

ÓPTICA

NATUREZA QUÂNTICA

Vamos apenas abordar alguns tópicos, para vocês terem alguma noção de alguns aspectos que hoje são importantes.

- Radiação do Corpo Negro

Um objeto em equilíbrio termodinâmico com o meio que o rodeia emite necessariamente tanta energia quanto a que absorve (para que ele não "aqueça" ou "arrefeça").

No caso limite de um absorvedor perfeito, ou seja de um corpo que absorve toda a energia radiante que sobre ele incide, e seja qual for o ...

Comprimento de onda dessa radiação, λ e ϵ o que se designa de Corpo Negro.

Por outro lado, sabe-se que o espectro da radiação emitida depende da temperatura do corpo (à medida que a temperatura aumenta, o espectro desloca-se do infra-vermelho para o vermelho depois para o amarelo e ainda para o azulado).

(Basta pensar numa vela ou numa queimada já viu um aparelho de soldar a gás).

EH 13.1

Na figura ao lado representa-se a Densidade de Fluxo Espectral

(Potência por unidade de Área por unidade de comprimento de onda)

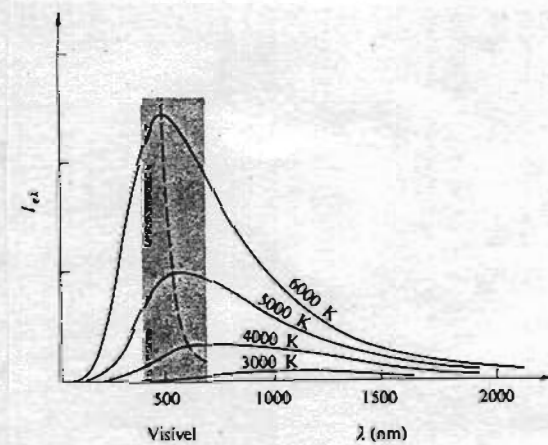


Figura 13.1 Curvas da radiação do corpo negro. A existência de uma hipérbole que passa pelos máximos das curvas traduz a lei de Wien.

Esta quantidade H_λ é designada de Emitância Espectral (Irradiação só que é emitida, Emitância).

3
A emissão total (em W/m^2) pode ser determinada pela lei de Stefan-Boltzmann

$$I_{\text{ex}} = \sigma T^4 \quad \sigma = 5,7 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$$

É correspondente à área por baixo da curva da emissão espectral (I_{ex}) [é o integral].

Um outro resultado que ainda pode ser obtido através da teoria clássica é o facto do máximo da curva de emissão se situar em λ_{max} :

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,8978 \times 10^{-3} \text{ mK}$$

Qdo T aumenta λ_{max} diminui. Este é o deslocamento de Wien.

Com a teoria clássica consegue-se explicar o integral e o máximo da curva. Mas não se consegue explicar a forma da curva.

Foi ainda possível, com a teoria clássica explicar parte da curva (para ~~pequenos~~ λ). Foi para resolver este problema que Planck avançou com uma hipótese: A Quântização.

Planck postulou que um oscilador atômico só pode emitir ou absorver quantidades discretas de energia, proporcionais à frequência de oscilação do átomo.

E que qualquer valor de energia teria que ser um múltiplo desses "elementos" de energia:

$$E = n h \nu$$

↑
múltiplo

Juntando a esta hipótese a estatística de Boltzmann

Planck conseguiu chegar à expressão:

$$I_{ex} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \left[\frac{1}{e^{(hc/\lambda kT)} - 1} \right]$$

Esta é a lei da Radiação de Planck.

Por ajuste dos valores experimentais, chega-se ao valor de h

$$h = (6,6256 \pm 0,0005) \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$h \approx 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

De referir que esta ideia, da quantização da energia levanta muitas dúvidas, mas era de facto a que fornecia os melhores resultados.

Hoje a constante de Planck é considerada, hoje, uma das constantes fundamentais da Física.

EH 13.2

Um outro efeito que veio comprovar a quantização da energia é o efeito Fotoelétrico.

Este efeito foi observado pela primeira vez por Hertz quando estudava as descargas

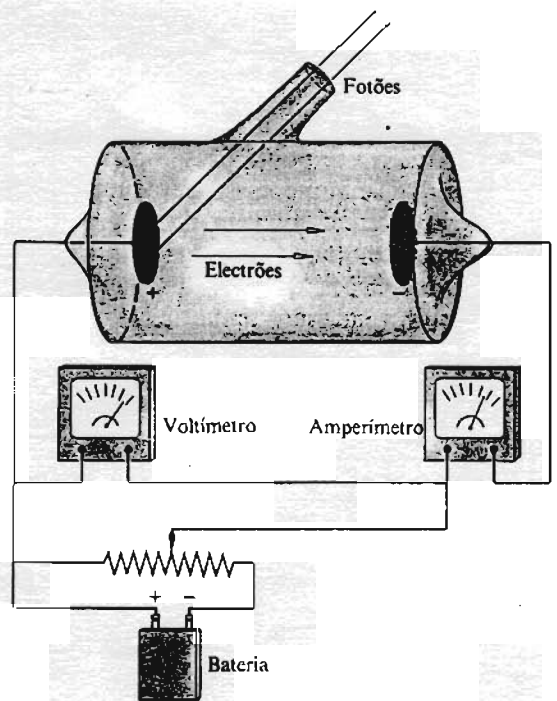


Figura 13.2

electrões no gás, e se apresenta da influência ⁶
da radiação UV (externa) sobre os electodos.

A explicação deste fenómeno só foi alcançada por
Einstein em 1905 (e ganhou o Nobel
em 1921).

O que Einstein fez foi avançar com a quantização
da própria radiação electromagnética. Ou seja, a
radiação só podia receber, ou emitir, energia
em múltiplos de $h\nu$.

Se ~~essa~~ a radiação tiver no sentido $h\nu$
e a for necessário fornecer ~~uma~~ energia W
para que o material do electodo liberte ~~um~~
electrão ~~efectuando~~, então temos duas

hipóteses:

$$h\nu < W$$

não acontece nada
(não se liberta o electrão)

$$h\nu > W$$

Ocorre a libertação de electrões.

Mos Ver qe Ver a conservação de energia logo; para onde vai o "excesso"? (7)

$$h\nu = W + \underline{E_c}$$

É transformada em energia cinética do electrão.

O facto de só ~~para frequências~~ qe do $h\nu > W$ é qe ~~temo~~ ~~electrões~~, faz com qe exista uma frequência ~~de~~ mínima, (ou um comprimento de onda máxima) para a qual é possível obter este efeito.

Normalmente essas frequências são no U.V. É por isso qe se utilizam alguns materiais "especiais" (semicondutores) como detectores (Nesses materiais a "função de trabalho" W pode ser "ajustada" através da combinação de materiais com diferentes ~~com~~ distribuições electrónicas (~~com~~ ~~o~~ número de electrões de valência, etc...)).

8
O facto da energia da radiação ser quantizada levou à ideia de quantizar a própria radiação, ou seja, levou à noção de Fótons.

Esta "partícula" tem no entanto algumas propriedades — pouco diferentes do habitual, como por exemplo o facto de ser massa e reposar ~~em~~ em nada!

Além disso, como já foi dito antes, observa-se a interferência entre ~~2~~ 2 fótons, o que não acontece ~~com~~ com partículas "normais".

Não vou aqui entrar em mais detalhes, sobre este tema, pois está para além do que se esperava desta cadeira.