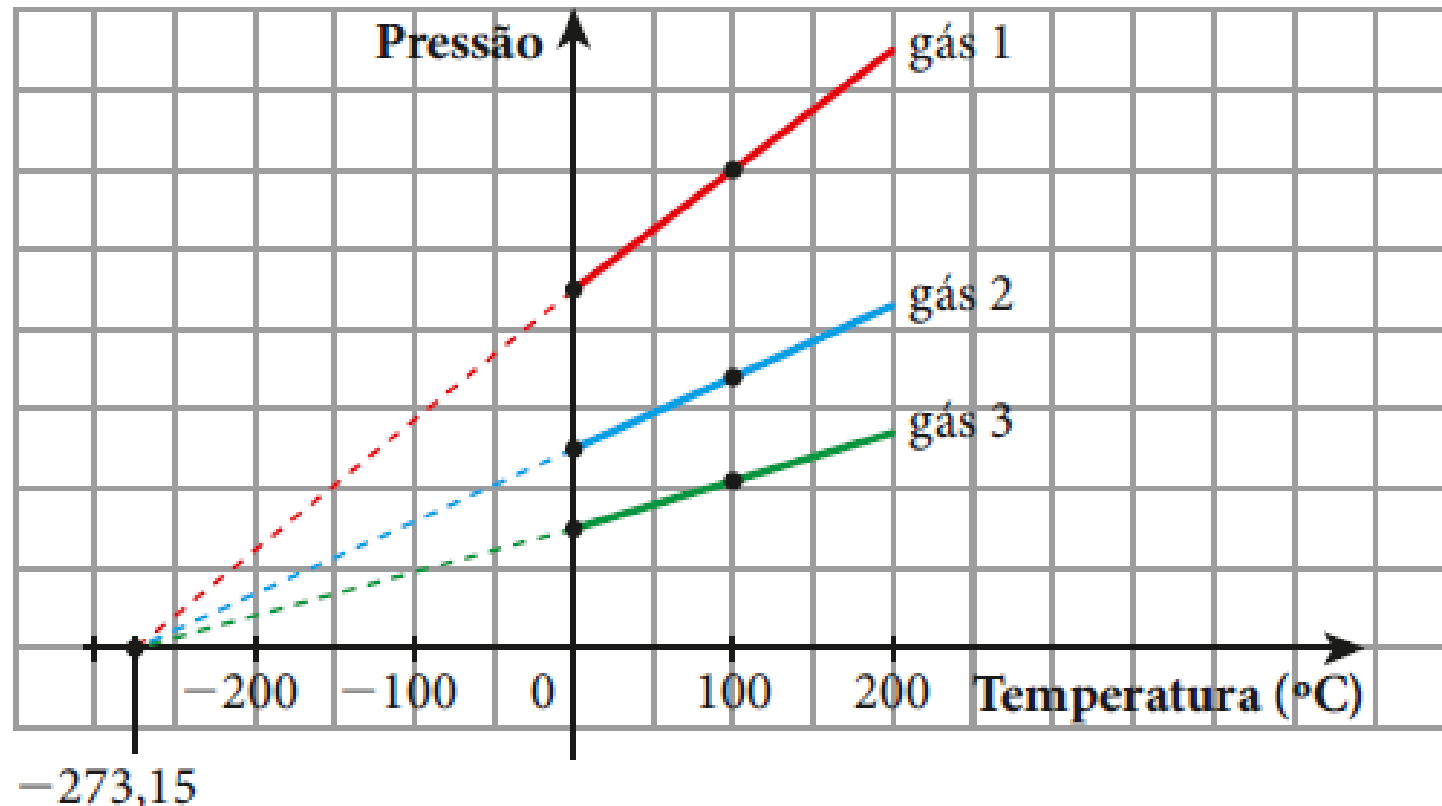
A partir dessa conclusão, propôs uma nova escala termométrica, que simplificava a expressão matemática na relação com outras escalas.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Kelvin



- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Kelvin

Alguns valores de temperaturas (em kelvin)	
Fusão do núcleo do hélio	$\approx 10^8$
Interior do Sol	$\approx 10^7$
Superfície do Sol	6 000
Fusão do ouro	1340
Ebulição da água a 1 atm	373
Temperatura ambiente mais alta registrada na superfície da Terra	331
Corpo humano	310
Congelamento da água a 1 atm	273
Temperatura ambiente na superfície de Marte	220
Temperatura ambiente mais baixa registrada na superfície da Terra	185
Hélio líquido	4,2
Radiação de fundo do Universo	3
Menor temperatura obtida em laboratório	$\approx 10^{-6}$

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Escala Kelvin

Zero Absoluto

Zero absoluto é o limite inferior de temperatura de um sistema. É a temperatura correspondente ao menor estado de agitação das partículas, isto é, um estado de agitação praticamente nulo.

A escala Kelvin, também denominada **escala absoluta**, tem sua origem no zero absoluto e utiliza o grau Celsius como unidade de variação. O símbolo da unidade da escala Kelvin é **K**.

Para facilitar os cálculos, aproximamos o valor $-273,15\text{ °C}$ para -273 °C .

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



4 – ESCALAS TÉRMICAS

Outras escalas

Réaumur - pontos fixos são o ponto de congelamento da água (0°Ré) e seu ponto de ebulição (80°Ré)

Rankine - o 0 Ra é o zero absoluto, porém a variação do Rankine é definida como sendo igual a um grau Fahrenheit. Assim, a variação de um Ra equivale à variação de um $^{\circ}\text{F}$. Então a temperatura de $-459,67^{\circ}\text{F}$ é exatamente igual a 0 Ra .

OBS.: Assim como a escala absoluta Kelvin, a escala absoluta Rankine também não é grafada com o termo "grau" desde decisão do CGPM em 1967

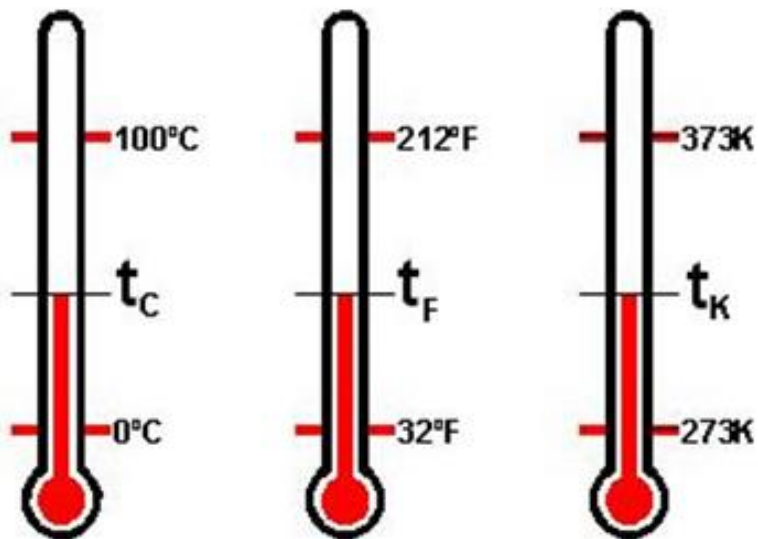
Newton - definiu os pontos fixos de sua escala como o derretimento da neve (0°N) e a ebulição da água (33°N). Sua escala é, portanto, um precursor da escala **Celsius**, visto que as duas escalas são definidas pelas mesmas referências.

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



5 – CONVERSÃO ENTRE ESCALAS TÉRMICAS

Usando-se um processo matemático denominado: “Interpolação”, podemos definir uma equação de relacionamento entre as escalas



$$\frac{\text{termo do meio} - \text{termo de baixo}}{\text{termo de cima} - \text{termo de baixo}} =$$

$$\frac{t_C - 0}{100 - 0} = \frac{t_F - 32}{212 - 32} = \frac{t_K - 273}{373 - 273}$$

