

TODAS AS
GRANDEZAS
RADIOMÉTRICAS

Radiância

Potência

Irradiância

Intensidade

The background features a gradient from dark purple to blue, overlaid with a field of small white stars. On the left side, there are several technical diagrams. A prominent one is a circular scale with tick marks and numerical labels (140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) arranged in a semi-circle. Other diagrams include concentric circles, dashed lines, and arrows, suggesting a technical or scientific theme.

DENSIDADES ESPECTRAIS

$$L_{\lambda} = \frac{dL}{d\lambda} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\underline{\mu\text{m}^{-1}}]$$

$$L_{\nu} = \frac{dL}{d\nu} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\underline{\text{cm}}]$$

$$L_f = \frac{dL}{df} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{Hz}^{-1}]$$

AS CONVERSÕES

$$L_{\lambda} \Rightarrow L_{\nu} \Rightarrow L_f$$

são feitas através das relações entre λ , ν e f e suas derivadas:

$$\nu = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \frac{d\nu}{d\lambda} = -\frac{1}{\lambda^2}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{df}{d\lambda} = -\frac{c}{\lambda^2}$$

$$\nu = \frac{f}{c} \Rightarrow \frac{d\nu}{df} = \frac{1}{c}$$

$$L_{\lambda} \Rightarrow L_{\nu}$$

$$L_{\lambda} = \frac{dL}{d\lambda} \times \frac{d\nu}{d\lambda} \Rightarrow \frac{dL}{d\nu} \left| \frac{d\nu}{d\lambda} \right|$$

Jacobiano da
transformação

$$\frac{dL}{dv} \left| \frac{dv}{d\lambda} \right| \Rightarrow L_v \quad \square$$

$$\frac{dv}{d\lambda} = -\frac{1}{\lambda^2}$$

$$L_\lambda = L_v \frac{1}{\lambda^2} = L_v v^2$$

Quais são os processos pelos quais a radiação interage com a matéria?

The background features a dark blue gradient with a subtle pattern of white stars and faint technical diagrams. On the right side, there are several circular diagrams with concentric lines and arrows, resembling a gauge or a complex scientific instrument. The text is centered in the middle of the image.

ABSORTÂNCIA, REFLETÂNCIA E TRANSMITÂNCIA

The background features a dark blue gradient with a subtle pattern of white stars and technical diagrams. On the right side, there are several circular diagrams resembling protractor scales or circular gauges with numerical markings (e.g., 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210) and arrows. Some diagrams are solid lines, while others are dashed. The overall aesthetic is scientific and technical.

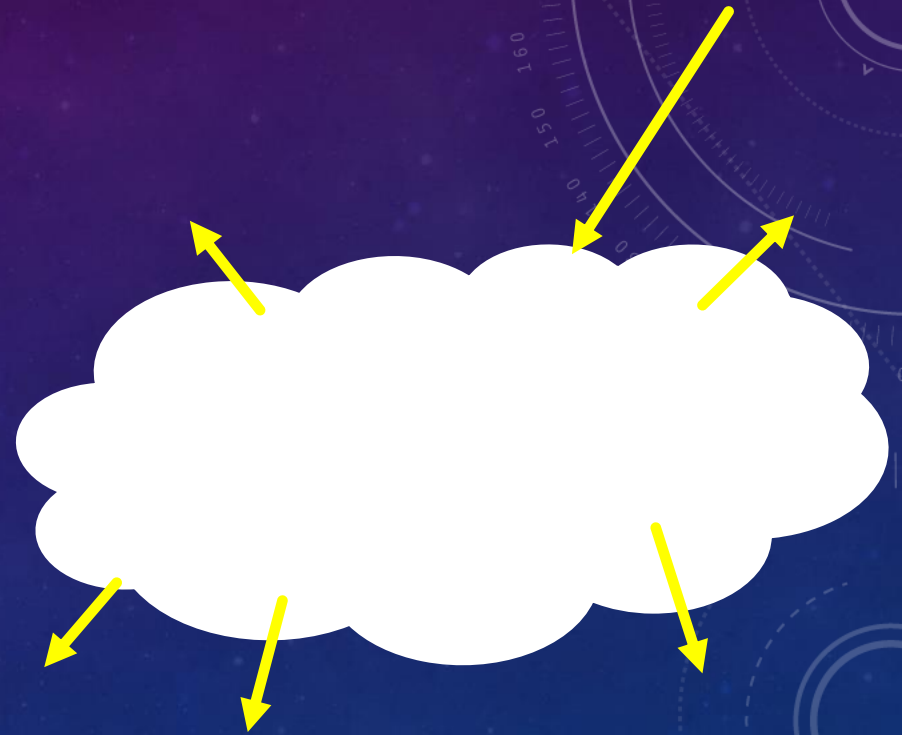
A radiação interage com a matéria através dos processos de **absorção, espalhamento e emissão**

