

Aula 2

Prof. Márcio Sampaio Gomes Filho



Observação

- ❖ Esses slides são um complemento à aula ministrada em sala;
- ❖ Explicações/desenvolvimentos serão feitas no quadro.



Informação

- ❖ Página do curso: <https://marciosampaio.github.io/fisica-quantica-2025.1.html>

O que vimos até aqui (resumo) ...

- ❖ A mecânica quântica é muito diferente da física clássica.
- ❖ A energia, o momento e outras quantidades são frequentemente restritas a valores discretos (quantização).
- ❖ Os objetos possuem características de partículas e ondas (ou seja, dualidade onda-partícula).
- ❖ Há limites para a precisão com que as quantidades podem ser conhecidas (princípio da incerteza).

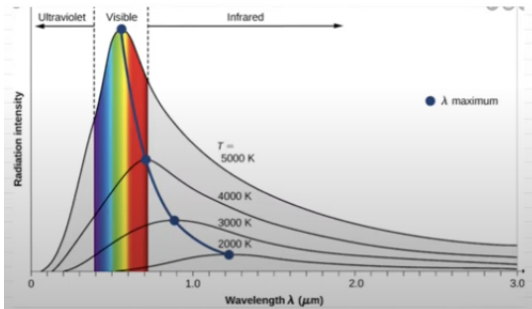
O que vimos até aqui (resumo) ...

- ❖ Um corpo negro é um objeto que absorve toda a radiação eletromagnética que incide sobre sua superfície, sem refletir ou transmitir nenhuma parte dessa radiação.
- ❖ O corpo negro é o emissor mais eficiente de radiação térmica, emitindo a maior quantidade possível de energia em todas as frequências.
- ❖ A densidade espectral de energia irradiada pelo corpo negro é descrita pela fórmula de Planck.

Lei de deslocamento de Wien

- ❖ A lei de Wien estabelece o comprimento de onda para qual a intensidade da radiação é máxima:

$$\lambda_{max} = \frac{2,898 \times 10^{-3}, \text{ mK}}{T} \quad (1)$$

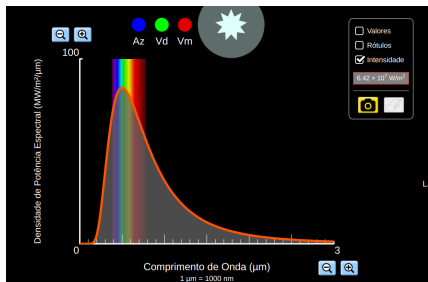


Lei de Stefan-Boltzmann

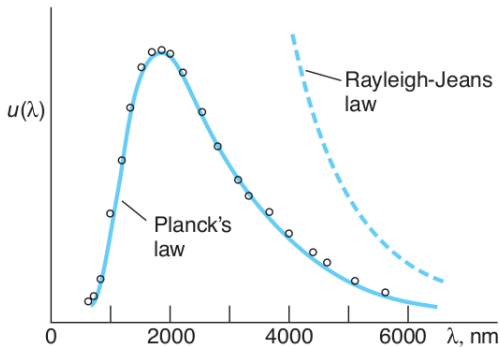
- ❖ Estabelece que a potência irradiada por unidade de área (radiação total emitida pelo corpo negro) por um corpo negro é proporcional a temperatura absoluta elevada a quarta potência.

$$R = \sigma T^4, \quad (2)$$

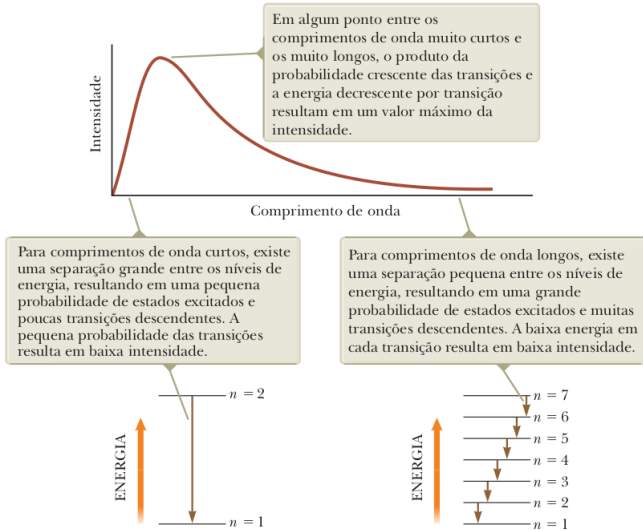
onde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$, $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$.



