

Lei de Stefan-Boltzmann e Lei de Wien



Essencial

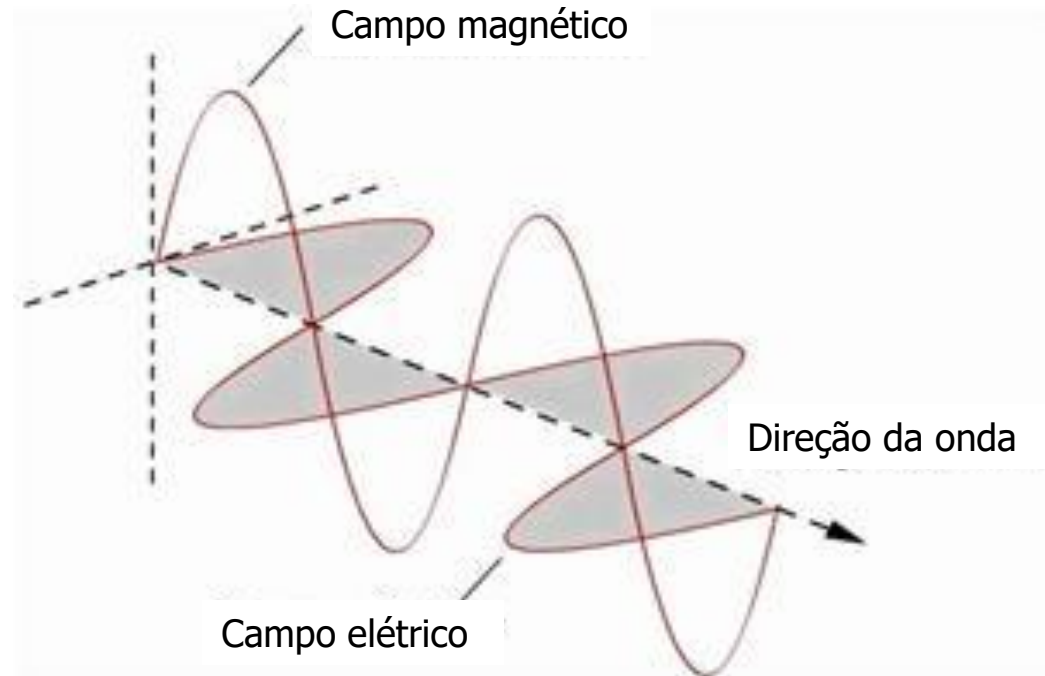
- Interpretar espectros de radiação térmica com base na Lei de Stefan-Boltzmann e na Lei de Wien.

Palavras-chave

- Espectro de radiação térmica.
- Corpo negro.
- Curva de Planck.
- Lei de Stefan-Boltzmann.
- Lei de Wien.

