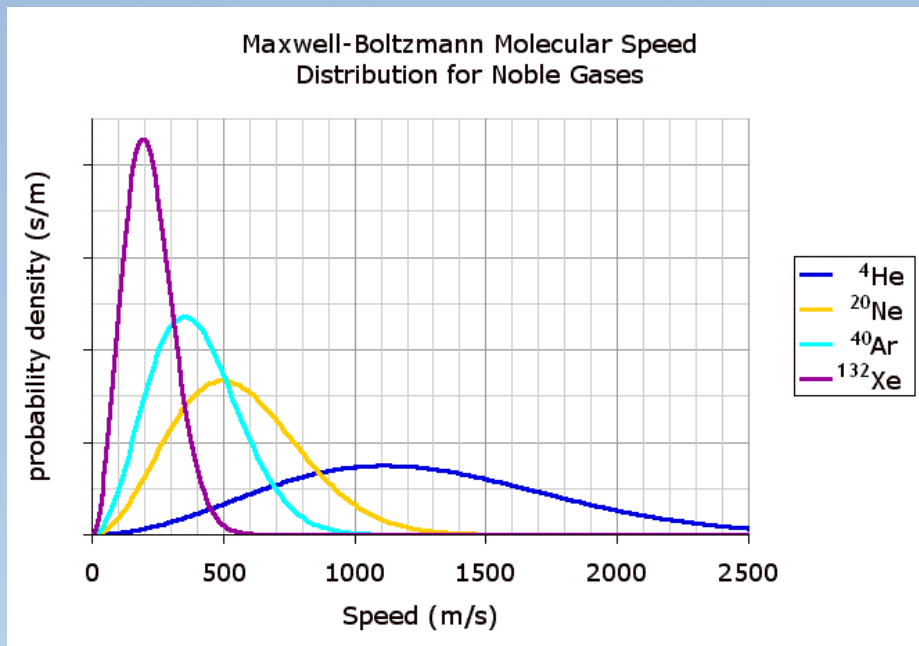


Escalas Termométricas

Temperatura

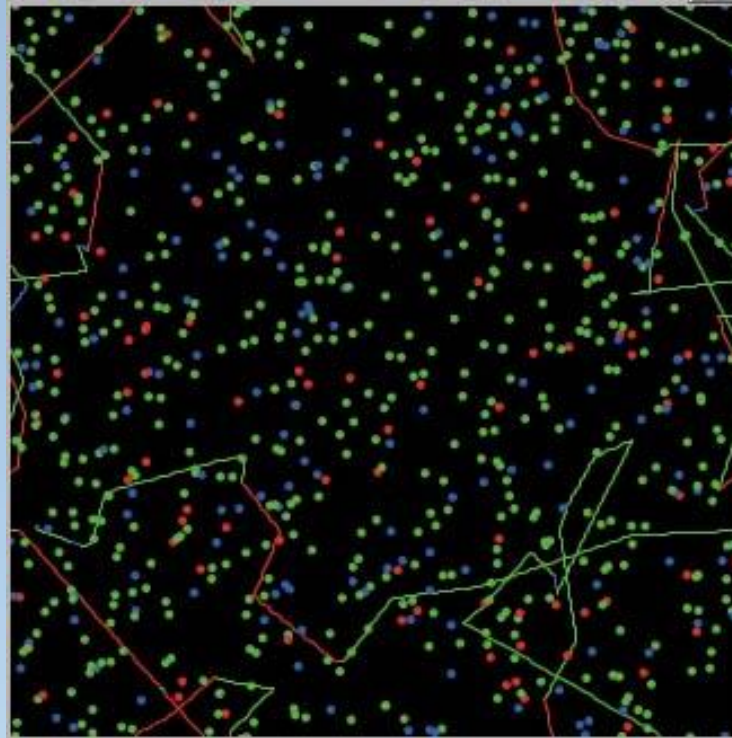


Existe uma grandeza escalar chamada de temperatura que é uma propriedade de todos os sistemas termodinâmicos em equilíbrio.

Dois sistemas estão em equilíbrio térmico se e somente se as suas temperaturas são iguais.

