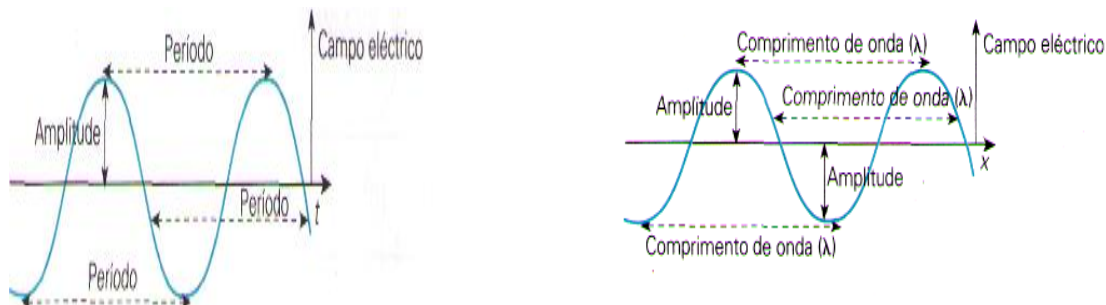


Radiações e espectros

As radiações eletromagnéticas propagam-se no espaço sob a forma de ondas, ondas essas que resultam da propagação de perturbações eletromagnéticas que fazem variar o campo elétrico e magnético associados a cada ponto do espaço.

Por simplicidade, pode decompor-se esta radiação na sua componente elétrica E, cujo perfil pode ser representado pelas figuras seguintes.



As características das ondas eletromagnéticas são:

Período (T) - Intervalo de tempo correspondente a uma vibração completa ou ciclo. Exprime-se em segundos, s.

Comprimento de onda (λ)- Distância entre dois pontos consecutivos na mesma fase de vibração. Exprime-se em metros, m.

Velocidade de onda (v) - Quociente entre a distância percorrida pela onda e o intervalo de tempo correspondente. Exprime-se em metros por segundo, $m s^{-1}$. No vazio, a velocidade de onda designa-se por c e tem o valor aproximado de $3,00 \times 10^8 m s^{-1}$.

Frequência (f) - Número de vibrações por unidade de tempo. A frequência é igual ao inverso do período. Exprime-se em hertz, Hz, ou segundo menos um, s^{-1} .

Amplitude (A) - Deslocamento máximo, em relação à posição de equilíbrio. Exprime-se em metros (m)

As características das ondas eletromagnéticas podem ser relacionadas pelas expressões:

$$f = \frac{1}{T} \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

A energia de uma onda eletromagnética é dada pela seguinte expressão:

$$E = h \cdot f \Leftrightarrow E = \frac{hc}{\lambda} \quad h(\text{Contante de Planck}) = 6,6 \times 10^{-34} \text{Js}$$

Desta relação matemática pode-se concluir que a energia e a frequência são diretamente proporcionais e a energia e o comprimento de onda são inversamente proporcionais.

O espectro eletromagnético

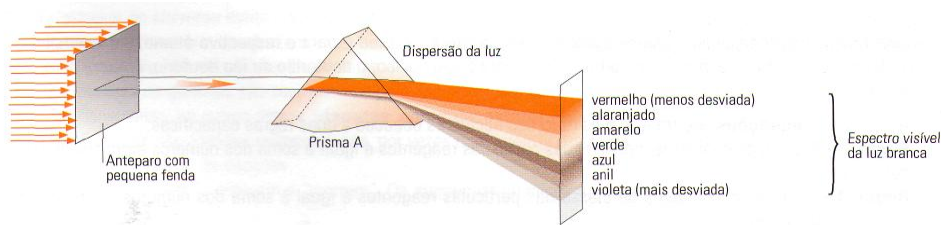
A luz branca é formada por várias radiações de diferentes energias. O conjunto destas radiações constitui o chamado espectro visível da luz branca.

A velocidade de propagação destas radiações no vazio é a mesma ($3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)

No entanto, ao atravessar certos meios (ditos dispersantes, como prismas óticos, redes de difração, gotículas de água e outros), as diferentes radiações têm velocidades diferentes, o que causa a sua separação.