No processo de absorção, a radiação é transformada em outra forma de energia, em geral, energia térmica, com aumento de temperatura



<https://www.youtube.com/watch?v=-sl2sDO9aeE>

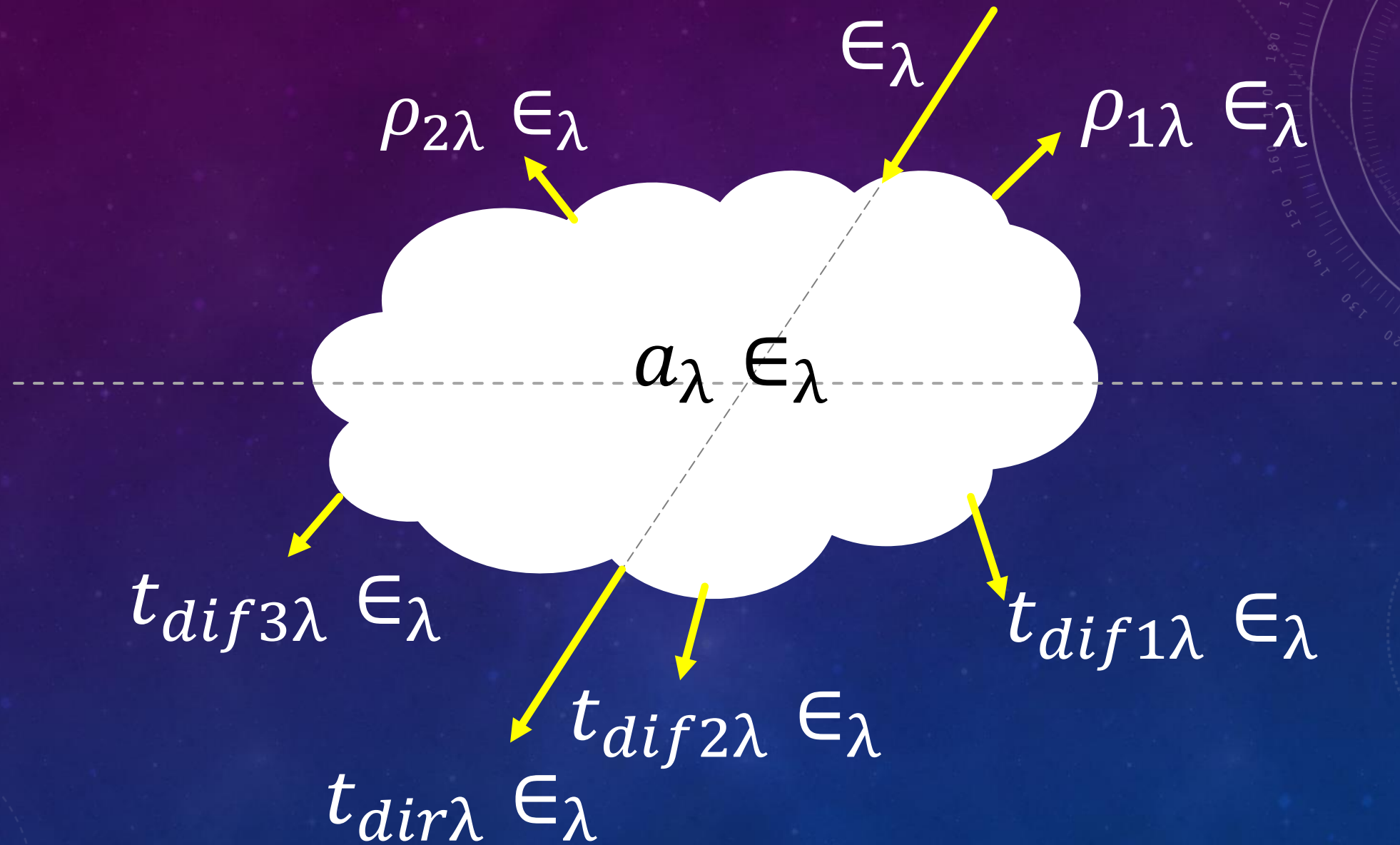
No processo de espalhamento, a radiação sofre desvio de sua orientação inicial. Parte da radiação é refletida e parte é transmitida na forma difusa.