Distribuição das velocidades moleculares de diferentes gases nobres a 298 K,
(violeta: Xe; azul claro: Ar; amarelo: Ne; azul escuro: He),

Agitação Térmica



Para ver uma simulação deste fenômeno visite:

<http://www.laboratoriodefisica.com.br/netlogo/gasinabox.html>

Termômetros



Um termômetro é um instrumento que mede quantitativamente a temperatura de um sistema. A maneira mais fácil de se fazer isso é achar uma substância que possua uma propriedade que se modifica de modo regular com a temperatura. Substância termométrica: é aquela que tem pelo menos uma de suas propriedades físicas (comprimento, volume, pressão, resistência elétrica, etc.) variando de forma mensurável com a temperatura. Grandeza termométrica: é a propriedade física da substância termométrica que varia de forma mensurável com a temperatura, sendo usada para medi-la

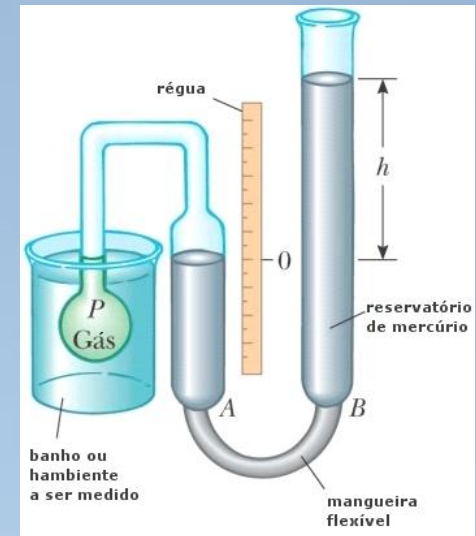
Tipos de Termômetros



Termoscópio de Galileu



Termômetro de Álcool



Termômetros de gás a volume constante



Termômetro Infravermelho/Mira Laser

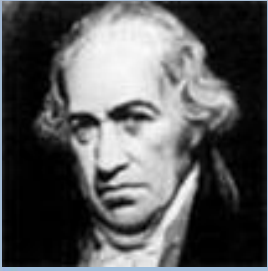


Termômetro Clínico
(Mercúrio)



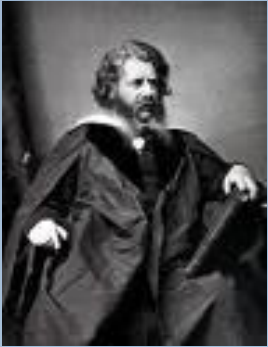
Escala Celsius

- A escala Celsius foi criada por Anders Celsius, um astrônomo sueco, em 1742. Ele escolheu como pontos fixos, os quais a sua escala seria baseada, os pontos de fusão do gelo (quando o gelo vira água) e de ebulição da água (quando a água ferve). Ele colocou um termômetro dentro de uma mistura de água e gelo, em equilíbrio térmico, e na posição onde o mercúrio estabilizou marcou o ponto zero. Depois colocou o termômetro na água em ebulição e onde o mercúrio estabilizou marcou o ponto 100. Estava criada a escala Celsius. Sua vantagem era que ela poderia ser reproduzida em qualquer canto do planeta, afinal, ao nível do mar, a água sempre vira gelo e ferve no mesmo ponto, e agora também na mesma temperatura.
- A escala Celsius é a mais comum de todas as escalas termométricas.



Escala Fahrenheit

- Esta escala foi criada pelo inventor do termômetro de mercúrio, Daniel Gabriel Fahrenheit, por volta de 1714. Inicialmente ele colocou seu termômetro, ainda sem nenhuma escala, dentro de uma mistura de água, gelo e sal de amônio. O mercúrio ficou estacionado em determinada posição, a qual ele marcou e chamou de zero. Depois ele colocou este mesmo termômetro para determinar um segundo ponto, a temperatura do corpo humano. Quando o mercúrio novamente estacionou em determinada posição ele a marcou e chamou de 100. Depois foi só dividir o espaço entre o zero e o 100 em cem partes iguais. Estava criada a escala Fahrenheit.
- Depois disso, quando Fahrenheit colocou seu termômetro graduado numa mistura de água e gelo, obteve o valor de **32°F**, e quando colocou-o em água fervendo obteve o valor de **212°F**. Portanto, na escala Fahrenheit a água vira gelo a 32°F e ferve a 212°F.
- Esta escala é mais usada nos países de língua inglesa, com exceção da Inglaterra, que já adotou o Celsius.