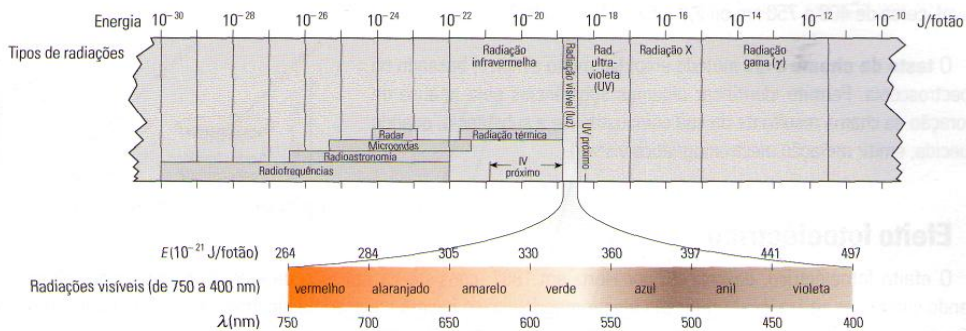
A dispersão da luz solar ao atravessar gotas de chuva origina um conhecido espectro solar, o "arco-íris".

As radiações visíveis são uma pequena parte do espectro eletromagnético, conjunto de ondas eletromagnéticas que se estende desde os raios gama (de elevadíssima energia) até às ondas de rádio (de pequeníssima energia).



As radiações visíveis mais energéticas situam-se na região do azul e do violeta e as menos energéticas na zona do vermelho e do laranja.

Próximas das radiações visíveis, imediatamente a seguir às violetas, ficam as radiações ultravioleta, UV, mais energéticas que as visíveis, que são aquelas que nos bronzeiam na praia. Antes das vermelhas ficam as infravermelhas, IV, menos energéticas que as visíveis, que se sentem sob a forma do calor emanado, por exemplo, de um aquecedor.



Espectros de emissão e espectros de absorção

O espectro solar e os espectros resultantes da emissão de luz por corpos incandescentes denominam-se **espectros de emissão**.

Estes espectros podem ser **contínuos** (constituídos por uma gama contínua de energias de radiações) e **descontínuos** (ou de **riscas**), quando apresentam somente certos valores de energia.

No **espectro de emissão do filamento aquecido de uma lâmpada** nota-se uma sequência contínua de cores - é um exemplo de um **espectro contínuo**. Esse espectro varia com a temperatura do corpo emissor.

Nos **espectros de emissão do hidrogénio atómico, do sódio, do mercúrio, etc**, notam-se **riscas coloridas sobre um fundo negro** - são exemplos de **espectros descontínuos ou de riscas**.

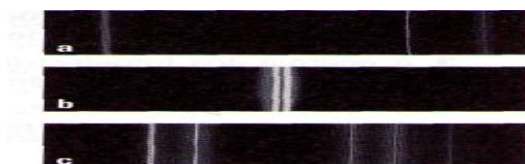
Se algumas das radiações forem absorvidas no trajecto entre a fonte luminosa e a entrada do detetor (espectroscópio), obtém-se um **espectro de absorção**, onde se notam **riscas pretas num fundo colorido**.

As riscas negras no espectro de absorção da luz solar correspondem a radiações que foram absorvidas na atmosfera solar ou na atmosfera terrestre.

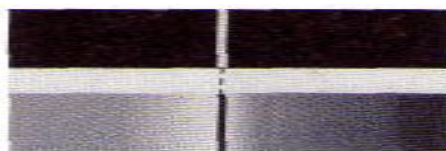
Para cada substância elementar, as riscas coloridas dos espectros de emissão são coincidentes com as riscas negras nos correspondentes espectros de absorção, isto é, têm a mesma posição no espectro, ou seja, têm a mesma energia e o mesmo comprimento de onda.

No espectro de absorção de um elemento notam-se riscas pretas sobre um fundo colorido - a imagem é como um "negativo" da do espectro de emissão.

