

Dark Skies Rangers Program

Espetro das luzes: Uma Demonstração Interativa com Redes de Difração

Emissão

Todo o átomo é composto por prótons, neutrões e eletrões. Os prótons e os neutrões residem no núcleo do átomo, enquanto que os eletrões estão distribuídos em orbitais que rodeiam o núcleo. O modelo de uma orbital de um eletrão mudou drasticamente nos últimos 90 anos e dizemos que as orbitais de um eletrão estão representadas pela probabilidade da sua distribuição, que é o resultado da natureza desse mesmo. Apesar de considerarmos a orbita complexa, apenas é necessário compreender um detalhe para compreender a emissão – o processo de um átomo libertar radiação eletromagnética. A chave é que diferentes orbitais estão ligadas a diferentes níveis de energia. Algumas orbitais estão num nível de energia mais alto enquanto que outras estão num nível de energia mais baixo. Os eletrões podem estar excitados em orbitais de nível mais alto de várias maneiras, incluindo uma certa voltagem provocada por uma corrente elétrica. Quando um eletrão cai para um nível de energia mais baixo, a energia que o eletrão perdeu tem de ser conservada pelo átomo, libertando um fóton. Este fóton está onde a energia do eletrão é igual à energia contida no fóton emitido.

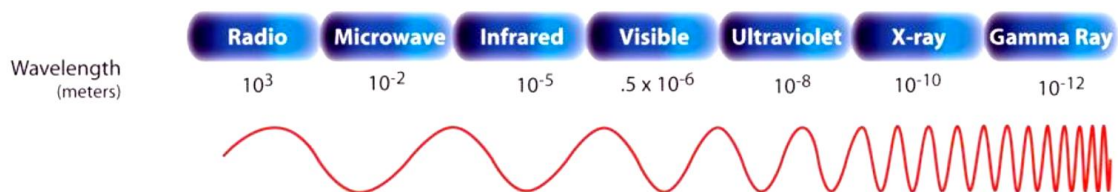
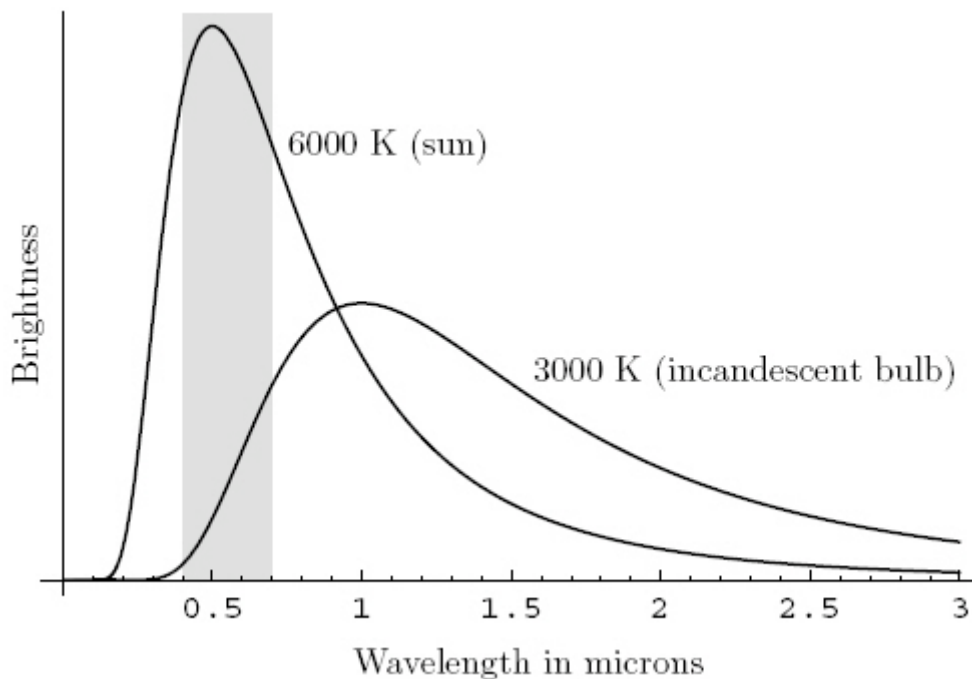


