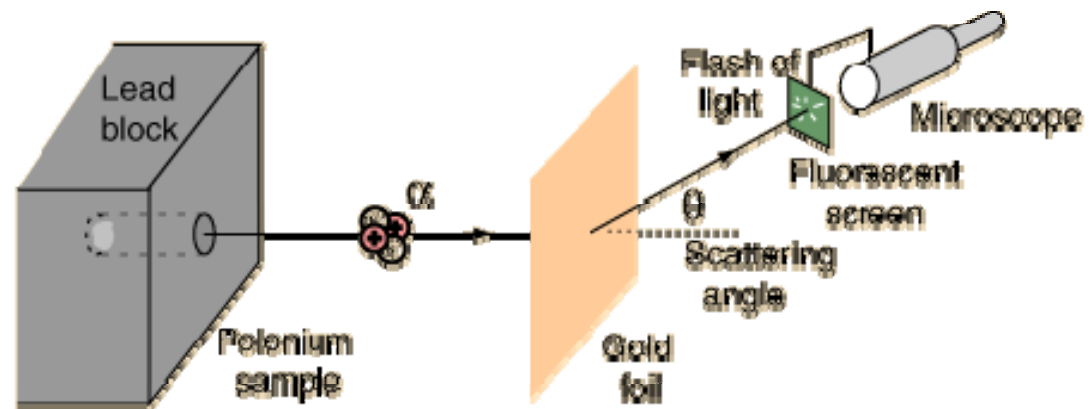
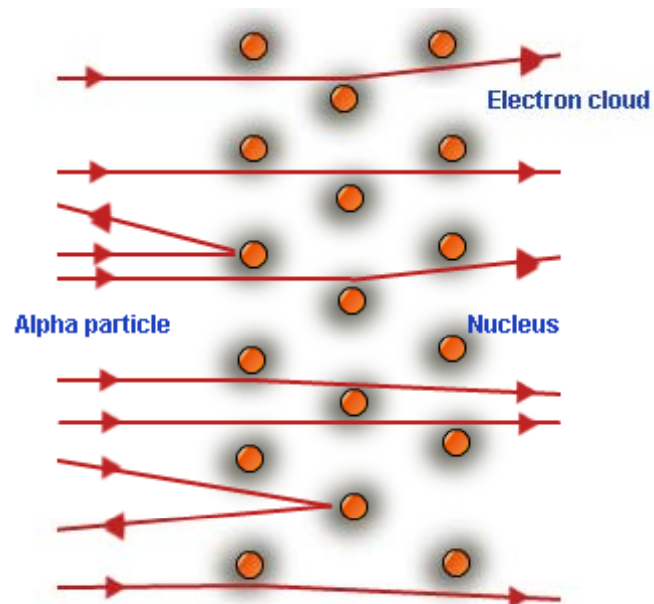


# MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

## Esquema do Experimento de Gieger Marsden e Rutherford



## Espalhamento das partículas alfa pelos núcleos



## Trajétória das partículas alfa ao se desvia próxima a um núcleo

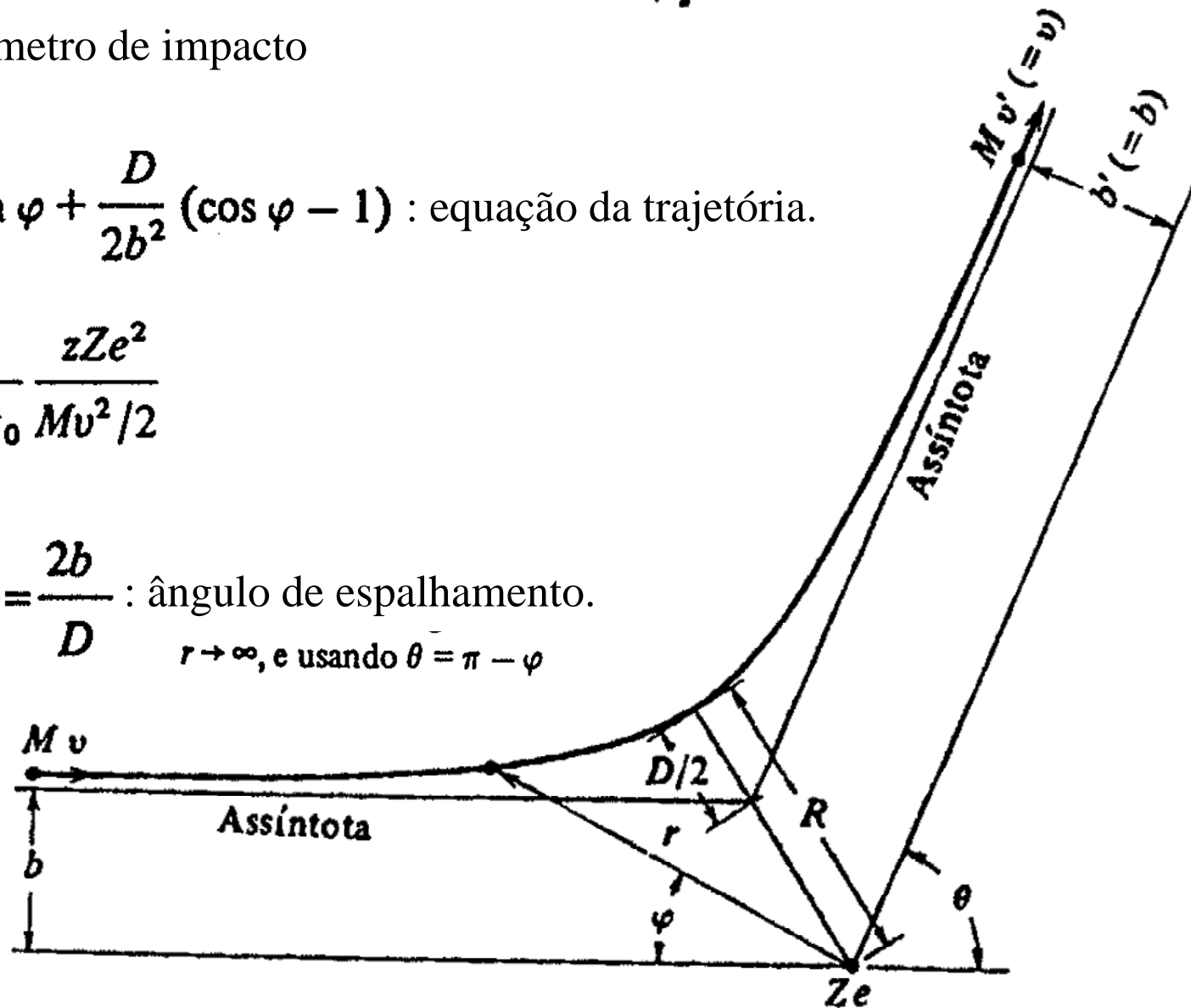
$b$ : parâmetro de impacto

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b} \sin \varphi + \frac{D}{2b^2} (\cos \varphi - 1) : \text{equação da trajetória.}$$

