

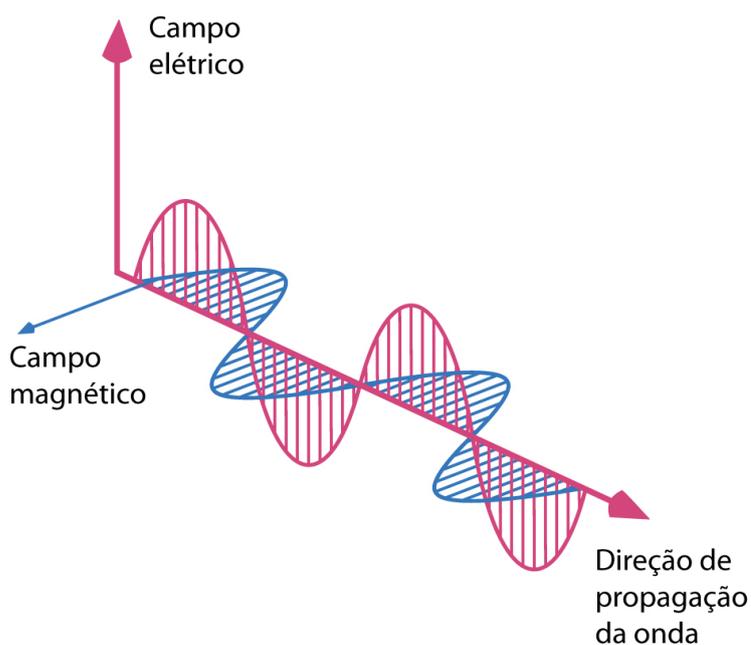


PROPRIEDADES DA LUZ

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Lembra da discussão anterior sobre a natureza da luz? Havia duas grandes teorias sobre a possibilidade da luz ser onda ou partícula. Atualmente, com os avanços da Física Moderna, constatou-se que a luz possui comportamento de ambas as naturezas: onda e partícula. Às vezes ela se comporta como partícula, às vezes como onda. Nesta seção, estudaremos a luz como sendo de natureza **ondulatória**. E na física das ondas, a luz possui a característica de **onda eletromagnética**.

Relembrando: uma onda eletromagnética é uma oscilação de campos elétricos e magnéticos – daí o nome!



Os campos elétrico e magnético de uma onda eletromagnética são perpendiculares entre si e também à direção de propagação da onda.

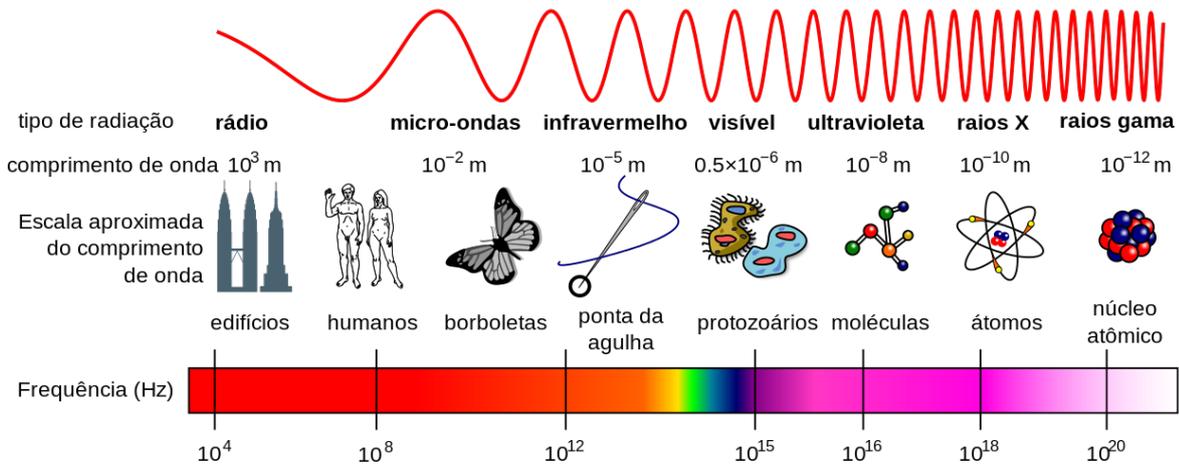
ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

A classificação das ondas eletromagnéticas, baseada nas suas frequências, constitui o espectro eletromagnético.