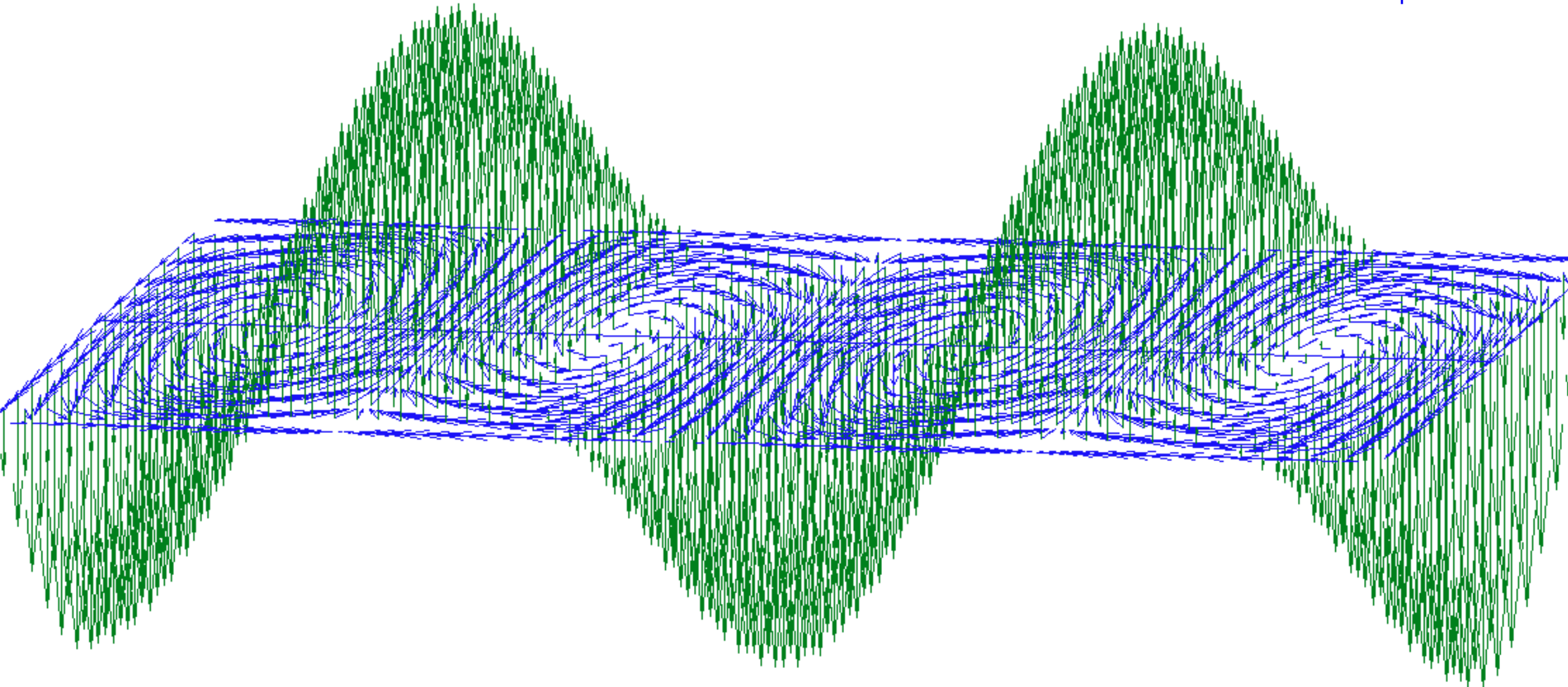


Radiação e espectro eletromagnético



Radiação e espectro eletromagnético

Campo magnético
Campo elétrico



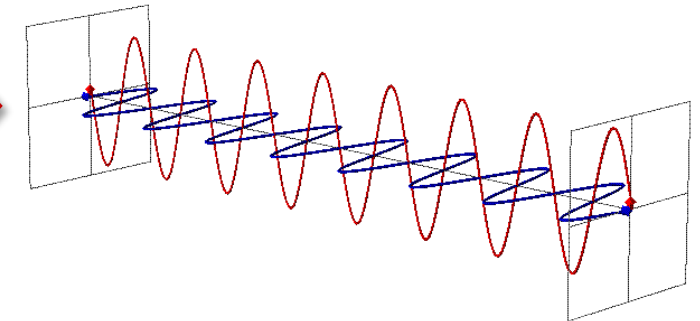
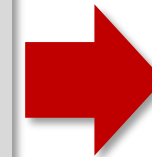
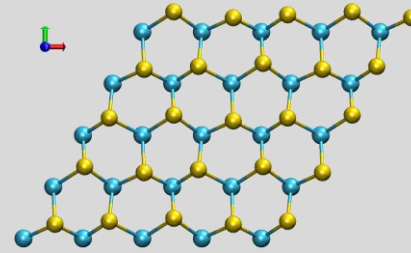
← Direção da onda

Produção de radiação eletromagnética

Cargas elétricas produzem campos elétricos.

Correntes elétricas produzem campos magnéticos.

Átomos e moléculas, os constituintes da matéria, estão **em constante agitação!**



A temperatura é uma medida da agitação das partículas!

Variação de campo elétrico + Variação de campo magnético = Radiação eletromagnética

Os corpos emitem radiação eletromagnética!

