

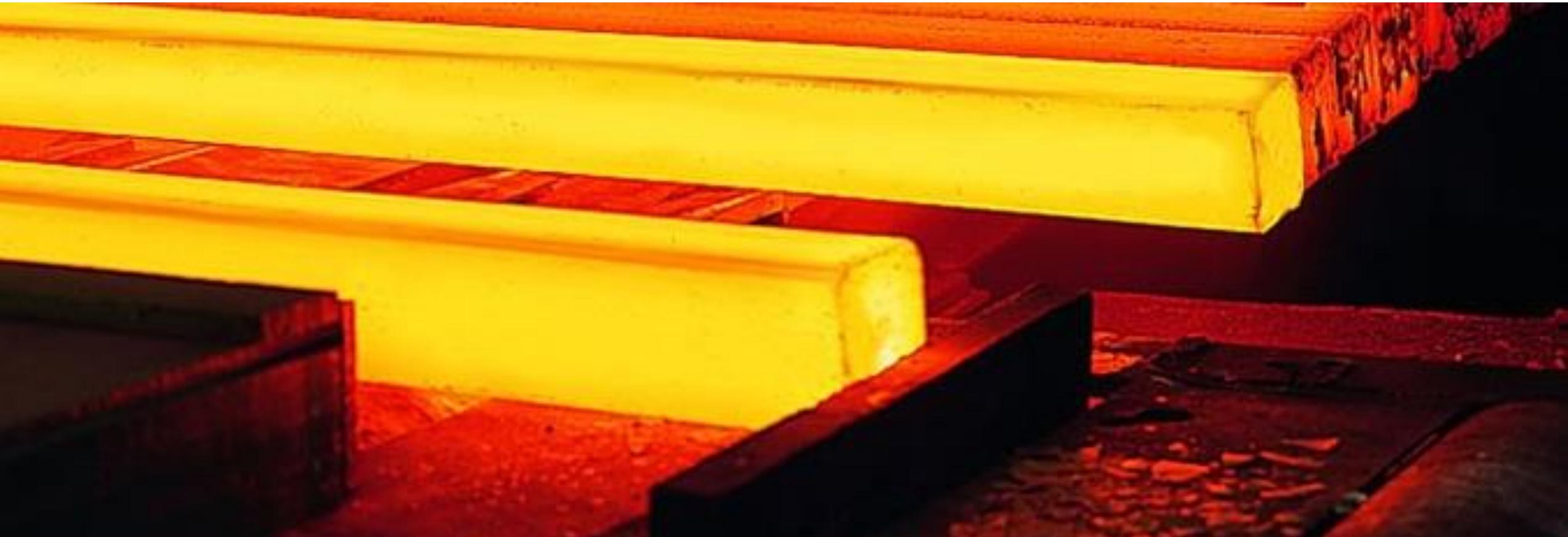
# Quantização da energia de Planck

## Essencial

- Reconhecer, com base em pesquisa, o papel de Planck e de Einstein na introdução da quantização da energia e da teoria dos fótons, na origem da física quântica.

## Palavras-chave

- Catástrofe do ultravioleta.
- Quantização da energia.

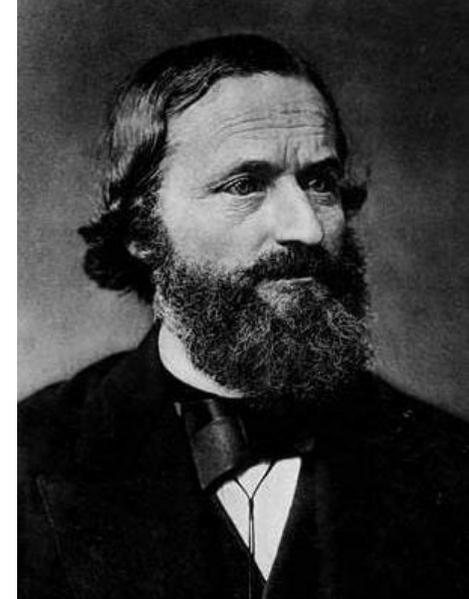
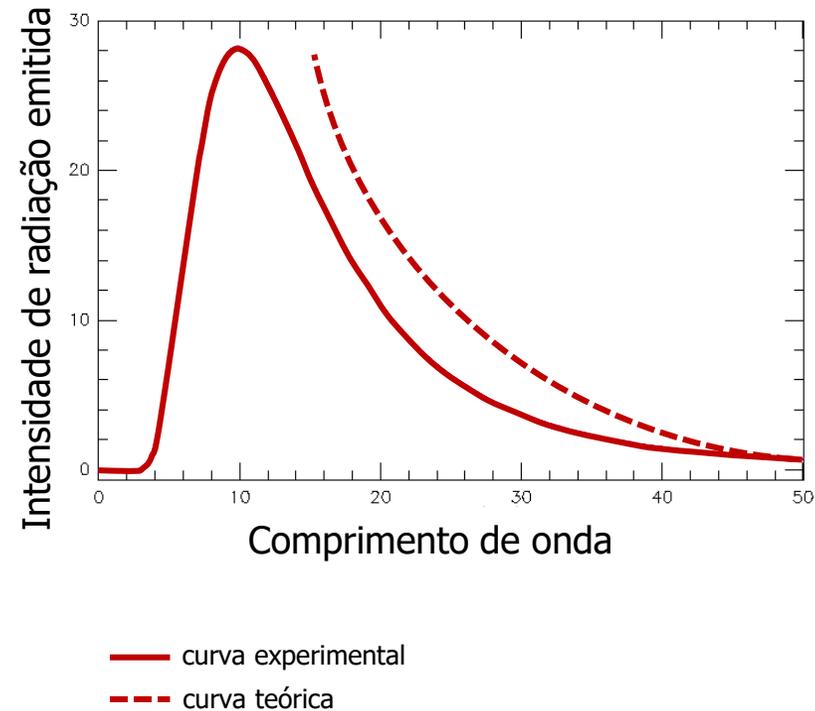