Ondas eletromagnéticas com frequências de vários milhares de hertz (kHz) são classificadas como ondas de rádio de frequência muito baixa. Uma frequência de milhão



de hertz (MHz) situa-se no meio da banda de rádio AM. A banda de frequências muito altas (VHF, do inglês Very High Frequencies) das ondas de televisão começam em cerca de 50 MHz, e a de rádio FM vai de 88 a 108 MHz. Depois vêm as frequências ultra-altas (UHF, do inglês Ultra High Frequencies), seguidas das micro-ondas, além das quais encontramos as ondas infravermelhas, costumeiramente chamadas de “ondas de calor”. Além dessas, se encontram as frequências da luz visível, que constituem menos do que 1 milionésimo de 1% do espectro eletromagnético medido. As frequências mais baixas que podemos enxergar aparecem como luz vermelha. As frequências mais altas de luz visível são aproximadamente duas vezes maiores do que as do vermelho, e aparecem como luz violeta. Frequências ainda mais altas constituem o ultravioleta. Essas ondas de frequência mais alta causam queimaduras à pele. Frequências mais altas, além do ultravioleta, se estendem para as regiões dos raios X e dos raios gama.

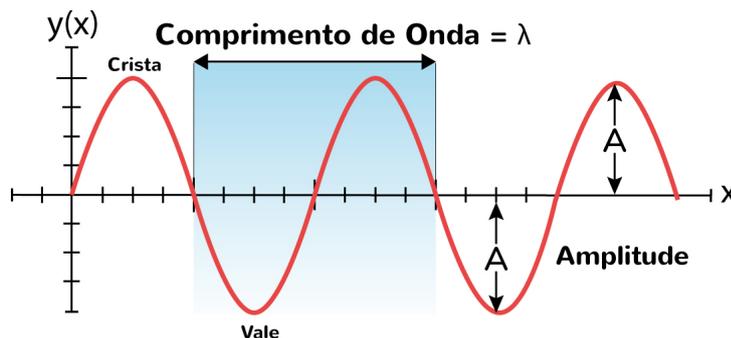


Note que, no espectro, quanto mais alta for a frequência de uma onda eletromagnética, menor será o seu comprimento de onda. Quanto mais baixa a frequência, maior o seu comprimento de onda. Essa regra é válida para as ondas, e é regida pela equação: $v = \lambda \cdot f$.

Se aumentarmos o valor da frequência (f), o valor do comprimento de onda (λ) deve ser diminuído para que o valor da velocidade (v) se mantenha constante.

No SI, a frequência é medida em hertz (Hz) e o comprimento de onda é medido em metros (m). Como a frequência é equivalente ao inverso do período (T), ou seja, o inverso do segundo (1/s), chegamos à unidade da velocidade, que é m/s.

O comprimento de onda pode ser obtido através do intervalo entre uma crista e um vale, como indicado na figura:





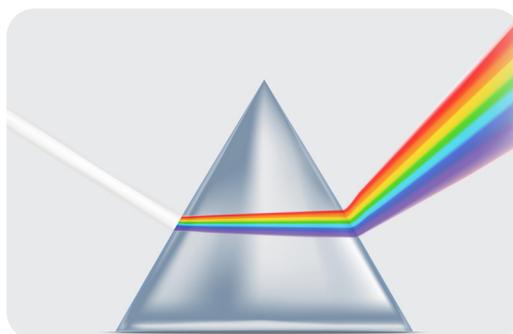
Uma vez que a velocidade de propagação da onda é de 300.000 km/s, uma carga elétrica que oscile uma vez por segundo (1 Hz) produzirá uma onda com comprimento de onda de 300.000 km. Isso é porque apenas um comprimento de onda é gerado durante 1 segundo. Se a frequência da oscilação fosse de 10 Hz, então 10 comprimentos de onda seriam formados a cada segundo e o correspondente comprimento de onda seria de 30.000 km. Assim, quanto mais alta for a frequência da carga oscilatória, mais curto será o comprimento de onda da radiação produzida.

ESPECTRO DA LUZ VISÍVEL

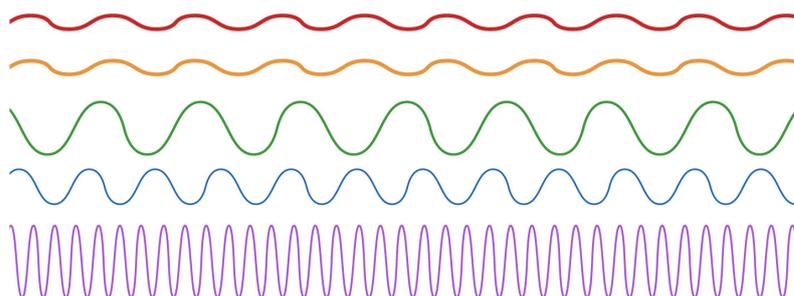
Analise a representação de um arco-íris a seguir:



A sequência das sete cores de um arco-íris é sempre a mesma. Assim também é quando a luz passa por um prisma:



Essa ordem realmente não é aleatória. É uma regra da natureza. Esse fenômeno ocorre por causa dos comprimentos de onda da luz. Cada cor possui um comprimento de onda diferente e, sendo a cor vermelha com o comprimento de onda mais longo, ela aparece no topo do arco-íris, ou seja, abrange o arco mais comprido. Na sequência, temos o alaranjado, que tem o segundo maior comprimento de onda, e por essa razão, é a segunda cor no arco. E assim sucessivamente até chegar na cor violeta que aparece por último, no arco menor, por possuir menor comprimento de onda.