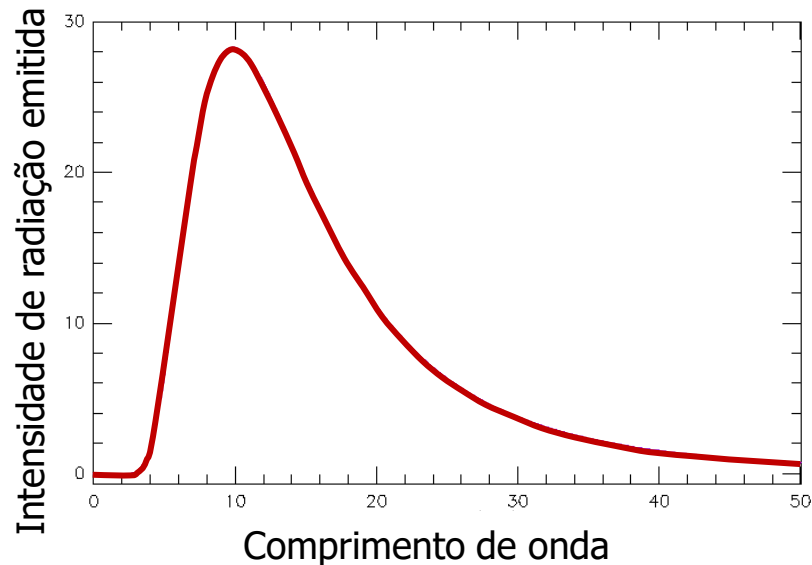
[Imagem: phys.org]

[Imagem: www.physics.smu.edu]

Curva de Planck

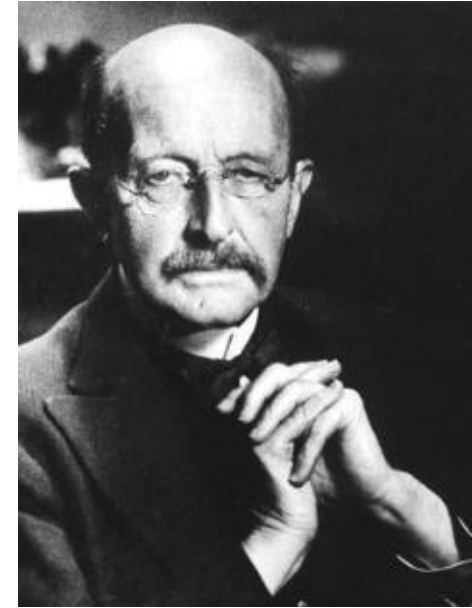
Como as diferentes partículas constituintes de um corpo podem vibrar com diferente frequência o seu espectro é contínuo – **Espectro de radiação térmica!**

Mas... um **corpo não emite igualmente em todos os comprimentos de onda**, apresentando uma distribuição que é dada pela **curva de Planck**.



Um corpo que segue a curva de Planck, teórica, para uma dada temperatura, é chamado **corpo negro**.

A intensidade total de radiação emitida corresponde à área sob a curva!



Max Karl Ernest Ludwig Planck
(1858-1947).

Lei de Stefan-Boltzmann

Todos os corpos emitem energia com uma intensidade total, I , igual a:

$$I = \sigma e T^4$$

em que:

σ – constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

e – emissividade da superfície do corpo

T – temperatura do corpo (K)

A unidade SI da intensidade de radiação é **watt por metro quadrado, W m^{-2}** .

Aplica-se à **emissão** e também à **absorção** de radiação por um corpo.



Josef Stefan (1835-1893).



Ludwig Eduard Boltzmann
(1844-1906).

$$I = \frac{P}{A}$$

Lei de Stefan-Boltzmann

Todos os corpos emitem energia com uma potência total, P , igual a:

$$P = \sigma e A T^4$$

em que:

σ – constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

e – emissividade da superfície do corpo

A – área da superfície do corpo (m^2)

T – temperatura do corpo (K)

A unidade SI da potência é **watt, W**.