$$a_{\lambda} = \frac{\epsilon_{a\lambda}}{\epsilon_{\lambda}}$$

$$\rho_{\lambda} = \frac{\epsilon_{\rho\lambda}}{\epsilon_{\lambda}}$$

$$t_{\lambda} = \frac{\epsilon_{t\lambda}}{\epsilon_{\lambda}}$$



$$\rho_{1\lambda} \epsilon_{\lambda} + \rho_{2\lambda} \epsilon_{\lambda} = \rho_{\lambda} \epsilon_{\lambda}$$

$$t_{dif1\lambda} \epsilon_{\lambda} + t_{dif2\lambda} \epsilon_{\lambda} + t_{dif3\lambda} \epsilon_{\lambda} = t_{dif\lambda} \epsilon_{\lambda}$$

$$t_{dif\lambda} \epsilon_{\lambda} + t_{dir\lambda} \epsilon_{\lambda} = t_{\lambda} \epsilon_{\lambda}$$

POR CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

$$a_{\lambda} \epsilon_{\lambda} + \rho_{\lambda} \epsilon_{\lambda} + t_{\lambda} \epsilon_{\lambda} = \epsilon_{\lambda}$$

$$a_{\lambda} + \rho_{\lambda} + t_{\lambda} = 1$$

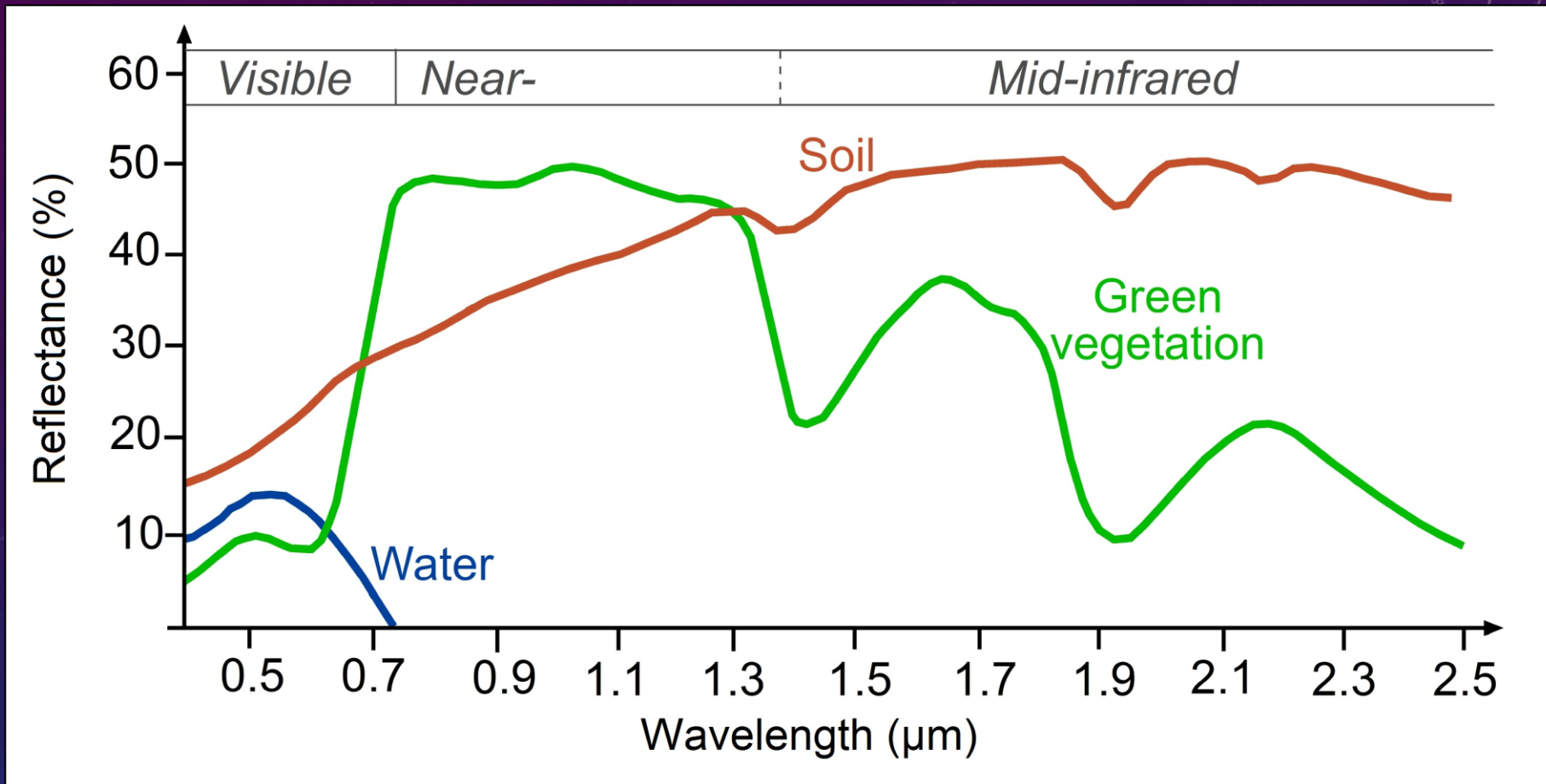
$$0 \leq a_{\lambda}, \rho_{\lambda}, t_{\lambda} \leq 1$$