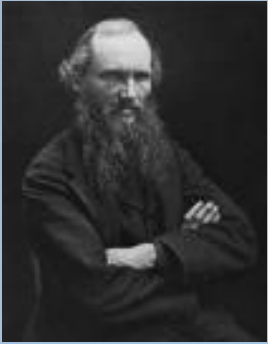
Escala Rankine

- A escala **Rankine** é uma escala de temperatura assim chamada em homenagem ao engenheiro e físico escocês William John Macquorn Rankine, que a propôs em 1859.
- Como a escala kelvin, o 0°Ra (Rankine) é o zero absoluto, mas as variações em graus Fahrenheit são utilizadas. Assim, a variação de um grau **Ra** equivale a variação de um grau **F**. Convertendo-se, por exemplo, 0°Ra vale $-459,67^{\circ}\text{F}$.



Escala Réaumur

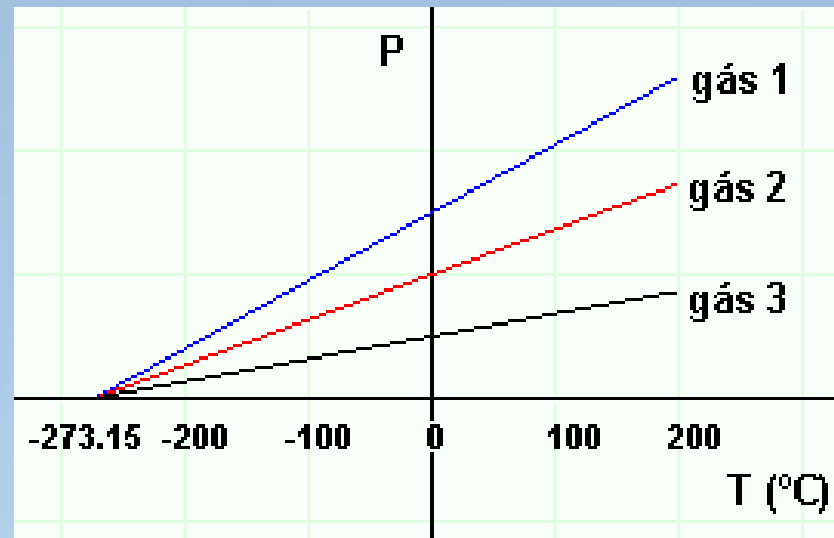
- A escala **Réaumur** é uma escala de temperatura concebida em 1731 pelo físico e inventor francês René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) cujos pontos fixos são o ponto de congelamento da água (zero) e seu ponto de ebulição (80 graus).
- Assim, a unidade desta escala, o grau Réaumur, vale $\frac{4}{5}$ de 1 kelvin (ou de 1 grau Celsius) e tem o mesmo zero que o grau Celsius. Seu símbolo é **°R**.



Escala Kelvin

- Foi criada em 1847 por William Thomson, depois conhecido como Lorde Kelvin. É usada em trabalhos científicos e é conhecida por zero absoluto, porque é a temperatura mínima de agitação das moléculas, que corresponde aproximadamente a -273°C . O ponto de fusão do gelo nessa escala, corresponde a 273K, ou seja, nessa temperatura, o gelo começa a descongelar para virar líquido. O ponto de ebulição da água é de 373K, ou seja, é quando a água começa a se transformar em gás.
- Essa escala é do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Zero Absoluto