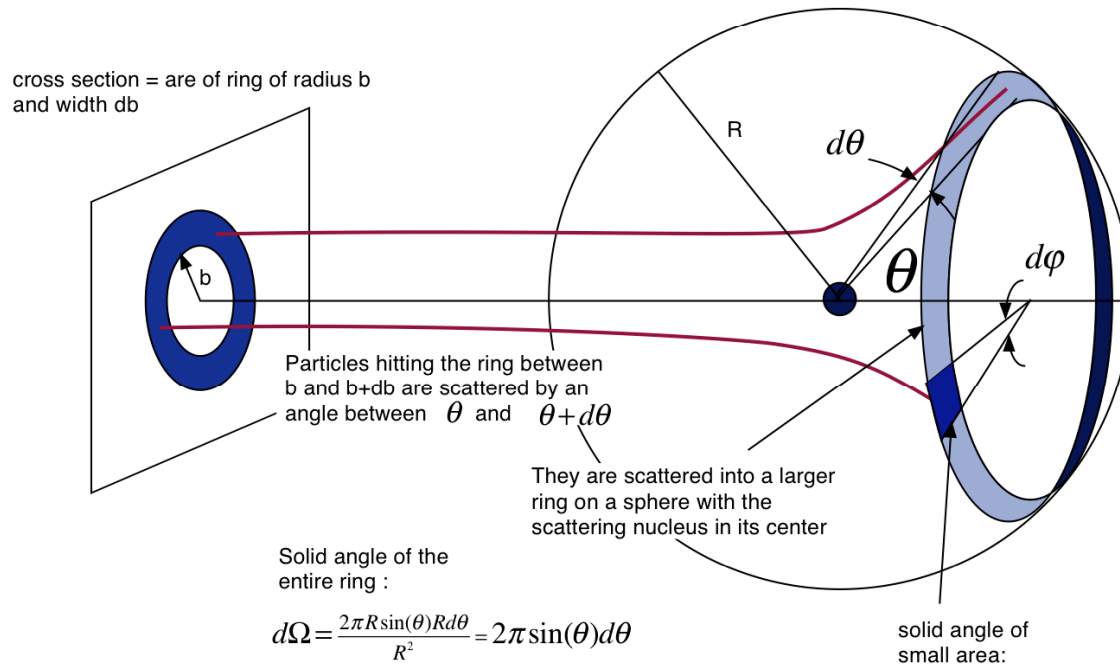
$$D \equiv \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{zZe^2}{Mv^2/2}$$

$$\cotg \frac{\theta}{2} = \frac{2b}{D} : \text{ângulo de espalhamento.}$$

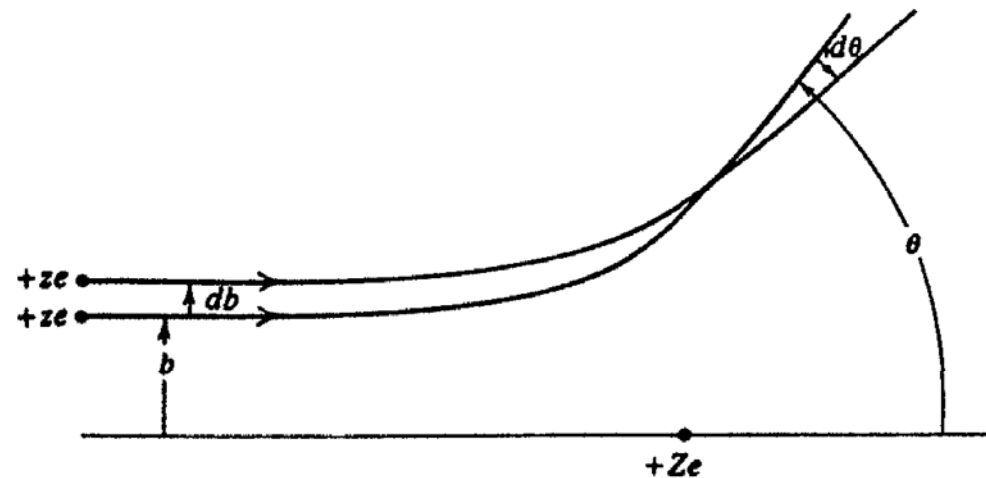
$r \rightarrow \infty, \text{ e usando } \theta = \pi - \varphi$



## Relação entre ângulo de espalhamento e parâmetro de Impacto



$$\frac{N(\theta) d\theta}{I} = -P(b) db$$



## Número de partículas espelhada em um certo ângulo

$$P(b) db = \rho t 2\pi b db$$

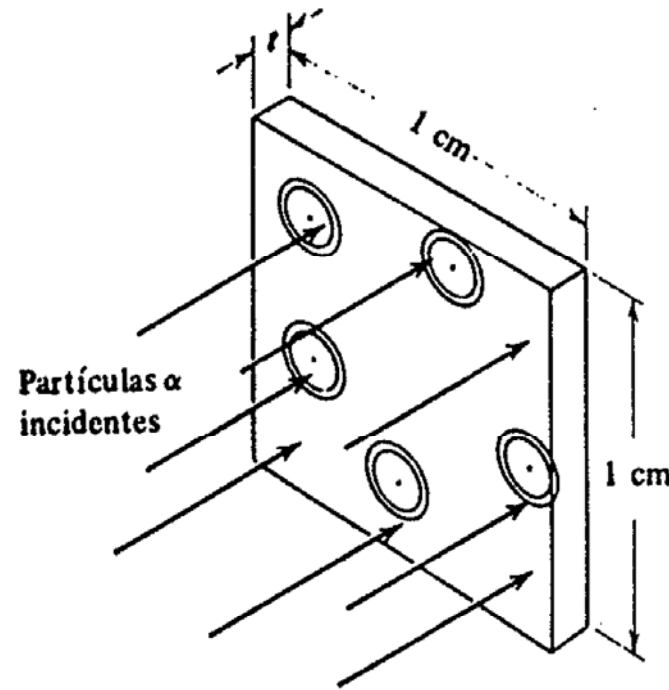
$$\cotg \frac{\theta}{2} = \frac{2b}{D} \Rightarrow b = (D/2) \cotg (\theta/2)$$