A TRANSMITÂNCIA DIRETA PODE SER ESCRITA COMO

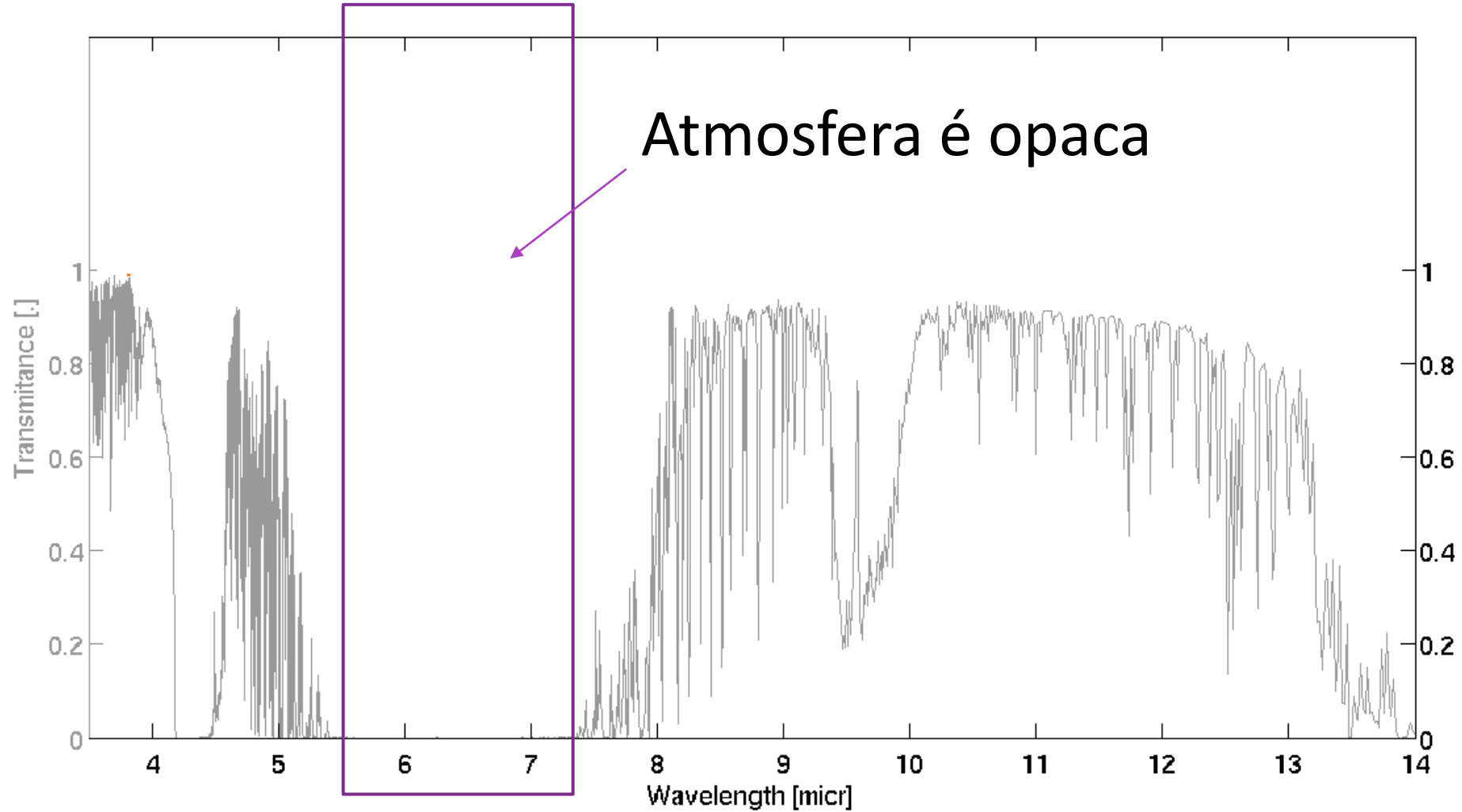
$$t_{dir\lambda} = e^{-\delta(\lambda)}$$