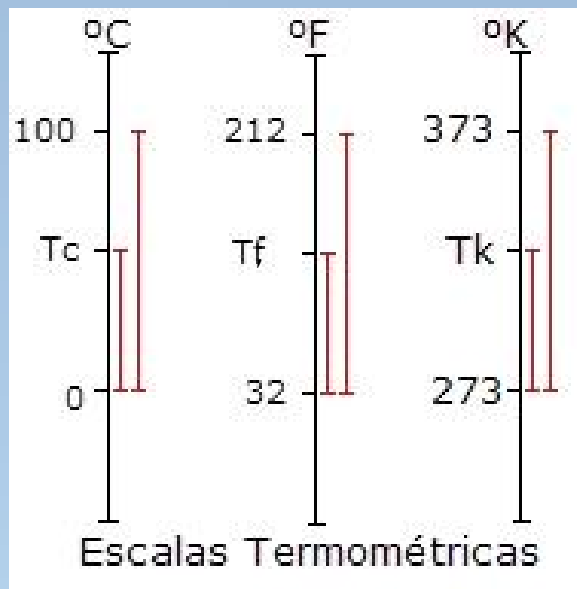


A existência do zero absoluto é inferida por extrapolação

Zero Absoluto

- O **zero absoluto**, ou zero Kelvin (0 K), corresponde à temperatura de $-273,15\text{ °C}$ ou -459.688 °F , 0 °Ra ou $-218,528\text{ °Ré}$
- O **zero absoluto** é um conceito no qual um corpo não conteria energia alguma. Todavia, as leis da Termodinâmica mostram que a temperatura jamais pode ser exatamente igual a zero Kelvin, ou $-273,15\text{ °C}$; este é o mesmo princípio que garante que nenhum sistema tem uma eficiência de 100%, apesar de ser possível alcançarem-se temperaturas próximas de 0 K. A idéia de que todo movimento molecular cessaria, no zero absoluto, é errônea. Esta noção supõe que o conceito puramente macroscópico de temperatura esteja intimamente ligado ao conceito microscópico de movimento molecular. Quando tentamos estabelecer esta ligação, verificamos que, de fato, à medida que nos aproximamos do zero absoluto, a energia cinética das moléculas tende para um valor finito, que é denominado **energia do ponto zero**. A energia molecular é mínima, mas não é nula, no zero absoluto.

Conversão



$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_R}{4} = \frac{T_{Ra} - 491}{9}$$

Observação

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} = \frac{\Delta T_K}{5} = \frac{\Delta T_R}{4} = \frac{\Delta T_{Ra}}{9}$$

3 K - A temperatura do Universo

O sol e as estrelas emitem radiação térmica cobrindo vários comprimentos de onda. Outros objetos no espaço, como grandes nuvens de gás na Via Láctea, também emitem radiação térmica mas são muito mais frios. Estes objetos são melhor detetados no infravermelho e com rádio-telescópios - telescópios cujos detetores são sensíveis a grandes comprimentos de onda. Em 1965, Arno Penzias and Robert Wilson conduziam uma calibração cuidadosa de seu rádio-telescópio no laboratório Bell, em Whippany, New Jersey. Eles encontraram que o seu receptor reproduzia um padrão de "ruído" como se eles estivessem no interior de um recipiente cuja temperatura fosse de 3K - ou seja, era como se ele estivesse em equilíbrio com um corpo negro a 3 K. Este "ruído" parecia estar vindo de todas as direções do espaço. Muito antes, previsões teóricas de George Gamow e de outros astrofísicos demonstravam a existência de uma radiação cósmica de fundo de 3 K. A descoberta de Penzias e Wilson foi uma confirmação experimental da radiação isotrópica do Universo, que se acredita ser uma relíquia da "Grande Explosão" que deu origem ao Universo.

A enorme energia térmica liberada durante a criação do universo começou a esfriar à medida que o universo expandiu. Alguns 12 bilhões de anos mais tarde, estamos em um universo que irradia como um corpo negro agora esfriado a uma temperatura de 3 K. Em 1978 Penzias e Wilson receberam o prêmio Nobel de física por esta descoberta.

Um corpo a 3 K emite a maior parte de sua energia na região de comprimentos de onda de microondas. As moléculas atmosfera da terra absorvem esta radiação de modo que, a partir do solo, os astrônomos só podem fazer observações na região do infravermelho. Em 1989 o satélite "Cosmic Background Explorer" (COBE), desenvolvido pelo "Goddard Space Flight Center" da NASA, foi lançado para medir a difusa radiação infra-vermelha e de microondas do universo primordial (universo nos seus tempos de infância). Um dos seus instrumentos, o "Far Infrared Absolute Spectrophotometer" (FIRAS) comparou o espectro da radiação cósmica de fundo de microondas com a de um corpo negro perfeito. O espectro da radiação cósmica de fundo foi medida com uma precisão de 0.03% e ela se ajusta perfeitamente a de um corpo negro de temperatura de 2.726 K. Embora existam bilhões de estrelas no universo, estas medidas precisas do COBE mostram que 99.97% da energia radiante do Universo foi liberada durante o primeiro ano após a Grande Explosão, e que agora reside no campo de radiação térmica de 3 K.