$$db = - \frac{D}{2} \frac{d\theta/2}{\text{sen}^2(\theta/2)}$$

$$b db = - \frac{D^2 \cos(\theta/2) d\theta}{8 \text{sen}^3(\theta/2)} = - \frac{D^2 \text{sen } \theta d\theta}{16 \text{sen}^4(\theta/2)}$$

$$P(b) db = - \frac{\pi}{8} \rho t D^2 \text{sen } \theta \frac{d\theta}{\text{sen}^4(\theta/2)}$$

$$\frac{N(\Theta) d\Theta}{I} = -P(b) db = \frac{\pi}{8} \rho t D^2 \frac{\text{sen } \Theta d\Theta}{\text{sen}^4(\Theta/2)}$$



$$N(\Theta) d\Theta = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)^2 \left( \frac{zZe^2}{2Mv^2} \right)^2 \frac{I \rho t 2\pi \text{sen } \Theta d\Theta}{\text{sen}^4(\Theta/2)}$$

## Comparação dos resultados experimentais com as predições do modelo

$$N(\Theta) d\Theta = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \left(\frac{zZe^2}{2Mv^2}\right)^2 \frac{Ipt2\pi \text{sen } \Theta d\Theta}{\text{sen}^4 (\Theta/2)}$$

1. Foi testada a dependência angular, usando-se folhas de Ag e Au, entre  $5^\circ$  e  $150^\circ$ . Embora  $N(\Theta) d\Theta$  variasse por um fator de cerca de  $10^5$  nessa região, os dados experimentais permaneceram proporcionais à distribuição angular teórica com uma margem de erro percentualmente pequena.

2. Obteve-se que a quantidade  $N(\Theta) d\Theta$  é de fato proporcional à espessura  $t$  da folha para variações de até 10 vezes essa espessura para todos os elementos investigados.

3. A equação (4-7) prevê que o número de partículas  $\alpha$  será inversamente proporcional ao quadrado de sua energia cinética,  $Mv^2/2$ . Isto foi testado usando partículas  $\alpha$  de várias fontes radioativas diferentes, e a dependência na energia prevista foi confirmada experimentalmente para variações na energia de até um fator de aproximadamente 3.

4. Finalmente, a equação prevê que  $N(\Theta) d\Theta$  é proporcional a  $(Ze)^2$ , o quadrado da carga nuclear. Nessa época  $Z$  não era conhecido para muitos átomos. Supondo (4-7) válida, a experiência foi usada para determinação de  $Z$ , e encontrou-se que  $Z$  era igual ao número atômico químico dos átomos do alvo. Isto implicava que o primeiro átomo, H, da tabela periódica contém um elétron, o segundo átomo, He, contém dois elétrons, o terceiro, Li, contém três, etc., já que  $Z$  também é o número de elétrons no átomo neutro. Esse resultado foi logo confirmado de forma independente por técnicas de raios X

## Estimativa do Raio Nuclear

$$r = R \quad e \quad \theta + 2\varphi = \pi : \varphi = (\theta - \pi)/2$$

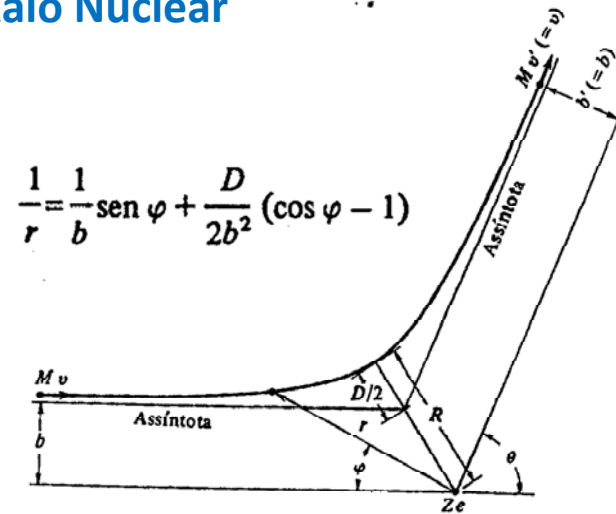
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{b} \operatorname{sen} \left( \frac{\pi - \theta}{2} \right) + \frac{D}{2b^2} \left[ \cos \left( \frac{\pi - \theta}{2} \right) - 1 \right]$$

$$b = \frac{D}{2} \cotg \frac{\theta}{2} = \frac{D}{2} \operatorname{tg} \left( \frac{\pi - \theta}{2} \right)$$

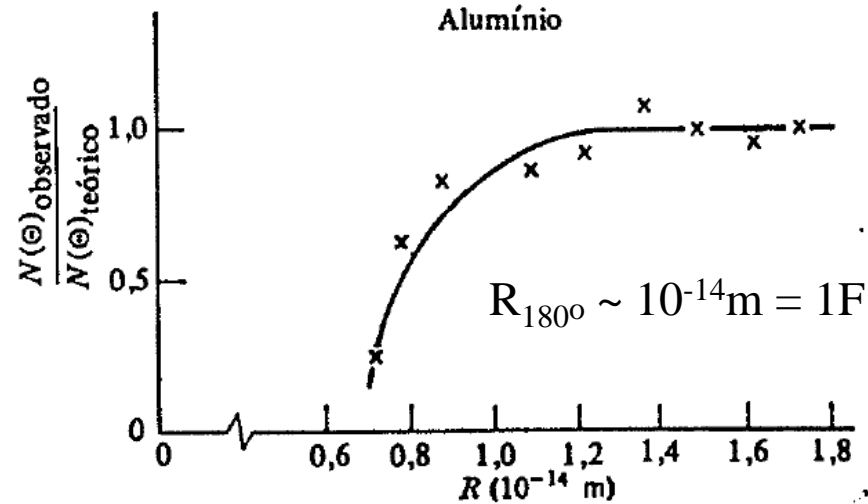
$$R = \frac{D}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\cos \left( \frac{\pi - \theta}{2} \right)} \right]$$

$$R = \frac{D}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\operatorname{sen} (\theta/2)} \right]$$

$$R_{180^\circ} = D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{zZe^2}{Mv^2/2}$$