$\delta(\lambda)$ é a espessura óptica do meio e indica a capacidade do meio de atenuar a radiação incidente

- A atenuação pode acontecer por absorção e/ou por espalhamento de radiação ao atravessar o meio



https://seos-project.eu/classification/images/spectral_signatures.jpg

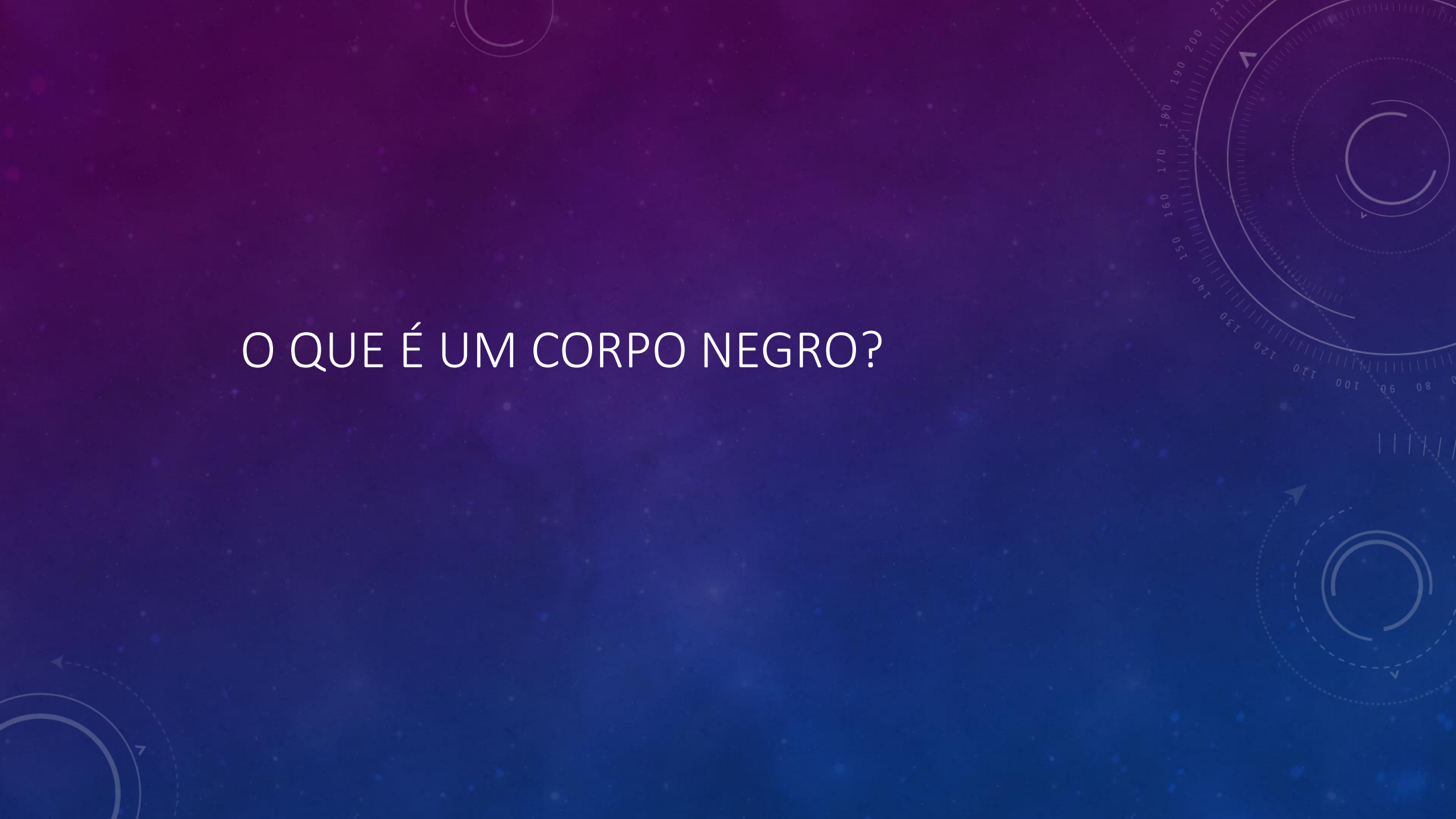


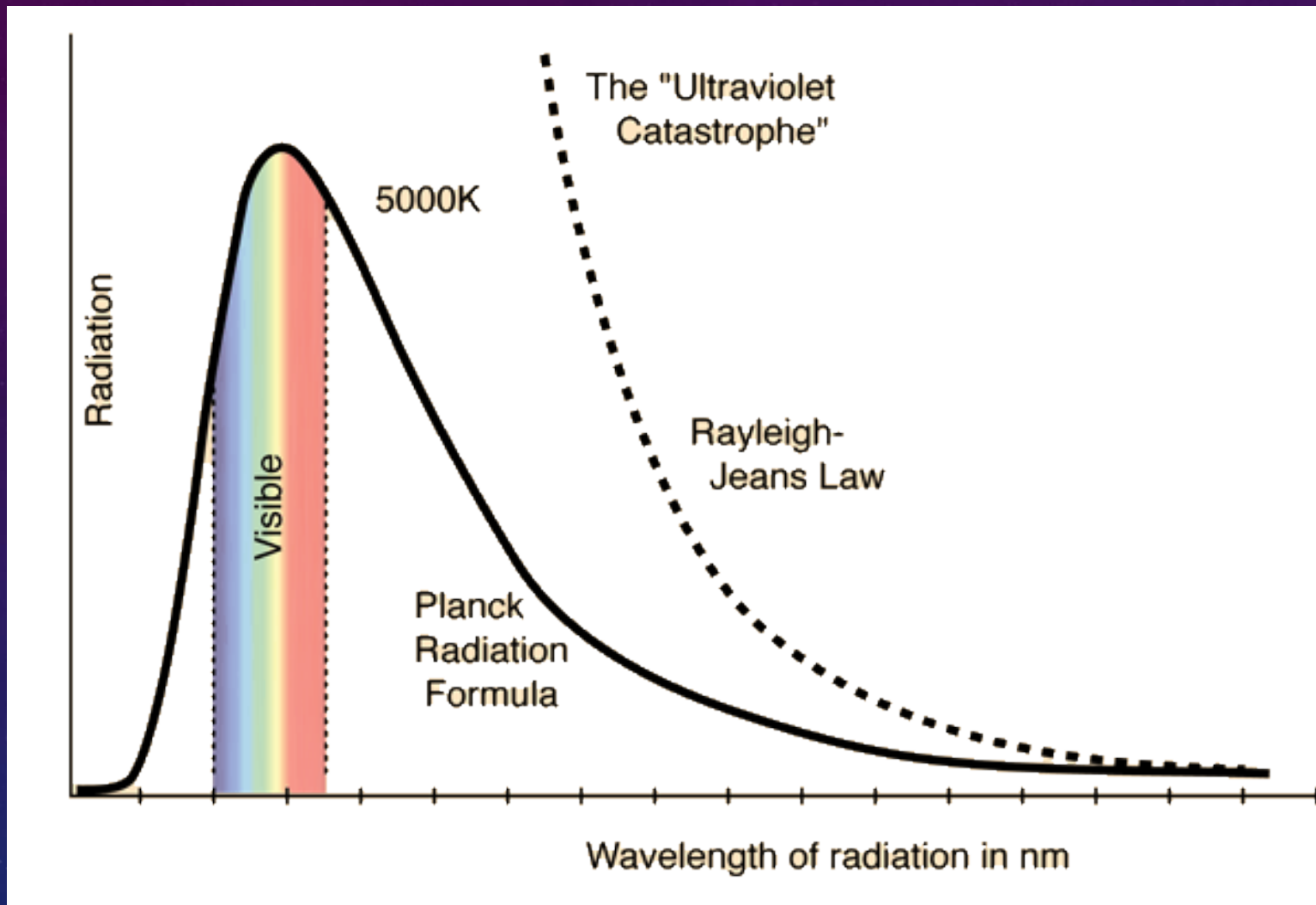
<http://eumetrain.org/data/4/460/navmenu.php?tab=2&page=3.0.0>