Os comprimentos de onda das luzes vermelha, alaranjada, verde, azul e violeta. A luz violeta tem aproximadamente o dobro da frequência da luz vermelha e a metade de seu comprimento de onda.

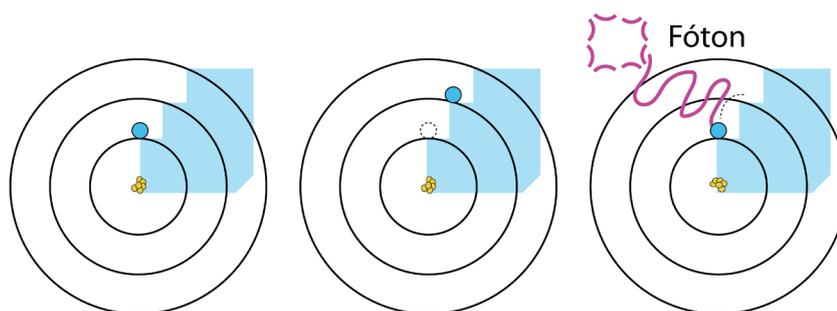


EMISSÃO DE LUZ

Os detalhes da emissão luminosa atômica envolvem transições eletrônicas de estados de maior energia para os de menor energia, no interior dos átomos. Da mesma forma que cada elemento é caracterizado pelo número de elétrons que ocupam as camadas que circundam seu núcleo atômico, assim também cada elemento possui seu próprio padrão característico de camadas eletrônicas, ou estados de energia. Esses estados existem apenas para determinados valores de energia, dizemos que eles são **discretos**.

Um elétron mais afastado do núcleo possui uma energia potencial elétrica maior, em relação ao núcleo, do que um elétron que esteja mais próximo ao núcleo. Dizemos, então, que um elétron mais distante do núcleo está em um estado de energia mais alta ou, de maneira equivalente, em um nível de energia mais alto.

Quando um elétron, de alguma maneira, é promovido para um nível de energia mais alto, se diz que o átomo está excitado. A posição mais elevada do elétron é apenas momentânea. O átomo, então, perde essa energia adquirida temporariamente, retornando a um nível mais baixo e emitindo energia radiante. O átomo, neste caso, sofreu um processo de excitação, seguido por um de relaxação.



Quando um elétron de um determinado átomo é promovido para uma órbita mais elevada, o átomo torna-se excitado. Quando um elétron retorna à sua órbita original, o átomo relaxa e emite um fóton de luz.

Os elétrons que “caem” de níveis mais altos para níveis mais baixos de energia emitem a cada um desses saltos um pulso oscilante de radiação eletromagnética, chamado de **fóton**, cuja frequência está relacionada à diferença de energia correspondente ao salto.

A frequência do fóton é diretamente proporcional à sua energia:

$$E = h \cdot f$$

onde **E** é a energia, **f** é a frequência e **h** é a constante de Planck que vale $6,62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

As lâmpadas de iluminação das ruas constituem um exemplo. As ruas das cidades não são mais iluminadas por lâmpadas incandescentes, mas por luz emitida por gases tais como o vapor de mercúrio. A luz emitida por essas lâmpadas é rica em azuis e violetas e, portanto, fornece uma luz “branca” diferente da luz branca fornecida por uma lâmpada



incandescente. A maioria das lâmpadas de iluminação pública usa o brilho do sódio gasoso, que consome menos energia. As lâmpadas de vapor de sódio emitem luz de um tom amarelado.



A excitação é ilustrada pela aurora boreal e pela aurora austral. Elétrons altamente velozes, originados do vento solar, colidem com os átomos ou moléculas na atmosfera superior. Eles emitem luz exatamente da mesma forma que em um tubo de neônio. As diferentes cores vistas nas auroras correspondem à excitação de diferentes gases – átomos de oxigênio produzem uma cor branco-esverdeada, moléculas de nitrogênio produzem luz vermelha-violeta, e íons de nitrogênio uma luz azul-violeta. As emissões das auroras não se restringem à luz visível, incluindo também as radiações infravermelha, ultravioleta e de raio X.



ABSORÇÃO DE LUZ

Os átomos absorvem luz, assim como a emitem. Um determinado átomo absorverá mais fortemente a luz com as frequências nas quais ele está “sintonizado” – ou seja, aquelas que têm as mesmas frequências que ele próprio emite.

É por esta razão que alguns objetos absorvem a luz branca, mas emitem apenas uma cor específica.