Lei de Stefan-Boltzmann

Todos os corpos emitem energia com uma potência total, P , igual a:

$$P = \sigma e A T^4$$

Emissividade

Como os corpos não são ideais, a sua potência de emissão/absorção é inferior à do corpo negro.

A **emissividade**, e , de um corpo pode variar entre 0 e 1:

$e = 1$ – O corpo é um **radiador ideal**, ou **corpo negro**.

Emite/absorve toda a radiação possível para determinada temperatura.

$e = 0$ – O corpo é um **refletor perfeito**.

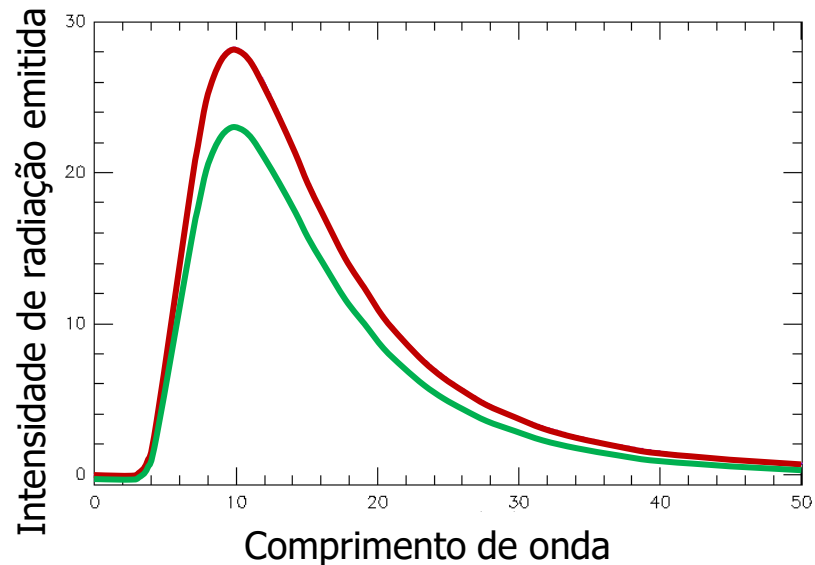
Não emite e não absorve radiação.

Lei de Stefan-Boltzmann

Todos os corpos emitem energia com uma potência total, P , igual a:

$$P = \sigma e A T^4$$

Um corpo com $e < 1$ emite uma potência abaixo da **curva de Planck**.



Curva de $e = 1$ é apenas para um corpo negro.

Curva de $e < 1$ é para um corpo real ($e \approx 0,8$).