## Catástrofe do ultravioleta

O estudo da radiação térmica foi iniciado em 1860 por Kirchhoff.

Nenhuma explicação prevista pela teoria eletromagnética clássica era verificada experimentalmente.

Foi chamada a **catástrofe do ultravioleta!**



Gustav Kirchhoff (1824-1887).

## Catástrofe do ultravioleta

Planck propôs:

A **radiação é emitida por osciladores** (cargas elétricas);

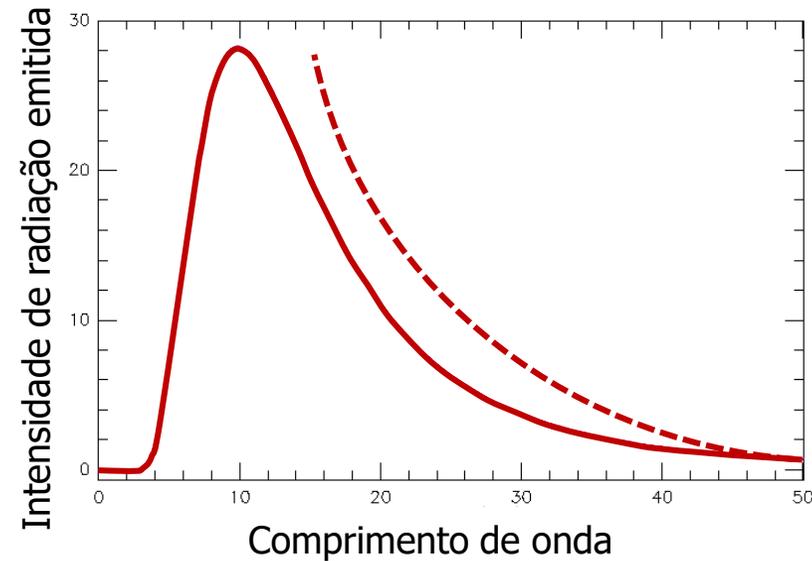
A **energia emitida por um oscilador,  $E_0$ , não é contínua**, é múltipla de um valor fundamental relacionado com a frequência da radiação:

$$E_0 = h f$$

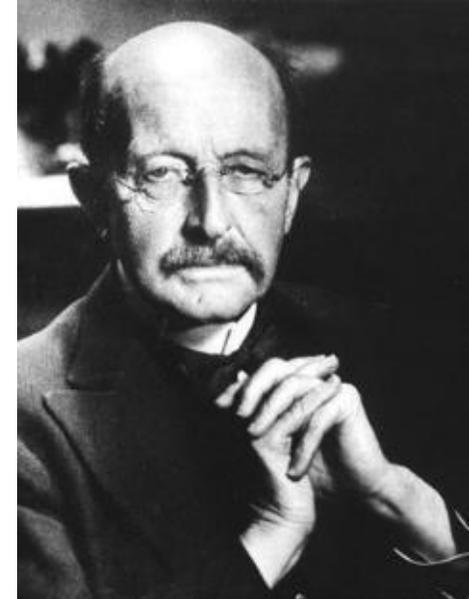
em que:

$h$  – constante de Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$  J s)

$f$  – frequência do oscilador (hertz, Hz)



— curva experimental  
- - - curva teórica



Max Karl Ernest Ludwig Planck  
(1858-1947).

