

## Luz amplificada pela emissão estimulada de radiação

### ✓ O que é Luz

A luz é onda e ao mesmo tempo é partícula. As características ondulatórias da luz eram conhecidas desde a Antiguidade, mas quem demonstrou que a luz é uma onda eletromagnética foi o físico James Clerk Maxwell em meados do século XIX. Além disso ele obteve teoricamente a velocidade da luz no vácuo.

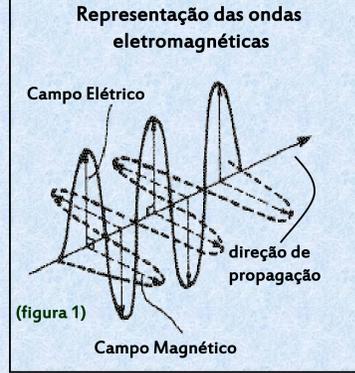
A luz do sol que vemos separando-se em outras cores, logo após cruzarem um prisma, ou no arco-íris, são ondas eletromagnéticas. A luz das lâmpadas, de uma vela, também são ondas eletromagnéticas



Eclipse



Essa separação em diferentes cores se dá devido ao comprimento de onda. Isso quer dizer que cada cor possui um comprimento de onda ( $\lambda$ ) distinto.



### A forma de uma onda eletromagnética

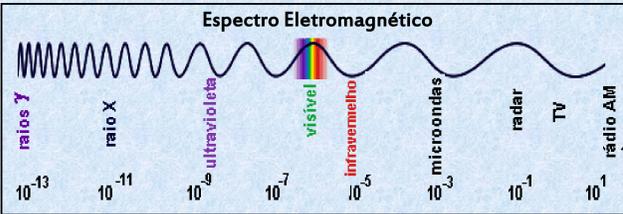
$c$  é a velocidade da luz (300 000 000 m/s)

$f$  é a frequência de oscilação da onda eletromagnética

$f = 1/T$   $T$  é o tempo de uma oscilação

$\lambda = c/f$   $\lambda$  é o comprimento de onda da luz

As características eletromagnéticas e ondulatórias não são somente da luz visível. A luz visível pode ser comparada à ponta de uma icebergue, é uma fração pequena da radiação eletromagnética, a única parte que é vista pelos nossos olhos.



Antena de Ondas de Rádio



Por volta de 1905, o alemão Albert Einstein demonstrou que as ondas eletromagnéticas eram formadas por partículas, as quais chamou de fótons. Ele também demonstrou que a energia dessas partículas é proporcional à frequência da onda eletromagnética.

$$\text{Energia} = h \cdot \text{frequência}$$

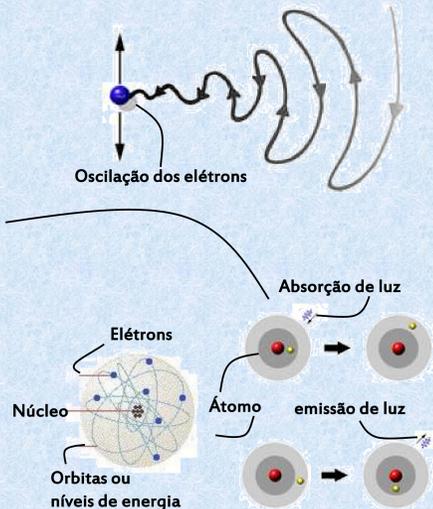
### ✓ Interação das ondas eletromagnéticas com a matéria

Quando as ondas eletromagnéticas incidem na matéria, em alguns casos, elas fazem com que os elétrons acompanhem sua oscilação

Isso acontece nas antenas de TV, rádio, celular, radar.

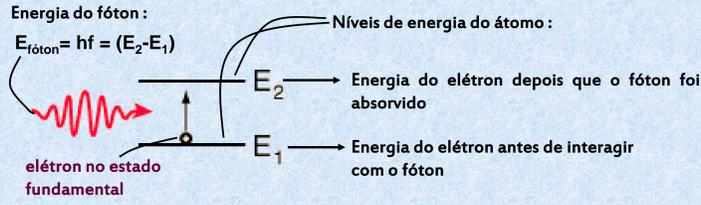
Os elétrons dos átomos podem absorver a energia dos fótons e mudar suas órbitas e, após certo tempo podem emitir essa energia na forma de um outro fóton. Outra maneira do elétron absorver energia é através da colisão com átomos, ou com elétrons.

Esse mecanismo ocorre nas lâmpadas fluorescentes de nossas casas e nos interruptores de luz fosforescentes. Essa absorção e emissão de luz pela matéria são os fenômenos responsáveis pela existência dos LASERS.



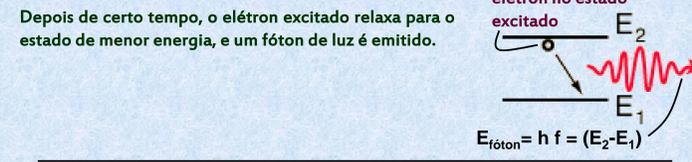
### ✓ Absorção, emissão espontânea e emissão estimulada

Absorção de um fóton pelo átomo:

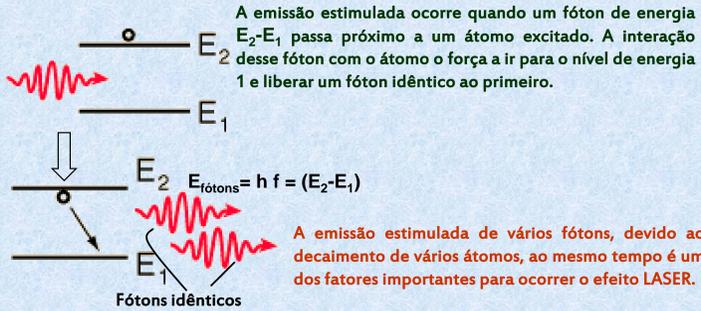


A interação de um fóton com um átomo faz com que o elétron mude sua energia.

