

RADIAÇÃO

As radiações são ondas electromagnéticas.

O que são ondas electromagnéticas? Quais os conceitos fundamentais que os alunos precisam de entender para lhes podermos explicar o que são ondas electromagnéticas?

Ondas mecânicas e suas características...

Campos de forças: campos gravítico, magnético e eléctrico...

Cargas em movimento e seus efeitos em termos de criação de campos ...

Ondas electromagnéticas...

Ondas mecânicas

- Perturbação (movimento) que se propaga – movimentos dos sucessivos pontos do meio.

Exemplos: ondas no mar, onda no estádio de futebol, slinky...

- Necessidade de meio material... velocidade de propagação...
- Perturbação isolada e (sucessivas) perturbações periódicas...
frequência... período... amplitude...
- Comprimento de onda...
- Energia transferida, mas não massa...
(exemplo de bola que se atira e também transfere energia... mas com transferência de massa...).
- Energia transferida para o meio (através do meio se ele for perfeitamente elástico) durante um período do movimento da “fonte” – energia fornecida pela fonte ao ponto do meio sobre o qual se faz sentir o efeito exterior:
→ $E_c + E_p = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$: é a energia transferida na onda mecânica harmónica...
- Meios unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais...Energia comunicada a cada ponto do meio...

Campos de forças

Campo gravítico, peso de um corpo

- Campo gravítico terrestre, o que é?
- Peso de um corpo, de que depende?
- Vê-se, o campo de forças? Vê-se o seu efeito...
- O campo gravítico é atractivo... Todos os corpos com massa, m , criam “à sua volta” um campo gravítico... (dependência inversa do quadrado da distância, valor de $G_g = 6,67 \times 10^{-11}$... SI)

Campo magnético e onda de campo magnético

- Utilização de pequeno magnete fixo e pequeno magnete móvel (atenção aos efeitos de atrito...) para ilustrar o efeito de forças de um campo magnético. Tal como o campo gravítico, o campo magnético “não se vê”: detecta-se pelos seus efeitos... Pode ser atractivo ou repulsivo... o seu módulo diminui com a distância ao magnete criador do campo... (acetato apenas com um ponto P...)
- Movimento do magnete criador do campo e valor do campo magnético no ponto P ... onda de campo magnético – perturbação que se propaga, valor do campo magnético em cada ponto... – frequência, amplitude...

Campo eléctrico e onda de campo magnético: ondas electromagnéticas

- O que acontece com uma pequena carga eléctrica? Cargas eléctricas imóveis criam campos eléctricos; cargas eléctricas em movimento criam campos (eléctricos e) magnéticos... (Correntes eléctricas são movimentos orientados de cargas eléctricas... Correntes eléctricas criam campos magnéticos... Lei de Biot-Savart...)
- Uma carga eléctrica que oscila dá origem a uma onda electromagnética... frequência, amplitude...
- Velocidade de propagação das ondas electromagnéticas... Espectro das ondas electromagnéticas...
- Para as ondas electromagnéticas, a energia é dada por $E = nh\nu$, sendo ν , a frequência da radiação e n o número de fótons (relação com a intensidade da radiação)... Recordar o efeito fotoeléctrico...

Emissão de radiação pelos corpos

Devido à sua temperatura

Sabemos que a temperatura de um corpo é uma medida da sua energia cinética interna... (somatório das contribuições devidas aos movimentos térmicos de todos os seus constituintes, contabilizadas em relação ao CM do sistema...)

Os átomos têm cargas... Portanto, TODOS os corpos, estejam a que temperatura estiverem (temperatura absoluta, sempre superior a zero kelvin) **emitem** radiações ou ondas electromagnéticas, apenas porque se encontram a determinada temperatura (absoluta) T . A **potência total emitida** é

$$P = \int P(\lambda) d\lambda = e A \sigma T^4 \quad \text{Lei de Stefan (lei experimental)}$$

em que $P(\lambda)$ é a **potência espectral** emitida (ver acetato), e é a **emissividade**, uma característica (da superfície) do emissor e A é a sua **área**. σ é uma constante.