## Catástrofe do ultravioleta

A radiação é emitida em múltiplos de quantidades mínimas de cada frequência – **quantum** de energia!

$$E = n E_0 = n h f$$

em que:

$n = 1, 2, 3...$

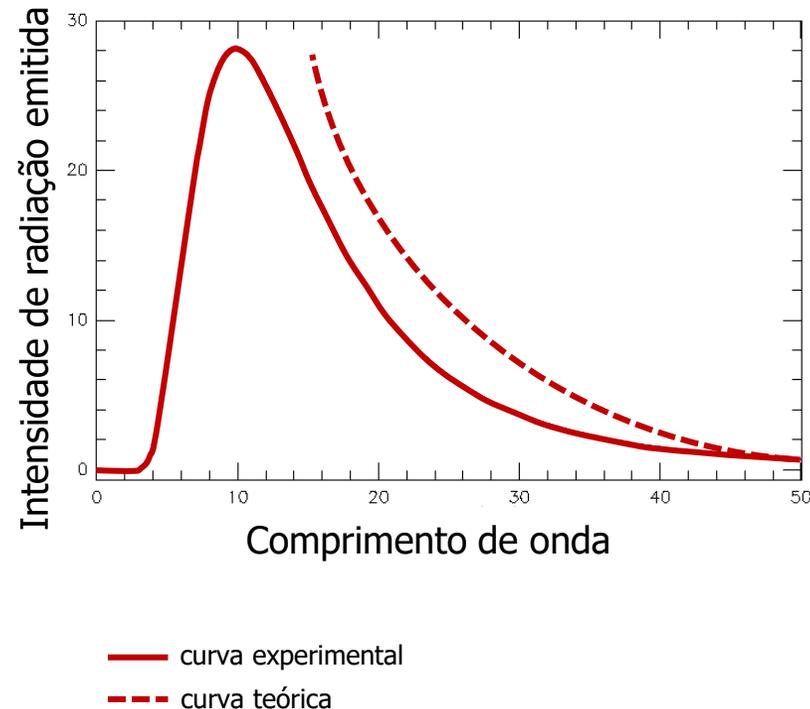
$E_0$  – energia do oscilador (joule, J)

$h$  – constante de Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$  J s)

$f$  – frequência do oscilador (hertz, Hz)

Um *quantum* de energia de radiação de frequência  $f$  é igual a  $h f$ .

Plank juntou esta ideia à Lei de Distribuição de Maxwell-Boltzmann e verificou a concordância com os resultados experimentais!



## Catástrofe do ultravioleta

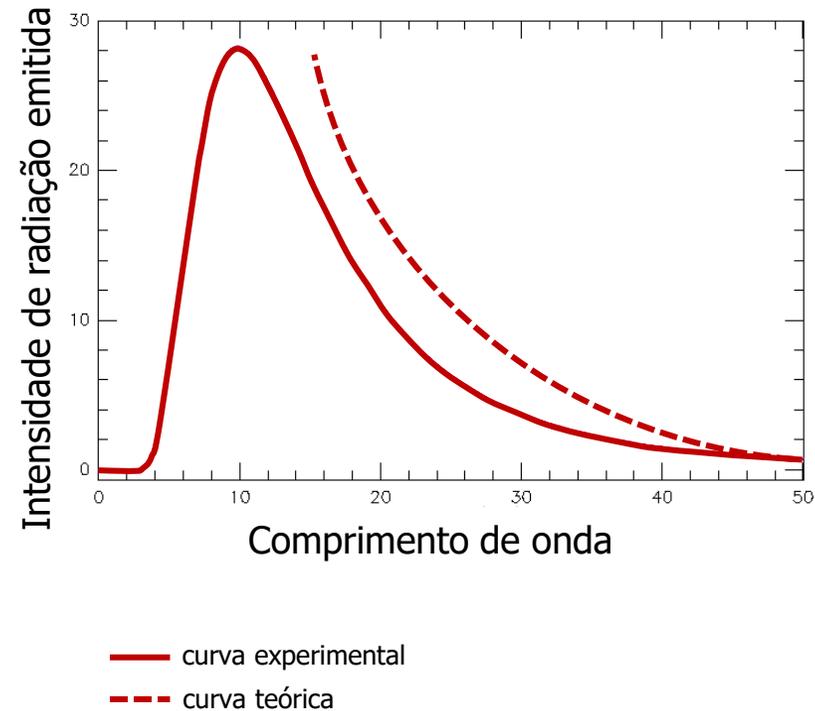
A teoria do *quantum* resolvida o problema:

Explica a curva experimental (resolva a catástrofe do ultravioleta).

Descreve o comportamento do corpo negro.

Permite deduzir a Lei de Stefan-Boltzmann ( $I = \sigma T^4$ ).

Permite deduzir a Lei do Deslocamento de Wien ( $\lambda_{m\acute{a}ximo} = \frac{B}{T}$ ).



---

## Essencial

- Reconhecer, com base em pesquisa, o papel de Planck e de Einstein na introdução da quantização da energia e da teoria dos fótons, na origem da física quântica.
- 

## Palavras-chave

- Catástrofe do ultravioleta.
  - Quantização da energia.
- 

## Formulário

$$E_0 = h f$$

$$E = n E_0$$

---

## 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.
- N. Maciel, M. C. Marques, C. Azevedo, A. Cação, A. Magalhães, A. Folhas, "Física em ação 12", Porto Editora, Porto, 2023.