Lei de Rayleigh-Jeans vs Lei de Planck



Lei de Planck



Lei de Planck

$$\rho(\nu) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{k_B T}) - 1} \quad (3)$$

ou

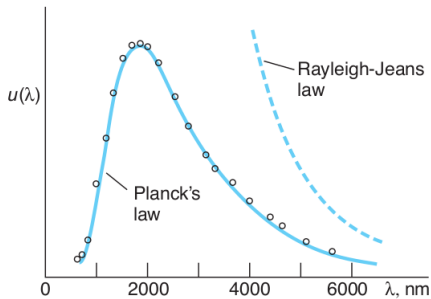
$$u(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(\frac{hc}{\lambda k_B T}) - 1} \quad (4)$$

onde o valor de h , a constante de Planck, é

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \quad (5)$$



Lei de Planck



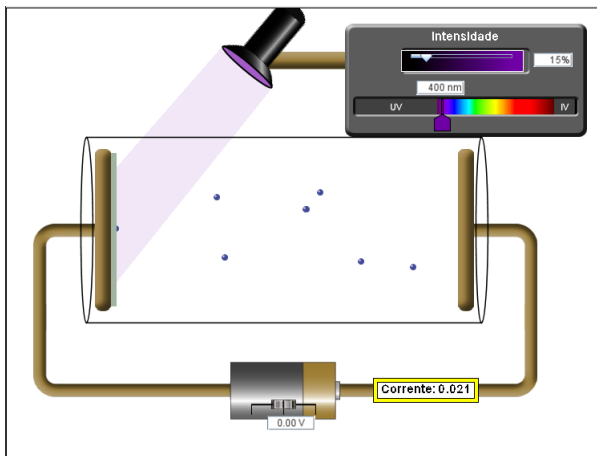
Exercício: Use a lei de Planck para mostrar que a densidade total de energia de um corpo negro é proporcional da T^4 , o que está de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann.



Exercício: A temperatura na superfície do Sol é aproximadamente 5800 K e as medidas da distribuição espectral da luz solar mostram que o astro se comporta como um corpo negro, a não ser para comprimentos de onda muito pequenos. Supondo que o Sol seja um corpo negro ideal, qual é o comprimento de onda para o qual a intensidade da radiação emitida é máxima?

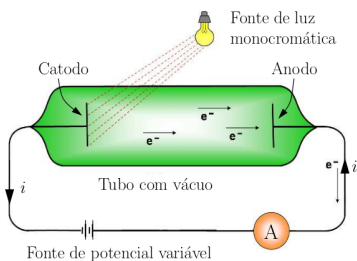


Efeito Fotoelétrico (Faça uma simulação)



❖ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/photoelectric

Efeito Fotoelétrico



- ❖ Hertz 1887
(experimentos);
- ❖ Philip Lenard 1900
(experimentos);
- ❖ Previsões Clássicas;
- ❖ Teoria de Einstein 1905.



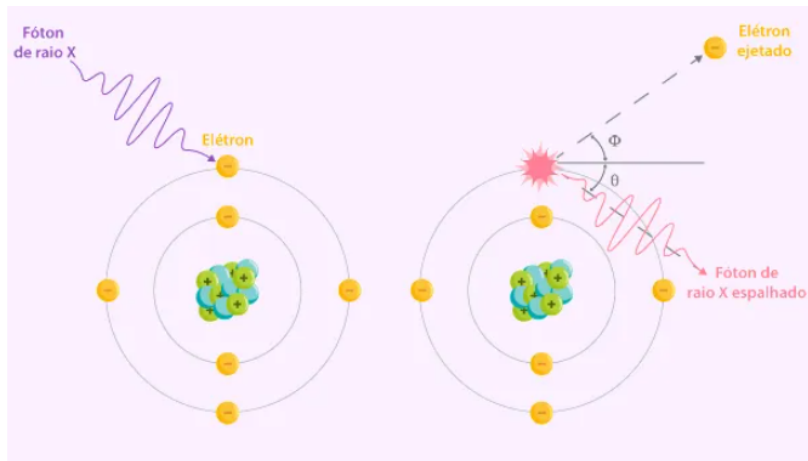
Exercício: Calcule a energia de um quantum de luz com comprimento de onda $\lambda = 500 \text{ nm}$ (no espectro visível). Em seguida, compare o resultado com a energia necessária para elevar 1 metro uma massa de 1 kg de arroz.