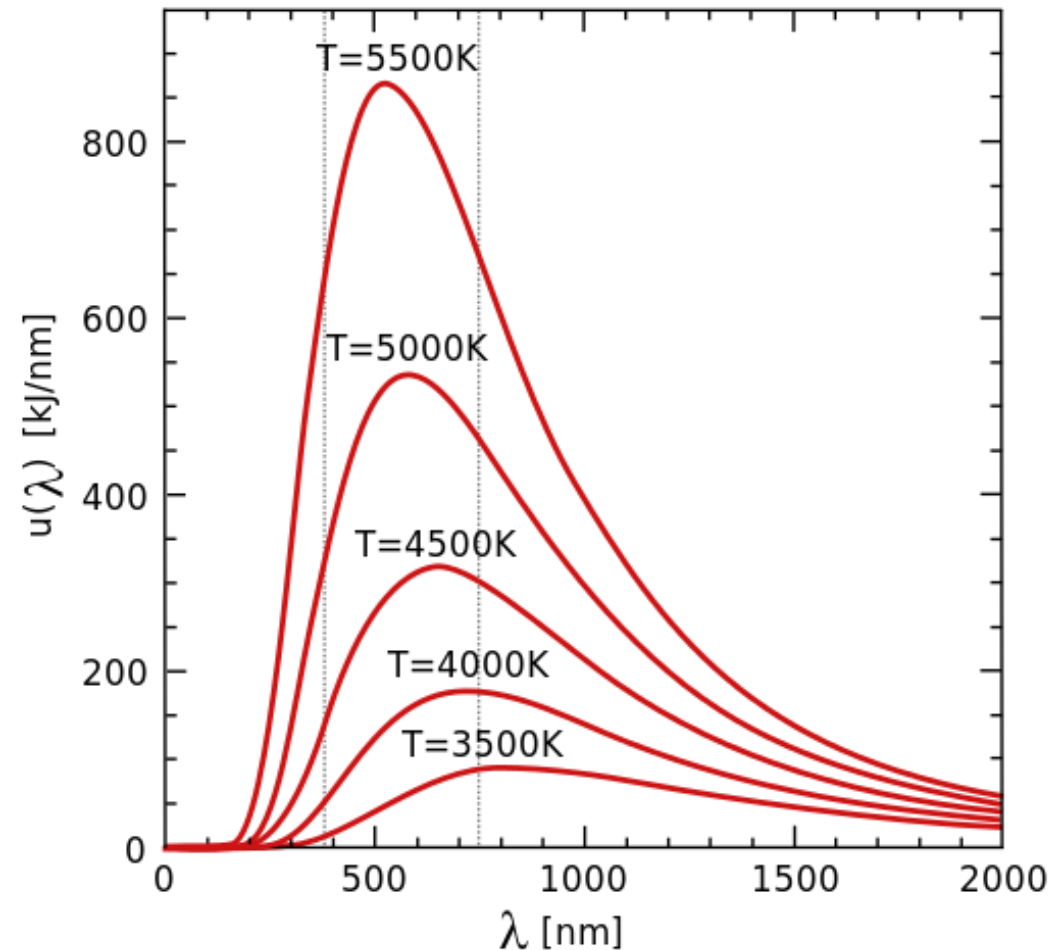
Lei de Wien

A curva de Planck é diferente de temperatura para temperatura.

À medida que a temperatura aumenta:

Aumenta a potência emitida;
(a área sob a curva será maior!)

Diminui o comprimento de onda em que o **máximo** de potência é atingido.



[[Espectro do Corpo Negro](#)]

Lei de Wien

O comprimento de onda do máximo, $\lambda_{máximo}$, de potência emitida a determinada temperatura é dado pela