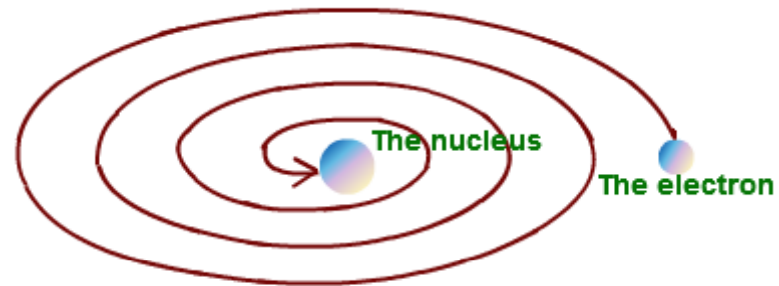
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b} \operatorname{sen} \varphi + \frac{D}{2b^2} (\cos \varphi - 1)$$



Alguns dados obtidos no espalhamento de partículas  $\alpha$ , emitidas por uma fonte radioativa, por alumínio. A abscissa é a distância de maior aproximação ao centro nuclear.

## Problema com modelo Atômico de Rutherford

Movimento do elétron em torno do átomo é acelerado, logo deveria emitir radiação, perdendo energia e eventualmente colapsando no núcleo

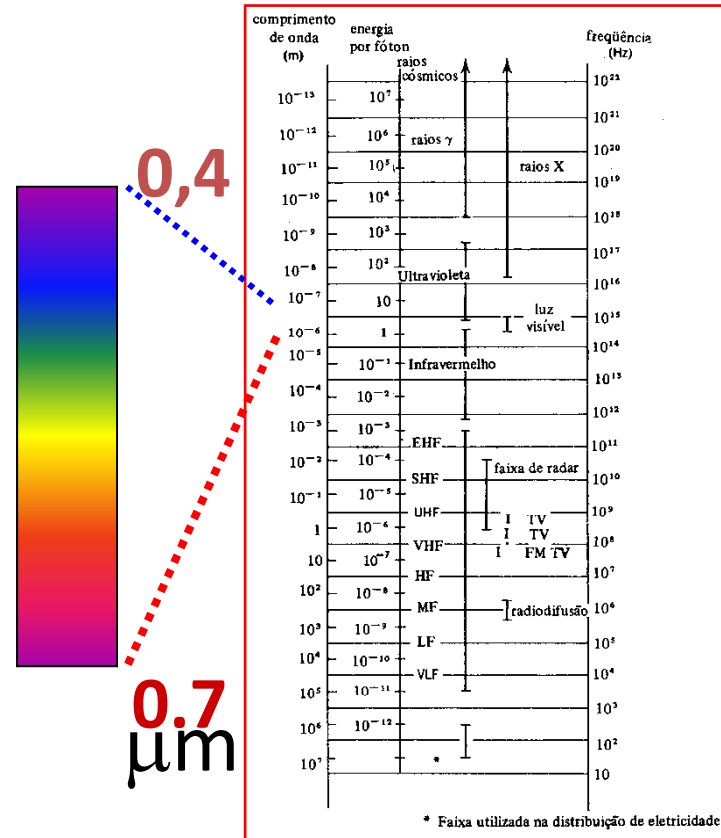
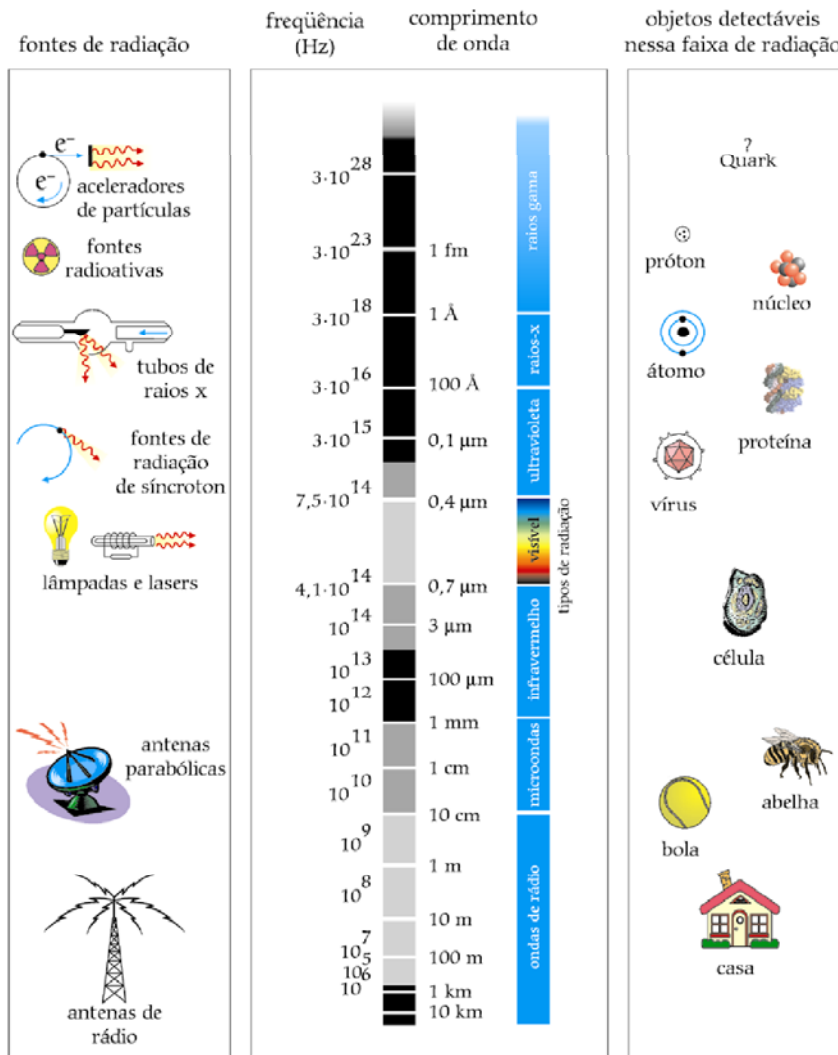