Fazendo as simplificações, chegamos a equação de conversão entre as escalas térmicas

$$\frac{t_C}{5} = \frac{t_F - 32}{9} = \frac{t_K - 273}{5}$$

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas

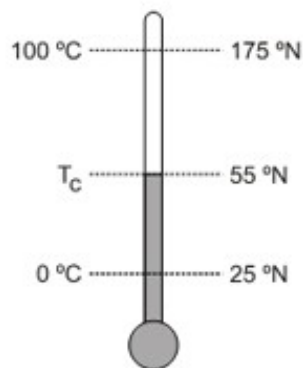


Exemplo 1)

Um estudante de Física resolveu criar uma nova escala termométrica que se chamou Escala NOVA ou, simplesmente, Escala N. Para isso, o estudante usou os pontos fixos de referência da água: o ponto de fusão do gelo (0°C), correspondendo ao mínimo (25°N) e o ponto de ebulição da água (100°C), correspondendo ao máximo (175°N) de sua escala, que era dividida em cem partes iguais. Dessa forma, uma temperatura de 55° , na escala N, corresponde, na escala Celsius, a uma temperatura de:

- a) 10°C .
- b) 20°C .
- c) 25°C .
- d) 30°C .
- e) 35°C .

Resolução: A resposta correta é a letra B.



De acordo com o esquema acima:

$$\frac{T_c - 0}{100 - 0} = \frac{55 - 25}{175 - 25} \rightarrow \frac{T_c}{100} = \frac{30}{150} \frac{T_c - 0}{100 - 0} = \frac{55 - 25}{175 - 25} \rightarrow \frac{T_c}{100} = \frac{30}{150} \frac{T_c - 0}{100 - 0} = ;$$

$$T_c = \frac{30}{1,5} \rightarrow T_c = 20^{\circ}\text{C}$$



6 – VARIAÇÃO ENTRE ESCALAS TÉRMICAS

O Termo variação significa em física: “Final” – “Inicial” e também pode ser convertido de acordo com a escala.

A Equação que fornece a variação proporcional e relaciona as 3 escalas é

$$\frac{\Delta t_C}{5} = \frac{\Delta t_F}{9} = \frac{\Delta t_K}{5}$$

Para que serve?

Serve para entender que uma variação de 20 °C corresponde a uma variação de 36 °F e uma variação de 20 K

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



ITALO VECTOR

© italovector.com.br

Exemplo de algumas temperaturas

	Escala Celsius (°C)	Escala Fahrenheit (°F)	Escala Kelvin (K)
Ar liquefeito	-39	-38,2	243
Maior Temperatura na superfície da Terra	58	136	331
Menor Tempertura na superfície da Terra	-89	-128	184
Ponto de combustão da madeira	250	482	523
Ponto de combustão do papel	184	363	257
Ponto de fusão do chumbo	327	620	600
Ponto de fusão do ferro	1535	2795	1808
Ponto do gelo	0	32	273,15
Ponto de solidificação do mercúrio	-39	-38,2	234
Ponto do vapor	100	212	373,15
Temperatura na chama do gás natural	660	1220	933
Temperatura na superfície do Sol	5530	10000	5800
Zero absoluto	-273,15	-459,67	0

- 1 – Objetivo;
- 2 – Áreas da Física;
- 3 – Conceitos Básicos:
 - Energia Térmica;
 - Temperatura;
 - Calor;
 - Equilíbrio Térmico;
- 4 – Escalas Térmicas
 - Fahrenheit;
 - Celsius;
 - Kelvin;
 - Outras escalas;
- 5 – Conversão entre escalas térmicas
- 6 – Variação entre escalas térmicas



Muiiiito Obrigado!



Prof. Ítalo Guedes
italovector.com.br



Referências Bibliográficas

<https://observador.pt/2015/02/17/faz-sempre-sol-em-filadelfia-porque-e-que-nos-estados-unidos-se-usam-graus-fahrenheit/#:~:text=Os%20n%C3%BAmeros%20podem%20parecer%2Dlhe,Estados%20Unidos%2C%20Birm%C3%A2nia%20e%20Lib%C3%A9ria.> – último acesso em 31/01/2021 às 22:37 h

<https://sergiorbtorres.blogspot.com/2017/02/voce-sabe-como-surgiram-as-primeiras.html>

<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n1/a13v28n1.pdf>

Tópicos da Física 2 – Newton, Helou e Gualter – 2ª Edição - 2016