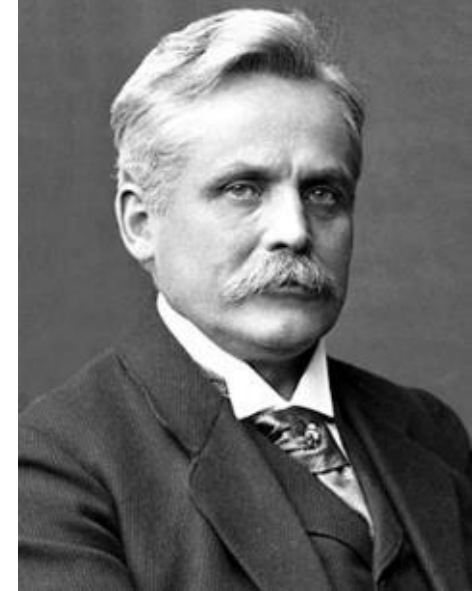
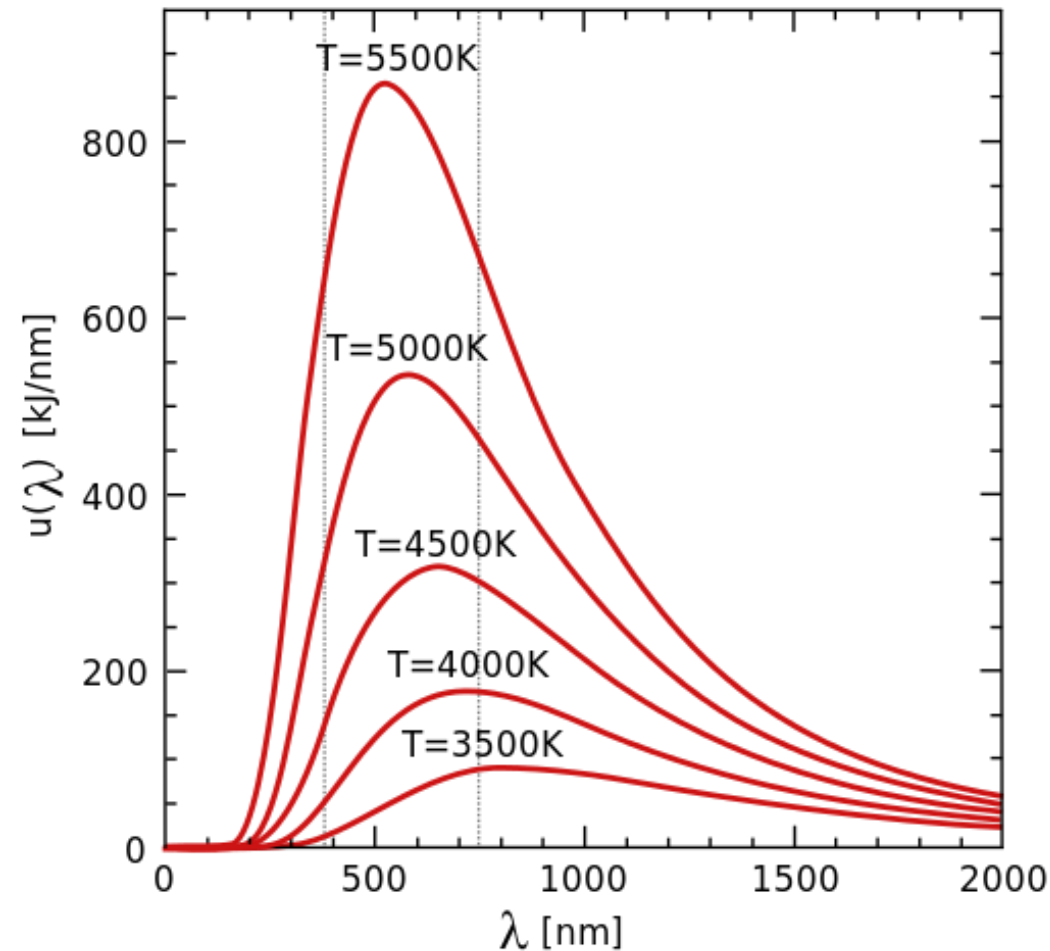
Lei de Wien

$$\lambda_{máximo} = \frac{B}{T}$$

em que:

B – constante ($2,898 \times 10^{-3} \text{ m K}$)