Espectros de emissão de riscas: a – hidrogénio b – sódio c – mercúrio



Coincidência das riscas amarelas (na emissão) e Pretas (na absorção) no espectro do sódio



O espectro de emissão (e o de absorção) é uma característica de um elemento; funciona como a sua impressão digital, cada elemento tem um espectro de emissão próprio que permite identificá-lo. Não há dois elementos diferentes com iguais espectros de riscas.

Espectros das estrelas

As estrelas **emitem simultaneamente espectros de emissão contínuos (espectros térmicos)** resultantes das reações nucleares que ocorrem no coração das estrelas e **espectros descontínuos (de riscas)** que ocorrem na atmosfera das estrelas (cromosfera).

Os espectros de riscas pretas num fundo colorido (espectros de absorção) resultam do facto de na cromosfera existirem átomos e iões que absorvem parte das radiações emitidas pelo coração das estrelas.

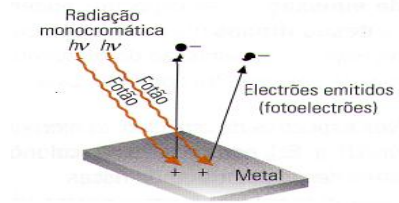
Para conhecer os elementos que existem numa estrela basta **comparar os espectros de absorção das estrelas com os espectros de emissão**, obtidos laboratorialmente, dos vários elementos químicos. **Se as riscas escuras dos espectros de absorção das estrelas coincidirem com as riscas coloridas dos espectros de emissão dos elementos químicos é porque estes se encontram na atmosfera das estrelas**

Análise elementar por via seca

A cor da radiação emitida por um gás ou um vapor quando sujeitos a uma descarga elétrica (ou a cor comunicada a uma chama por um sal) pode revelar-nos a presença de certos elementos (desde que a radiação ocorra na zona do visível, cerca de 400 a 750 nm ou $2,8$ a $5,0 \times 10^{-19}$ J/fotão).

O teste de chama é um método empírico muito simples, baseado na espectroscopia. **Permite identificar algumas substâncias pela análise da coloração da chama resultante da sua combustão** (se a substância, quando aquecida, emitir radiação eletromagnética visível).

Efeito fotoelétrico



O efeito fotoelétrico, descoberto por Hertz em 1887, **consiste na emissão de elétrons por certos elementos, quando sobre eles se faz incidir radiação eletromagnética;**

Só haverá emissão de elétrons a partir de uma energia por fóton da radiação incidente mínima, $E_{\text{remoção}}$ (que é característica da substância emissora de elétrons).

Se a energia de cada fóton incidente, E_{inc} for superior à energia de remoção mínima, E_{rem} , cada elétron é emitido com esse excesso de energia (energia cinética, E_{cin}):

$$E_{\text{inc}} = E_{\text{rem}} + E_c \qquad E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

em que m é a massa do elétron ($m = 9,109 \times 10^{-31}$ kg) ejetado com uma velocidade v .

No efeito fotoelétrico dá-se, assim, a transformação de energia radiante em corrente elétrica (fluxo de elétrons).

Características do efeito fotoelétrico

1. O efeito fotoelétrico é, praticamente, instantâneo.
2. O número de fotoelétrons emitidos é proporcional ao número de fótons de radiação incidente, isto é, à intensidade do feixe. Cada fóton absorvido origina um fotoelétron
3. A energia dos fotoelétrons emitidos não aumenta com a intensidade do feixe, mas depende apenas da energia do fóton incidente, ou seja da sua frequência.
4. Só haveria emissão de elétrons com radiações a partir duma certa energia por fóton mínima, E_{rem} característica de cada metal estudado.

A energia de um fóton é dada por:

$$E_{\text{fóton}} = h \cdot f \qquad h \text{ (Constante de Planck)} = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

Energias de remoção dos elétrons menos ligados ao núcleo para alguns metais

Metais	Cs	K	Na	Ca	Zn	Mg	Ag	W	Pt
$E_{\text{remoção}}/10^{-21} \text{ J}$	304	352	368	432	581	581	690	720	848