A **potência total** emitida P é o valor do integral da potência espectral, logo é o valor da “área por baixo da curva” $P(\lambda)$.

Se considerarmos corpos com emissividade igual a 1 (absorvem e re-emitem TODA a radiação que sobre eles incide) e área unitária, a radiação (térmica) emitida por todos eles apenas depende da sua temperatura.

Um “**corpo negro**” tem uma emissividade igual a 1. Na prática, basta pintar de preto um qualquer corpo, para ele funcionar razoavelmente como corpo negro [sentimos o efeito da radiação (infravermelha) emitida pelas superfícies escuras – eles absorvem e re-emitem – quando estão expostas ao Sol...]

Os gráficos ilustrativos da radiação emitida pelos corpos consideram, em geral, corpos negros de área unitária, ou seja, dividem a potência total emitida pela sua área exterior. Ao valor assim obtido chama-se **radiância** ou **intensidade da radiação emitida**.

Lei do deslocamento de Wien – indica que a curva $P(\lambda)$ tem um valor máximo cuja “localização” no gráfico depende da temperatura do corpo, deslocando-se para valores mais baixos de λ – maior energia – à medida que a temperatura do corpo aumenta. A lei de Wien também é uma lei experimental.

Nota: foi a tentativa de explicação destes resultados experimentais, sobre a radiação emitida pelos corpos e a sua relação com a temperatura, que levou Plank, pela primeira vez, a propor a **quantização da energia**.

Outras origens para a radiação emitida pelos corpos

Há corpos com uma energia interna tão elevada que estão sempre a **emitir** radiações: por exemplo, muitos dos materiais **radioactivos** emitem espontaneamente raios X, ou raios gama ou electrões, ou positrões...

E, como já vimos, cargas com movimento oscilatório também **emitem** radiação...

Absorção, transmissão e reflexão / difusão da radiação

Há corpos que **absorvem** toda ou parte da energia que outros emitem, podendo, no processo de absorção, alguns dos seus electrões ser “promovidos” para níveis de energia mais elevados que os que correspondem ao estado fundamental do sistema. Esses corpos podem conseqüentemente **emitir** toda ou parte da energia recebida, através de ondas electromagnéticas. Outras vezes a energia absorvida sob a forma de radiação apenas provoca a passagem dos constituintes (átomos, iões, moléculas...) do corpo para estados de vibração mais energéticos, ou seja, apenas aumenta a temperatura do corpo.

Um corpo pode **absorver**, ou **reflectir** ou **difundir**, ou **transmitir** (ser transparente), em relação às ondas electromagnéticas que sobre ele incidem (ver figura 1). O seu comportamento depende das características das ondas electromagnéticas incidentes e das características do próprio corpo; depende, por exemplo, da sua constituição (há níveis de energia possíveis para o sistema ocupar recebendo a energia incidente?) e da sua superfície (é mais ou menos reflectora ou difusora?).

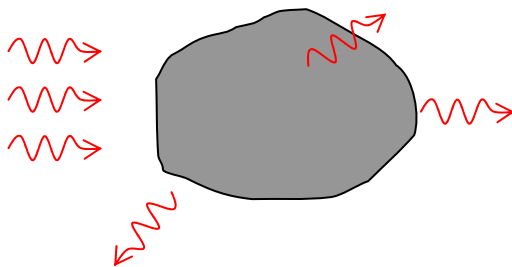


Figura 1

Definindo um **coeficiente de absorção** α (percentagem da energia da radiação incidente que é absorvida), um **coeficiente de reflexão e/ou difusão** ρ (percentagem da energia da radiação incidente que é reflectida e/ou difundida), e um **coeficiente de transmissão** τ (percentagem da energia da radiação incidente que é transmitida através do corpo), temos

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

Qualquer um destes coeficientes pode depender fortemente de λ . Por exemplo, os vidros das janelas absorvem muito as radiações infravermelhas, sendo praticamente transparentes às radiações visíveis...