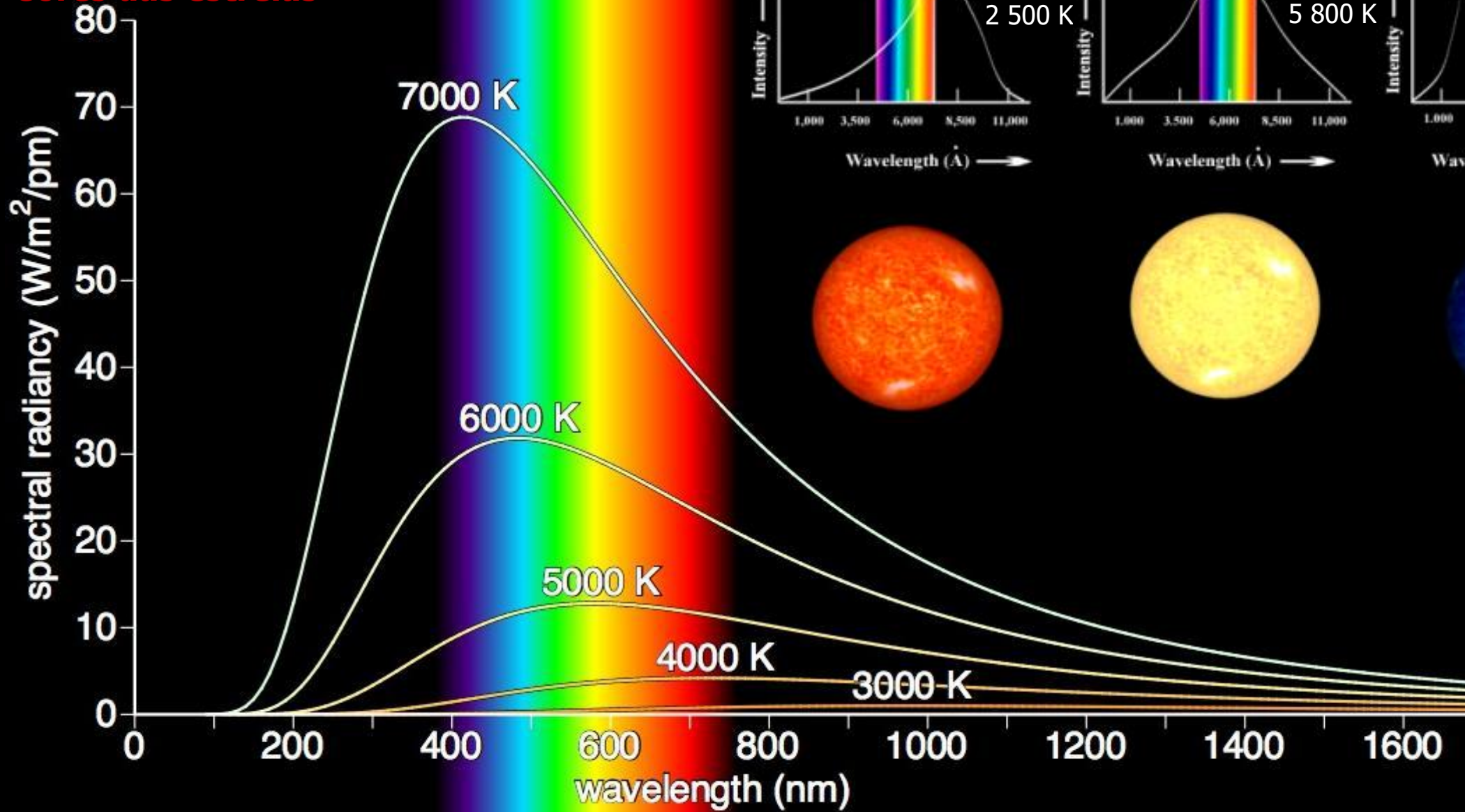
T – temperatura da superfície (K)