Emissão espontânea de um fóton pelo átomo:



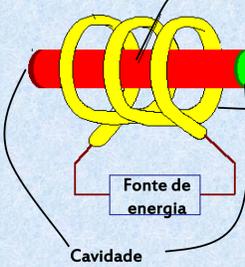
Emissão estimulada de um fóton pelo átomo:



### ✓ Um pouco da história do laser

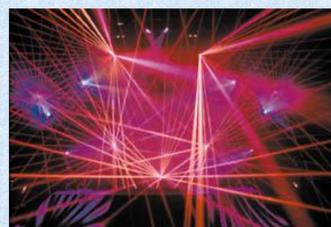
Em 1960, Theodore H. Maiman anunciou o LASER. O primeiro LASER foi feito com um cristal de rubi ( $Al_2O_3 : Cr_2O_3$ ), que era excitado por uma lâmpada flash que o envolvia. Esse LASER emitia luz com comprimento de onda de 694 nm (vermelho).

Cristal de rubi (meio ativo)



T. H. Maiman

Hoje em dia, existem diferentes tipos de LASERS, com diferentes meios ativos, diferentes cavidades e que emitem em diferentes cores. Cada vez mais os LASERS são fabricados para serem utilizados em diferentes aplicações.



A luz LASER possui as seguintes características:

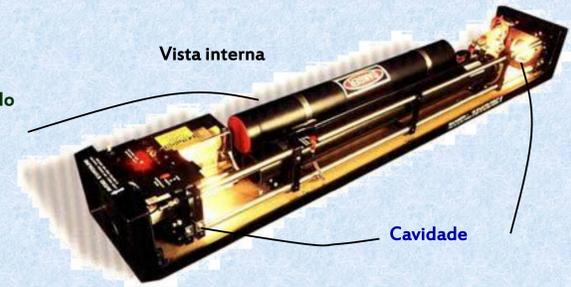
- ✗ uma cor bem definida
- ✗ divergência pequena
- ✗ alta intensidade
- ✗ alta coerência

### ✓ O LASER

Os LASERS são constituídos por:

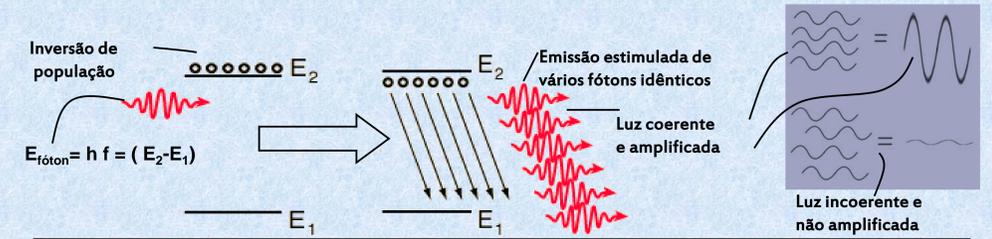
- ✗ Meio ativo
- ✗ Cavidade
- ✗ Fonte de energia

Localização do meio ativo



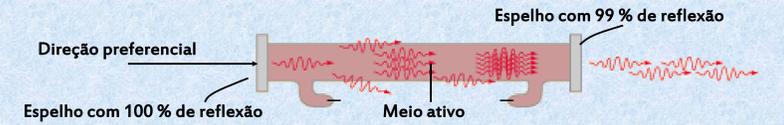
#### ✗ Meio ativo

O meio ativo pode ser de três espécies: um sólido (cristal de rubi), um líquido (corante), ou um gás (nitrogênio). É no meio ativo que o efeito de emissão estimulada de radiação eletromagnética irá ocorrer. Além disso, esse meio deve possuir uma propriedade muito importante, à qual se dá o nome de inversão de população. A inversão de população significa que a maioria dos átomos do meio ativo está no nível de energia excitado. Quando ocorrer o efeito de emissão estimulada, todos esses átomos irão emitir fótons idênticos (luz amplificada).

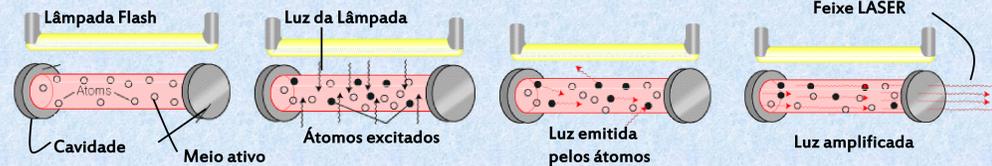


#### ✗ Cavidade

A cavidade normalmente é formada por espelhos altamente refletores, e uma das funções dela é definir uma saída preferencial para o feixe do LASER, ou seja, ela é responsável por amplificar a luz em uma certa direção.

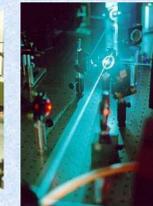


#### Sequência de como é gerada a luz do LASER



### ✓ Algumas aplicações do LASER

Pesquisa em física, química, biologia, odontologia, medicina, agricultura e etc.



Na medicina, o laser é utilizado em cirurgias de precisão, em remoção de câncer de pele, de tatuagens, de pelos e muito mais.



É amplamente utilizado no nosso dia-a-dia.