Átomo não seria Estável



# ESPECTROS ATÔMICOS

# O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



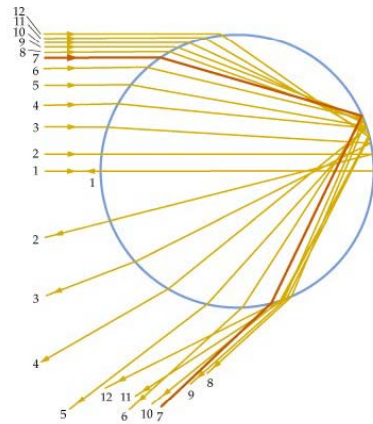
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Azul 0.4 $\mu$ m  
 Verde 0.5 $\mu$ m  
 Vermelho 0.6 $\mu$ m

# DISPERSÃO DA LUZ POR DIFERENÇA DE ÍNDICE DE REFRAÇÃO

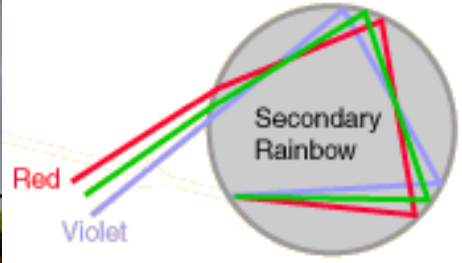
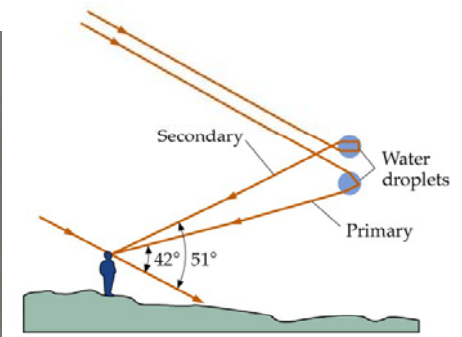
## O Arco Íris

Concentração dos raios por reflexão interna total

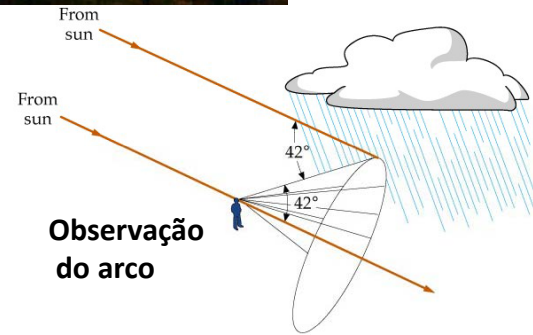
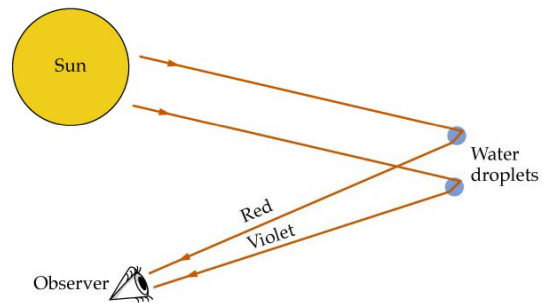


A aparente inversão de cores ocorre devido a visualização ocorrer para diferentes gotas

Arco Íris secundários

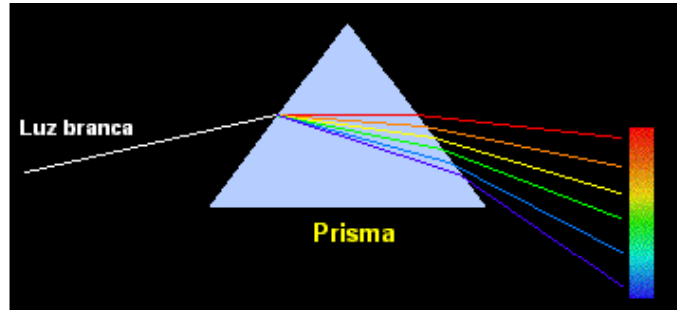


Dispersão por diferença de índice de refração



# DISPERSÃO DA LUZ POR DIFERENÇA DE ÍNDICE DE REFRAÇÃO

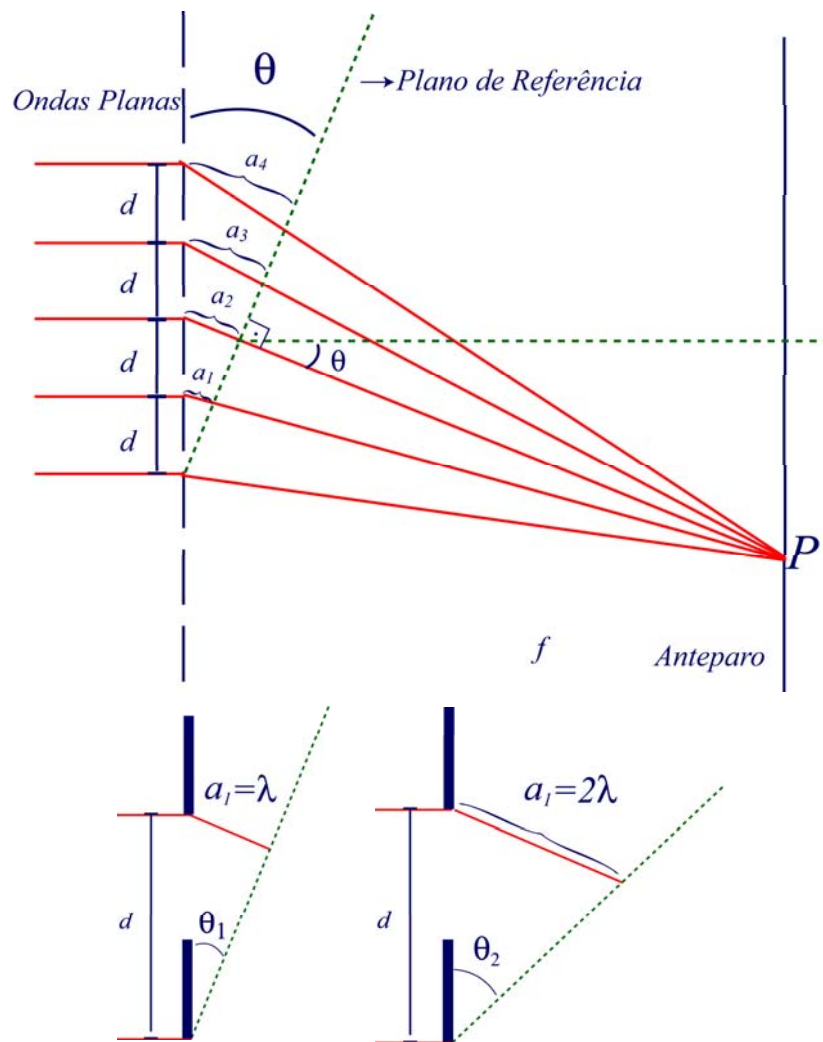
## Prismas:



Como o índice de refração depende do comprimento de onda da luz, "raios" com diferentes comprimentos de onda sofrem desvios diferentes quando atravessam um prisma



## GRADES ou REDES DE DIFRAÇÃO



(semelhança de triângulos)

$$\frac{a_1}{d} = \frac{a_2}{2d} = \frac{a_3}{3d} = \frac{a_4}{4d} \dots$$

(máximos de interferência)

$$\text{Se } a_1 = \lambda \Rightarrow a_2 = 2\lambda; a_3 = 3\lambda \dots$$

(posição dos máximos)

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\lambda}{d} = \text{sen}\theta_1 \\ \frac{2\lambda}{d} = \text{sen}\theta_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{n\lambda}{d} = \text{sen}\theta$$

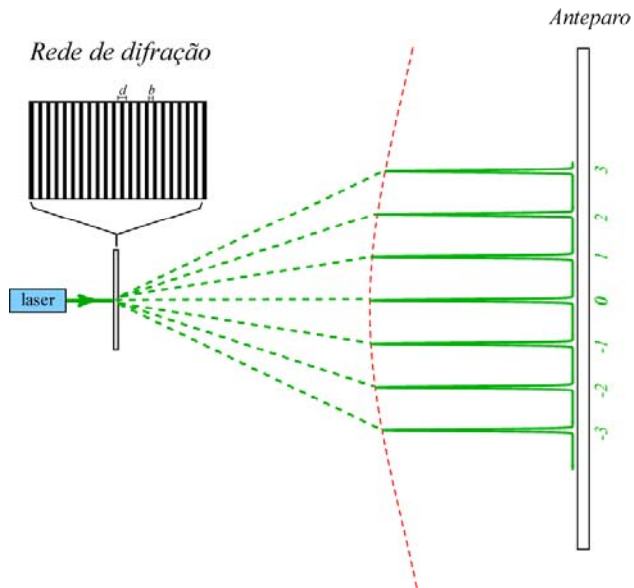
$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

## GRADES ou REDES DE DIFRAÇÃO

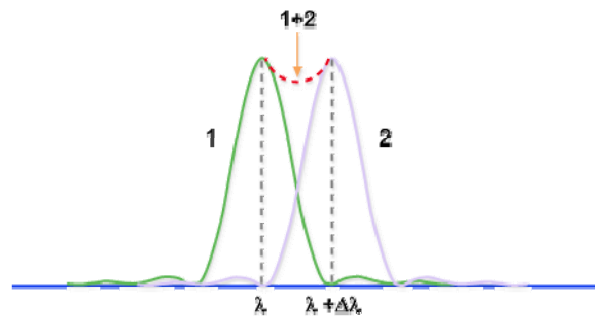
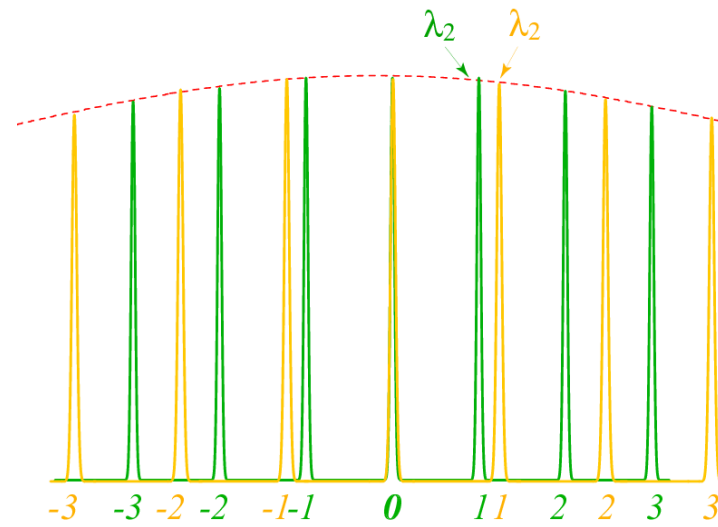
$$I = N^2 I_0 \frac{\text{sen}^2(\beta)}{\beta^2} \frac{\text{sen}^2(N\gamma)}{\text{sen}^2(\gamma)} ;$$