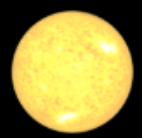
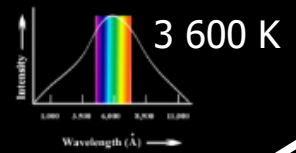
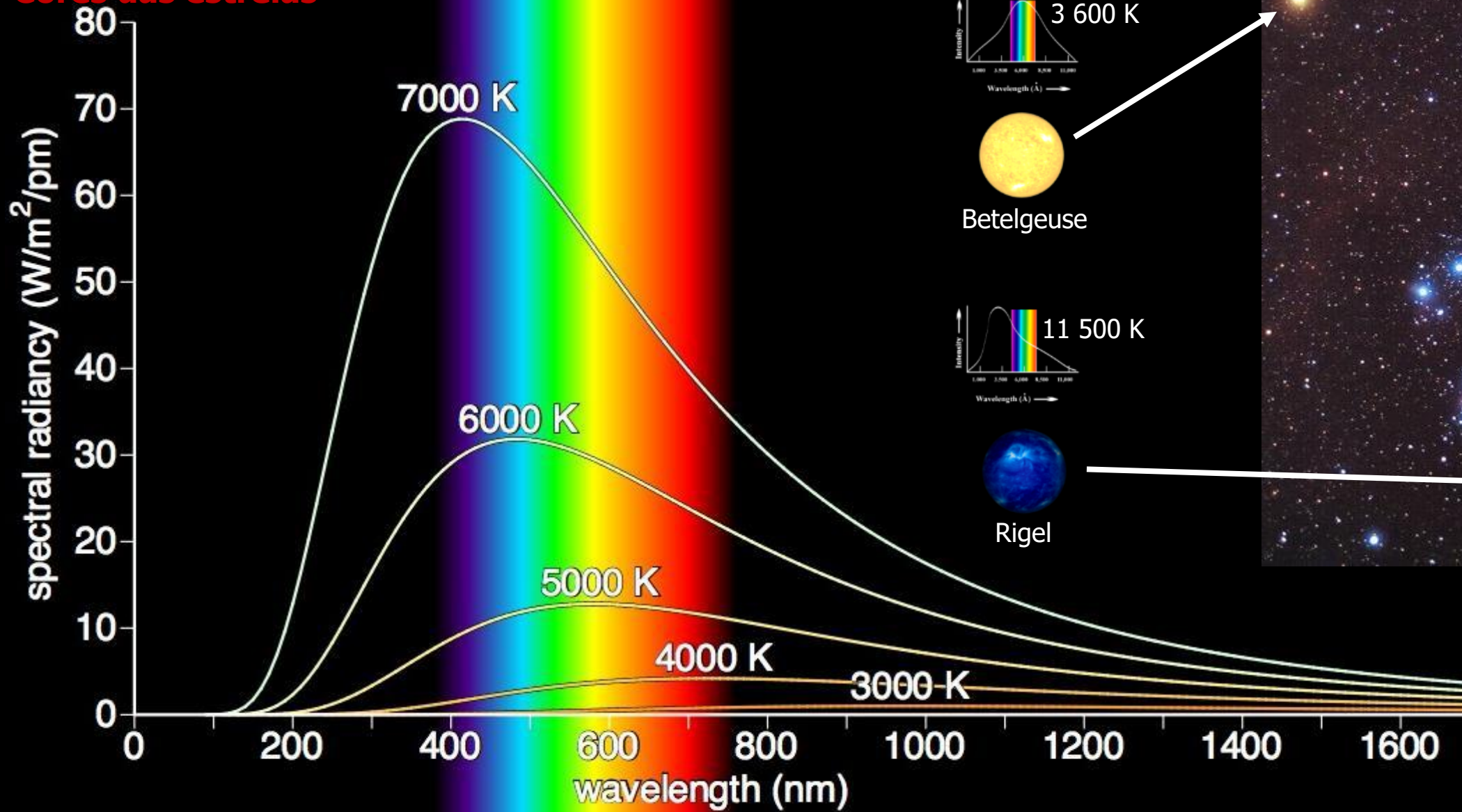
Wilhelm Wien (1864-1928).

[Espectro do Corpo Negro]

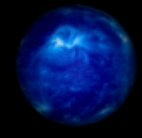
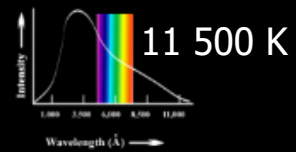
Cores das estrelas



Cores das estrelas



Betelgeuse



Rigel



Constelação de Oriente.

Essencial

- Interpretar espectros de radiação térmica com base na Lei de Stefan-Boltzmann e na Lei de Wien.
-

Palavras-chave

- Espectro de radiação térmica.
 - Corpo negro.
 - Curva de Planck.
 - Lei de Stefan-Boltzmann.
 - Lei de Wien.
-

Bibliografia

- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, "Física 11 A", Areal Editores, Porto, 2016.
 - G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, J. A. Paixão, R. Nogueira e C. Portela, "Novo 12F", Texto Editores, Lisboa, 2017.
 - M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.
 - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Betelgeuse>, acedida em 01/05/2018.
 - <https://pt.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADgel>, acedida em 01/05/2018.
 - N. Maciel, M. C. Marques, C. Azevedo, A. Cação, A. Magalhães, A. Folhas, "Física em ação 12", Porto Editora, Porto, 2023.
-

Ligações

- https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt.html, 20/05/2022.