Figura 1: O espectro eletromagnético

Porque um átomo é composto por diferentes orbitais que estão associadas a energias específicas, são possíveis várias transições eletrónicas. Isto quer dizer que fótons de várias energias podem ser produzidos por um único átomo. Devido ao facto da energia do fóton estar associada ao comprimento de onda, os átomos podem emitir radiações com diferentes comprimentos de onda, incluindo comprimentos de onda pequenos (UV), maiores comprimentos de onda (luz visível), e comprimentos de onda ainda maiores (infravermelhos)

Apesar de cada átomo ter muitos tipos diferentes de orbitais, a estrutura específica da orbital é única para cada tipo de elemento atômico. Por esse motivo, as diferentes transições de elétrons para cada elemento são únicas, também o é o comprimento de onda da EMR emitido durante a transição de elétrons. Por outra palavras, a EMR emitida por um certo tipo de átomo tem uma “assinatura” específica de comprimento de onda único para esse átomo. Por exemplo, um átomo de hidrogênio emite fótons com um comprimento de onda de 122 nanômetros (UV), 486 nanômetros (radiação visível), e 1000 nanômetros (infravermelhos), entre muitas outras.

Outro tipo de emissão que não depende diretamente de transições de elétrons entre orbitais, mas em vez disso resulta de energia contida em objetos quentes, é a incandescência. Ao contrário das emissões de elétrons nas orbitais descritas acima, que produzem apenas alguns comprimentos de onda, as emissões por incandescência produzem essencialmente todos os tipos de comprimento de onda do espectro eletromagnético em várias intensidades. O brilho de cada comprimento de onda depende da temperatura a que o objeto se encontra.



Consequentemente, a “assinatura” de comprimento de onda de uma fonte incandescente é bastante diferente das outras fontes de luz que são produzidas pela descida de elétrons ao longo das orbitais. É muitas vezes impossível de dizer, olhando apenas com o olho nu, se uma luz contém todos os comprimentos de onda da gama dos visíveis ou apenas alguns. Como podemos analisar a mistura de comprimentos de onda emitidos por uma fonte para determinar se trabalha por via incandescente, ou por outras formas.

Rede de difração:

A rede de difração é uma ferramenta usada para separar EMR (normalmente luz visível) baseando-se no seu comprimento de onda. Algumas redes de difração comerciais, como aquelas feitas pela Rainbow Symphony, Inc, são uteis para demonstrar a uma grande audiência como é que uma fonte de luz contém um espectro único.



Figure 3: Diffraction Grating slides and glasses

Com este tipo de rede de difração apontado para a fonte de luz (ajuda se a fonte estiver parcialmente protegida) com um específico comprimento de onda da luz obtida no seu máximo de intensidade, num ângulo de deflexão da fonte. Por outras palavras, todos os comprimentos de onda que são emitidos por uma fonte são completamente separados. Assim, a “assinatura” da luz resultante é ao que os cientistas chamam espectro de emissão.



Figure 4: Hydrogen emission spectrum. Note only certain wavelengths are produced



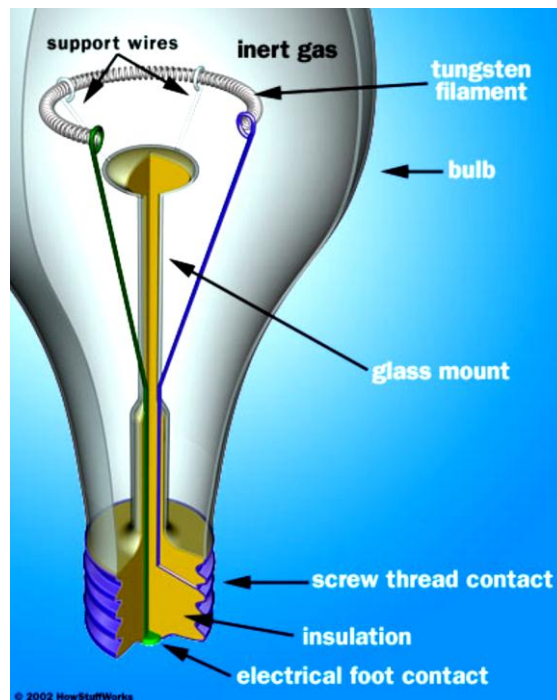
Figure 5: Incandescent emission spectrum. All visible light wavelengths are produced