Uma característica importante da capacidade de absorção da energia por um corpo, é que o seu coeficiente de absorção pode ser constituído por uma sequência de funções δ (ver figura 2). O que significa isto? Mesmo que a energia da radiação incidente seja superior ao valor da energia que pode ser absorvida (zona do lado direito da figura 2), ela tem apenas uma pequena probabilidade de ser absorvida se for razoavelmente diferente da **energia de ressonância** $E_0 = h\nu_0$.

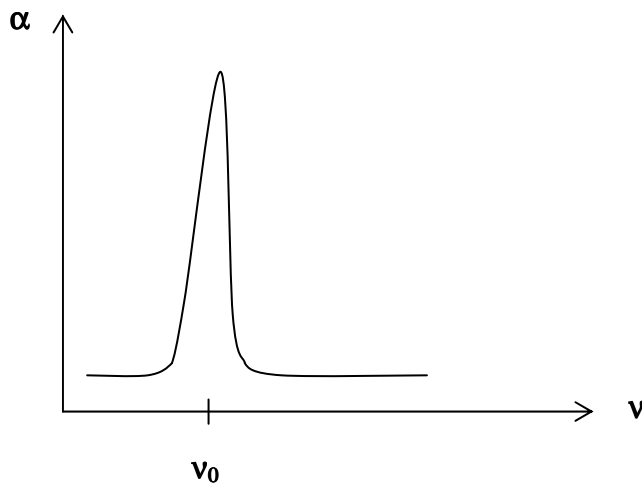


Figura 2

É importante conhecer o espectro das radiações electromagnéticas e conhecer o seu comportamento (ver livro recomendado, páginas 263 a 277).

Análise dos efeitos energéticos das radiações (absorvidas e emitidas) pela Terra: “quase equilíbrio térmico” da Terra

A Terra está sujeita a forças gravíticas (exteriores) exercidas pelo Sol, mas estas forças não realizam trabalho.

A Terra, está rodeada por vazio, não sendo possível trocar calor com o exterior (não há outro meio material em contacto...).

Assim, a Terra apenas pode **receber ou perder** energia através de **radiação**.

Consideremos o “quase equilíbrio térmico da Terra”: ele é devido à Terra receber (do Sol) praticamente tanta energia, sob a forma de radiação, como a que emite, também sob a forma de radiação.

Mas, como está especificado na lei de Wien, o espectro da radiação recebida do Sol, uma estrela a cerca de 6000 °C, é completamente diferente do espectro da radiação emitida pela Terra (um planeta com uma temperatura média de 15 °C).

Isso não impede que a soma da energia recebida (sinal +) com a energia emitida (sinal –) seja praticamente nula (só assim se pode justificar que a temperatura da Terra tenha permanecido praticamente constante ao longo dos tempos...). De facto, o que conta é “a área por baixo da curva” correspondente aos espectros emitidos e absorvidos.

É importante lembrar que a Terra recebe apenas uma ínfima parte de toda a energia emitida pelo Sol. E que nem toda a radiação que do Sol vem incidir sobre a Terra é absorvida por esta. De facto, **a atmosfera e a camada do ozono** protegem-nos da maioria das radiações ultravioletas (não passam através dela). Além disso, há efeitos de reflexão da radiação incidente na superfície da água do mar e, principalmente, nas zonas polares – a neve é fortemente reflectora da radiação visível, por exemplo...

Mas a Terra também, não emite toda a energia que emitiria devido à sua temperatura: **a atmosfera** é pouco permeável à radiação infravermelha, protegendo a Terra de um “arrefecimento” demasiado intenso (**efeito de estufa**)...

Vemos, assim, que todos os desequilíbrios causados pelo desenvolvimento descuidado da nossa civilização

- seja por diminuição da camada do ozono – a nossa protecção contra a entrada de radiação ultravioleta, muito energética, perigosa para a nossa saúde
- seja por poluição atmosférica – aumento desmesurado do efeito de estufa, com o conseqüente degelo polar e diminuição dos efeitos reflectores da radiação incidente

podem conduzir-nos a uma situação climática instável, que poderá até ditar o fim da existência de vida na Terra.