The background features a dark blue gradient with faint, light-colored technical diagrams. On the left side, there is a large circular scale with numerical markings from 140 to 260 in increments of 10. Several circular diagrams with arrows and dashed lines are scattered across the background, suggesting a scientific or engineering context.

RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO E AS LEIS DE RADIAÇÃO

O QUE É UM CORPO NEGRO?





Planck:

$$E = hf$$

Lei de Planck:

$$B_{\lambda} = \frac{2hc^2}{\lambda^5[\exp(hc/\lambda kT) - 1]}$$

LEI DE KIRCHHOFF

- $a(\lambda) = \varepsilon(\lambda)$, para qualquer λ e para qualquer corpo em equilíbrio termodinâmico
- $a(\lambda) = \varepsilon(\lambda) = 1$, em todo o espectro, para um corpo negro em equilíbrio termodinâmico
- Corpo cinza $\Rightarrow a(\Delta\lambda) = \varepsilon(\Delta\lambda) = \text{constante} < 1$

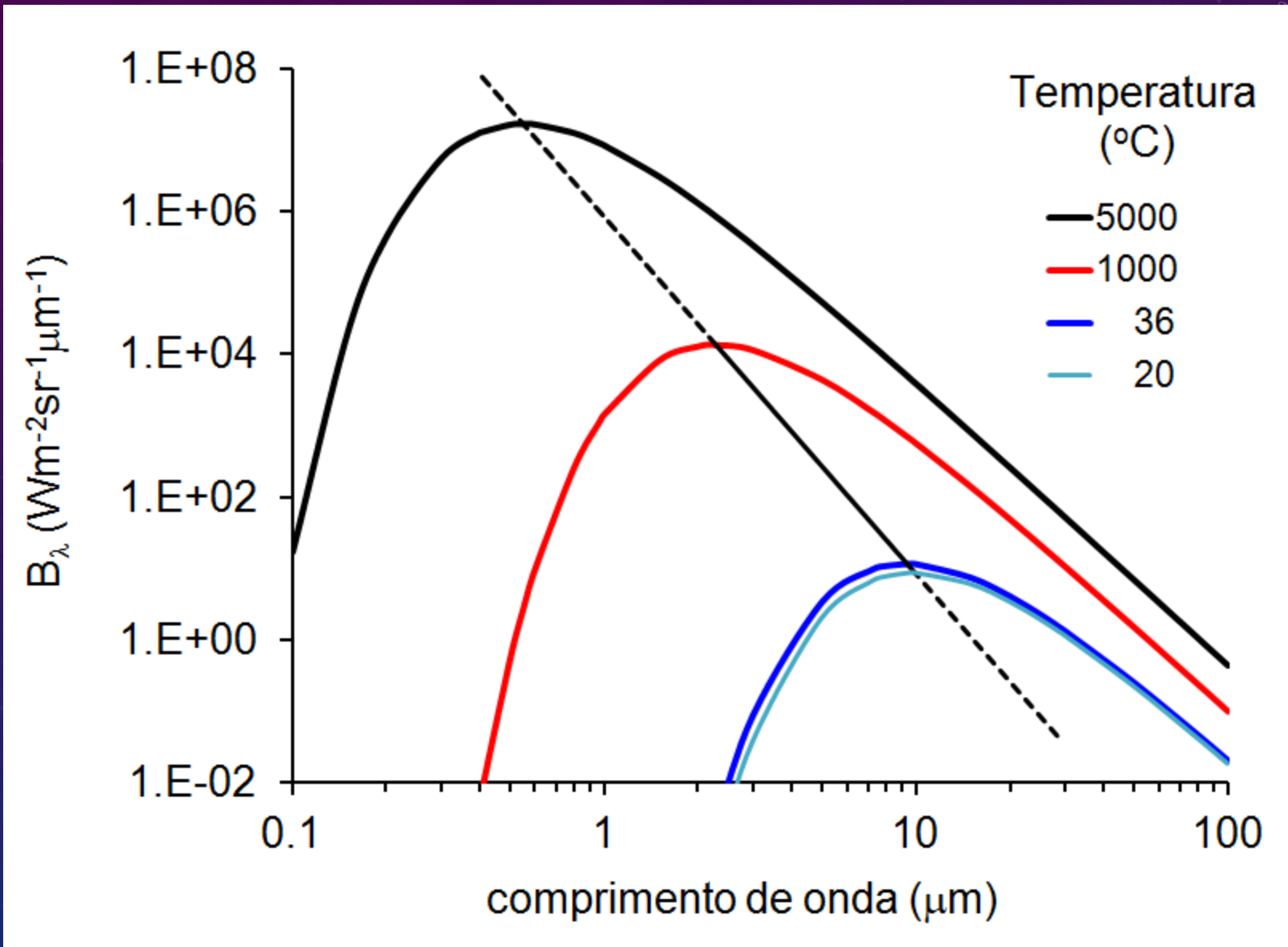
EQUILÍBRIO TERMODINÂMICO

- Equilíbrio térmico
- Equilíbrio radiativo
- Equilíbrio químico
- Equilíbrio mecânico