Lâmpadas incandescentes:

Quando uma lâmpada incandescente é ligada num casquilho, a eletricidade é conduzida através de um parafuso embrulhado numa liga metálica e devolvida por um fio. O movimento da carga faz com que os átomos choquem uns com os outros atingindo o filamento. Os eletrões ganham energia e libertam-na. Ao libertarem essa energia recebida emitem fotões e o tungsténio brilha. O gás dentro da lâmpada permite que o filamento brilhe sem arder. Sem este gás, o filamento começava a arder.

A lâmpada perde muita radiação infravermelha que não conseguimos ver, o que faz com que seja menos eficiente. A eficácia luminosa de uma lâmpada é determinada pela quantidade de energia visível emitida tendo em conta a energia que consome. Lâmpadas incandescentes consomem muita energia e apenas emitem uma pequena parte da luz visível comparada com a luz infravermelha emitida. Isto significa que a eficácia luminosa é muito baixa.

Por causa do filamento aquecer muito, o vidro da lâmpada também aquece bastante. A temperatura que o vidro atinge é uma outra forma de dizer que a lâmpada não utiliza a energia eficientemente. Aproximadamente 90% da energia consumida por uma lâmpada incandescente é transformada em calor em vez de luz visível – o que não é bom para uma lâmpada.



Lâmpadas CFL:

Em vez de tornar o filamento incandescente, estas lâmpadas contêm vapor de Argon e vapor de Mercúrio dentro de um tubo que podem ser de diferentes formas, tamanhos e cores. Também têm um lastro que produz corrente elétrica que passa na mistura dos dois gases, agitando as suas moléculas. Quando estimuladas, o vapor de Mercúrio produz uma luz ultravioleta que é transformada em luz visível quando atinge o composto fluorescente, conhecido como Fósforo, no interior da lâmpada. Mais nenhum composto provou ser tão eficiente como o Mercúrio, e apesar da quantidade de Mercúrio nas lâmpadas ter diminuído, ainda é necessário uma pequena quantidade para que este tipo de lâmpadas funcione corretamente. Muitas lojas que vendem este produto oferecem programas de reciclagem destas lâmpadas.

As lâmpadas CFL necessitam de menos energia – menos 75% da energia utilizada nas lâmpadas incandescentes. Isto significa que requerem menos corrente para produzirem a mesma quantidade de luz.

Luz de néon:

Esta luz funciona de maneira semelhante à CFL só que em vez de vapor de mercúrio, utiliza um gás nobre – normalmente o néon, daí o nome luz de “Néon”. Assim como as CFL, a maioria das luzes de néon são normalmente revestidas por fósforo, e o seu espectro de emissão é a combinação dos comprimentos de onda das emissões de fósforo e do gás nobre. Embora seja praticamente impossível ver algum dos comprimentos de onda específicos a olho nu, uma luz de néon de várias cores diferentes produz uma imagem impressionante através da grelha de difração. Estas lâmpadas são normalmente usadas nas placas luminosas das lojas, e são mais conhecidas por iluminarem o céu de Las Vegas. Apesar de serem altamente eficientes em termos de consumo de energia, defendê-las efetivamente pode ser um problema, por isso são largos contribuintes para o brilho do céu.