Elemento	Função trabalho (eV)
Na	2,28
Cs	1,95
Cd	4,07
Al	4,08
Ag	4,73
Pt	6,35

Exercício: No efeito fotoelétrico, quando um fóton incide sobre a superfície de um material, ele pode liberar um elétron, desde que sua energia seja suficiente para vencer a função trabalho do material. A platina (Pt) possui uma função trabalho de 6,35 eV. Com base nisso, calcule a frequência e o comprimento de onda de corte. Além disso, identifique o tipo de onda responsável pelo efeito fotoelétrico e explique o processo envolvido.

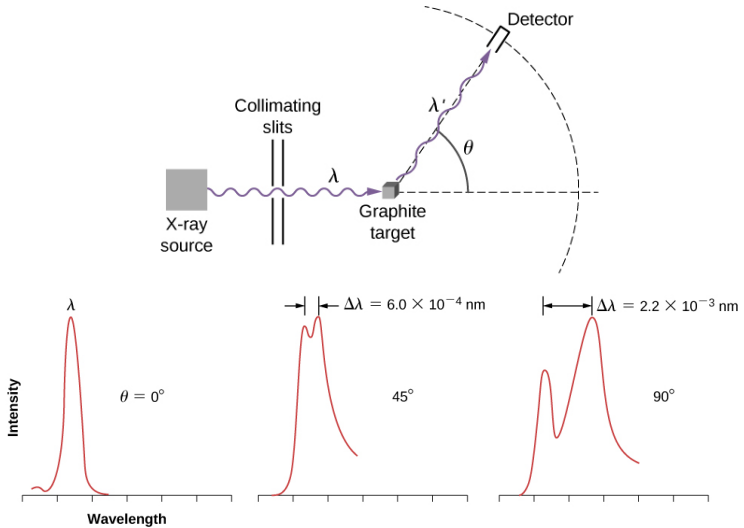
Efeito Compton (1923)



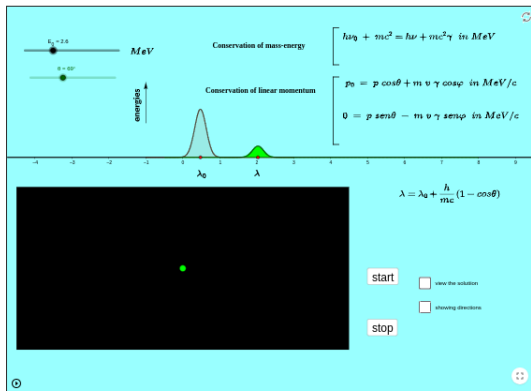
❖ <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/efeito-compton.htm>



Efeito Compton (1923)



Efeito Compton (Faça uma simulação)



❖ <https://www.geogebra.org/m/dgx8uSXJ>

Efeito Compton (1923)

- ❖ Equação do deslocamento de Compton:

$$\lambda_f - \lambda_i = \Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) \quad (6)$$

- ❖ λ_i : Comprimento de onda do raio X incidente.
- ❖ λ_f : comprimento de onda do raio X espalhado.
- ❖ h : constante de Planck.
- ❖ m_e : massa do elétron.
- ❖ c : velocidade da luz no vácuo
- ❖ θ : ângulo de dispersão (o ângulo entre o vetor do raio X incidente e o vetor do raio X espalhado).
- ❖ Comprimento de onda de Compton: $\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 0,00243 \text{ nm}$

Exercício: Os raios X de comprimento de onda $\lambda_0 = 0,200000 \text{ nm}$ são espalhados de um bloco de material e observados a um ângulo de $45,0^\circ$ em relação ao feixe incidente. Calcule seu comprimento de onda.