LEIS DE WIEN

1ª) $\lambda_{\max} = \frac{2897[\mu\text{m}]}{T \text{ [K]}}$ obtida através de $\frac{dB_{\lambda}}{d\lambda} = 0$

2ª) $B_{\lambda}(\lambda_{\max}) \propto T^5$



LEI DE STEFAN-BOLTZMANN

- $\epsilon = \epsilon \sigma T^4$ (lei válida para qualquer corpo)

onde ϵ é a emissividade média do corpo em todo o intervalo espectral

$$\epsilon(\lambda) = \frac{L_{\lambda}(T)}{B_{\lambda}(T)} = \frac{\epsilon(\lambda, T)}{\pi B_{\lambda}(T)}$$

MAS...

- A atmosfera se encontra em equilíbrio termodinâmico?

⇒ Definição de equilíbrio termodinâmico local

http://glossary.ametsoc.org/wiki/Local_thermodynamic_equilibrium

EXERCÍCIO

Um planeta de raio R_p orbita uma estrela de raio R_e , isotérmica à temperatura T_e e que emite radiação como um corpo negro. A órbita do planeta em torno da estrela é bastante excêntrica, a ponto de a distância que os separa sofrer variações de $\pm 20\%$ em torno do respectivo valor médio. Avalie a irradiância incidente no planeta nos pontos de máximo e de mínimo afastamento.