Luz halogénea:

Pense nesta luz como uma versão maior e mais quente da luz incandescente, com uma curvatura mais pequena. Num candeeiro halogénico, é adicionada uma pequena quantidade de gás halogéneo à lâmpada. Este vestígio de gás provoca uma série de reações químicas conhecidas por “Ciclo do haleogéneo”. O ciclo atua para redepositar Volfrâmio num filamento q já foi previamente sublimado, que aumenta consideravelmente a vida do filamento.

Uma desvantagem do ciclo do haleogéneo é que este deve ser conduzido a elevadas temperaturas para funcionar – temperaturas ainda mais altas do que aquelas que estão presentes nas lâmpadas incandescentes. Portanto, apesar da vida da lâmpada ser alargada quando comparada com uma luz incandescente, a lâmpada de altas temperaturas dos candeeiros de haleogéneo leva a idênticas taxas de poder para gastos de calor.

Apesar de ineficiente comparada com uma CFL, uma lâmpada de haleogéneo não é muito cara para o total de energia que consegue produzir. Isto é evidente no número total de lâmpadas haleogénicas utilizadas na sociedade (desde os faróis dianteiros dos carros, até pontos luminosos na rua, iluminação de piscinas, etc.)

Lâmpada UV:

Este tipo de lâmpada usada principalmente nesta demonstração para fornecer o contraste com a *bug light* de anteriormente. Esta luz produz comprimentos de onda de EMR que a bug light não produz – UV e violeta. Faz então sentido que este tipo de lâmpada atraísse insetos. De facto, este tipo de luz é idêntica aos “mata-mosquitos elétricos” que são especificamente desenhados para eliminar os insetos. Não se admire se algumas traças voarem à volta da luz enquanto faz a sua demonstração!

Além das suas propriedades para atrair insetos, uma grande porção do EMR emitido deste tipo de lâmpadas esteja na região ultravioleta do espectro. Estas ondas de alta energia causarão imediatamente alguns efeitos interessantes na audiência, incluindo fazer brilhar tudo o que seja de uma cor fluorescente. Este é o mesmo processo que faz o Fósforo num brilho CFL – os componentes num objeto absorvem a luz UV, excitando os eletrões das orbitais de maior energia. Os eletrões depois vão para uma orbital de menor energia, libertando energia em forma de luz visível, o que dá o aspeto de um objeto brilhante.

Luz LED:

O espectro é produzido tanto por uma simples luz-emitindo-diodo, ou LED e uma combinação de fósforo, ou muitos LED's diferentes. Muitas das especificidades por trás do funcionamento de um LED estão para além do limite do alcance desta atividade, incluindo o porquê do espectro parecer contínuo (que é a melhor explicação pela da teoria da banda). No entanto, o mecanismo geral da operação pode ser descrito.

O LED é basicamente uma sanduiche de componentes chamados semicondutores. Os semicondutores podem ser elementos naturais (como o Si ou o Ge) ou cuidadosos componentes de engenharia. A sanduiche dos componentes cria um fluxo de eletrões, que leva à **produção de fotões de um certo comprimento de onda, dependendo da estrutura elétrica de cada componente.**

No LED/ caso do fósforo, geralmente um LED azul emite luz que é depois absorvida pelo fósforo para produzir as outras cores do espectro. No múltiplo caso de LED, existem muitos casos diferentes das LED's que, em combinação, produzem todas as cores do espectro.

Esta tecnologia é notavelmente energeticamente eficiente, apesar de o custo não ser muito eficiente. As LED's estão a ser integradas em muitos aspetos da tecnologia, incluindo televisões de HD, e como não podia deixar de ser, nas lâmpadas.

Tradução de “Spectra of Lights: An Interactive Demonstration with Diffraction Gratings”
http://www.globeatnight.org/dsr/Dark_Skies_Rangers_Lessons/Spectra_of_Lights.pdf

Cátia Santos, Patrícia Tristão, Rodrigo Ferreira e Sofia Martins
11º CTA
Escola Secundária Maria Lamas