$$\beta = \frac{\pi b}{\lambda} \text{sen}(\theta) ;$$

$$\gamma = \frac{\pi a}{\lambda} \text{sen}(\theta)$$



Para diferentes comprimentos de onda



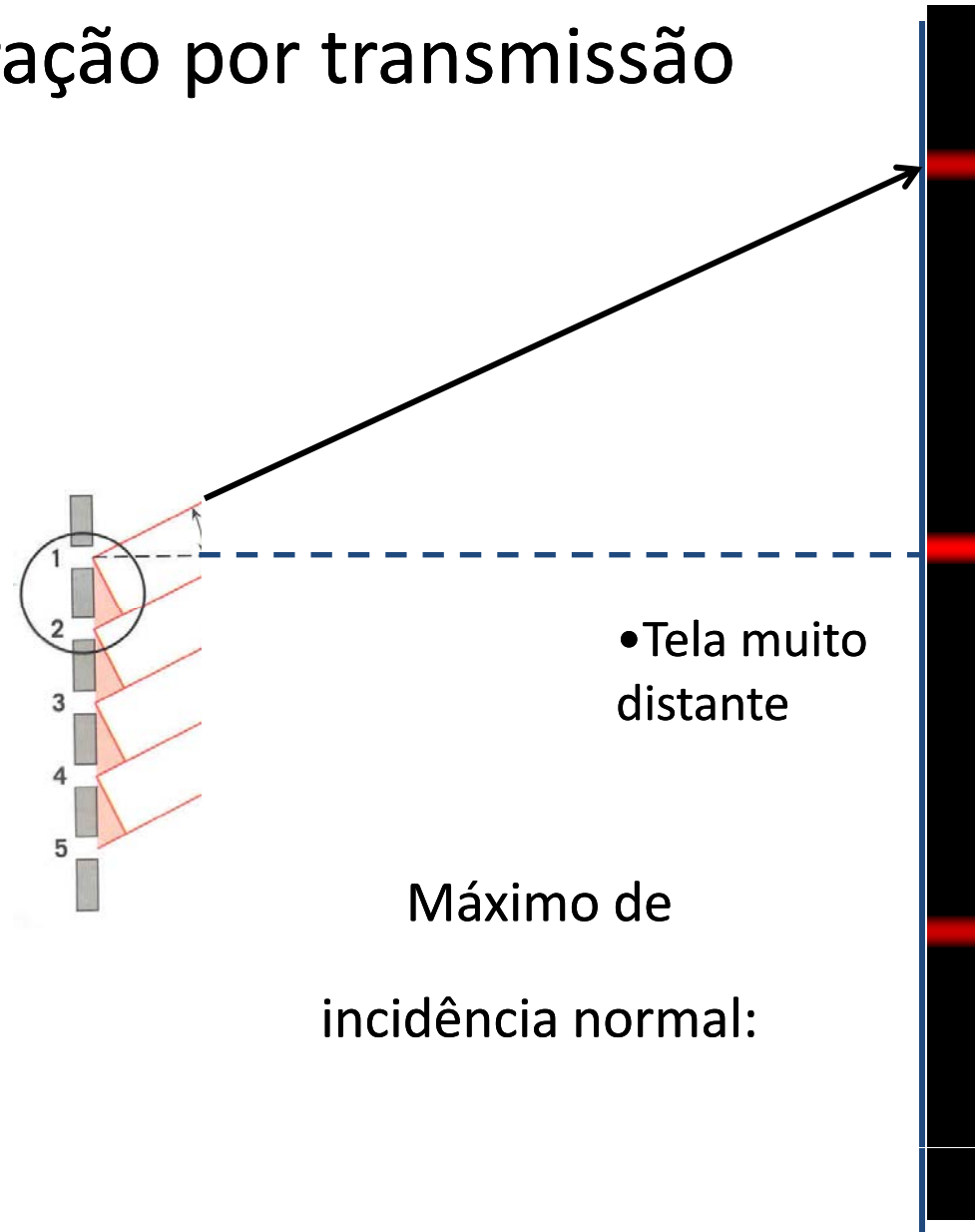
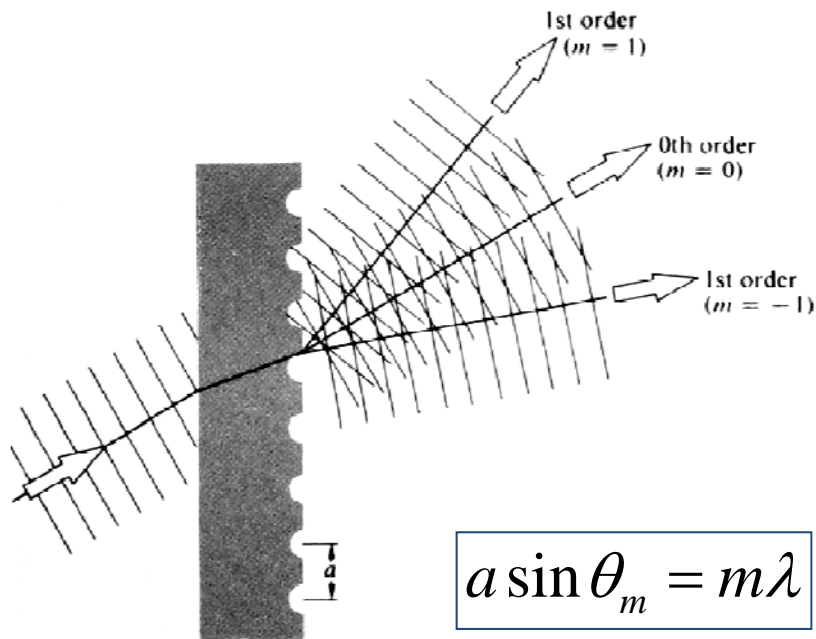
Poder de Resolução da Rede:

$$PR = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$$

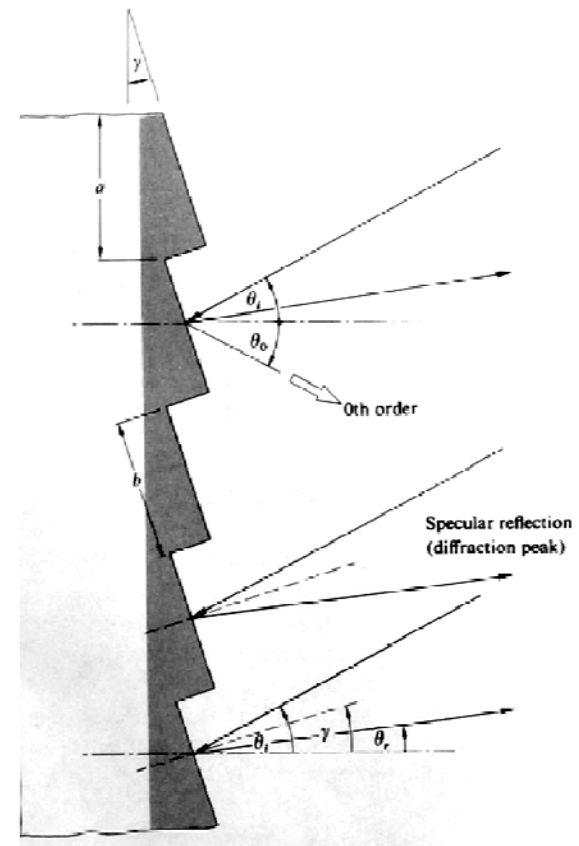
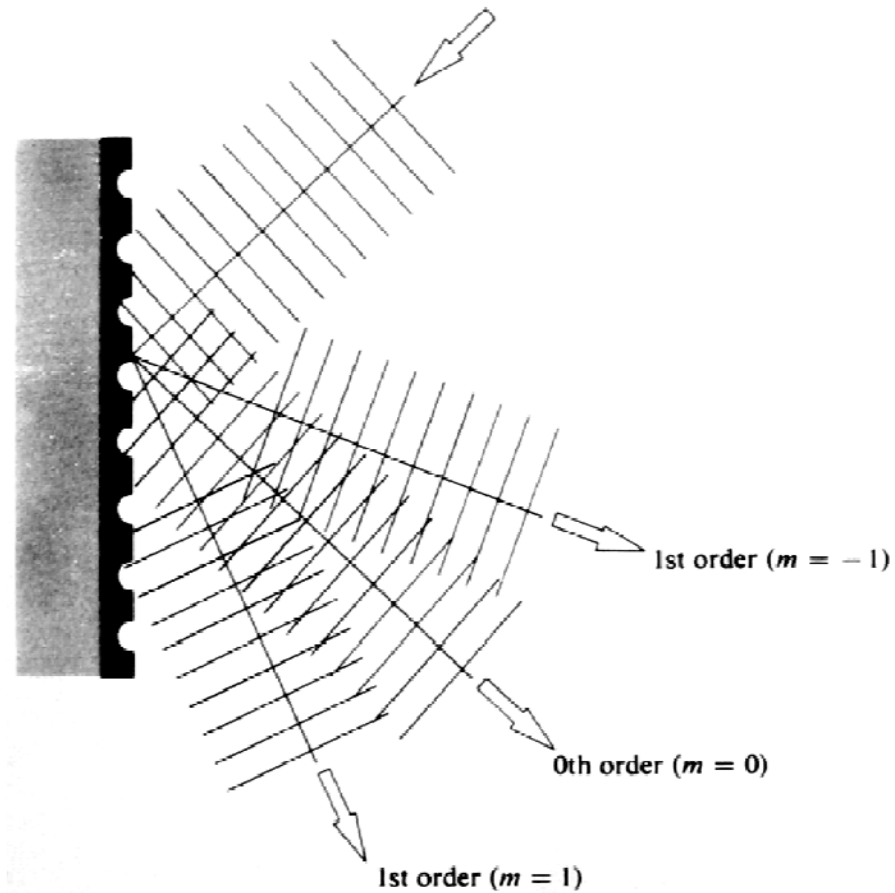
# Grades de difração por transmissão



David Rittenhouse  
1732 - 1796

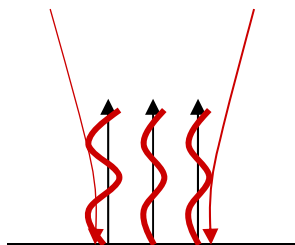
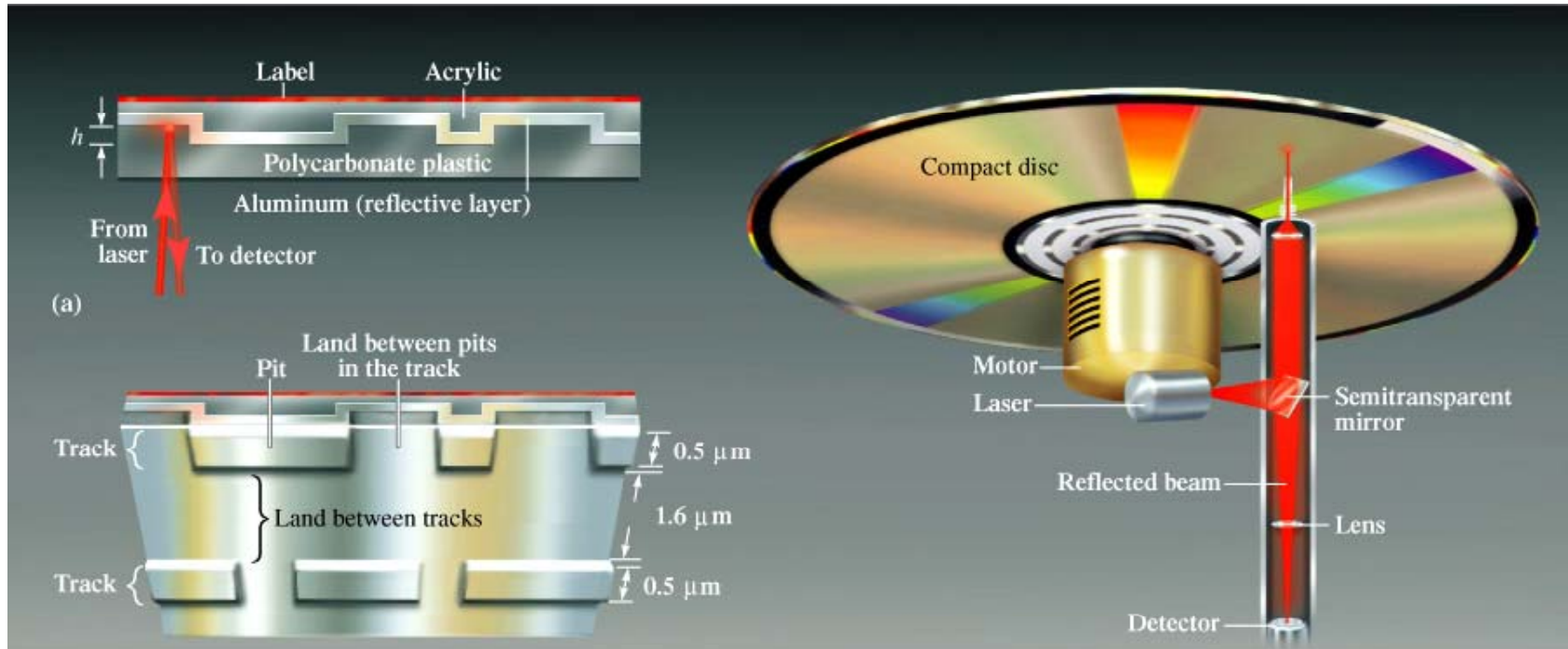


# Grades de difração por reflexão

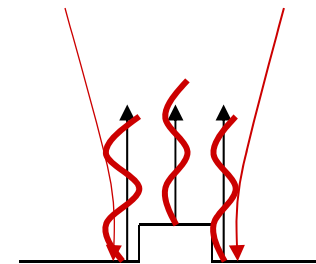




# Leitor de CD/DVD

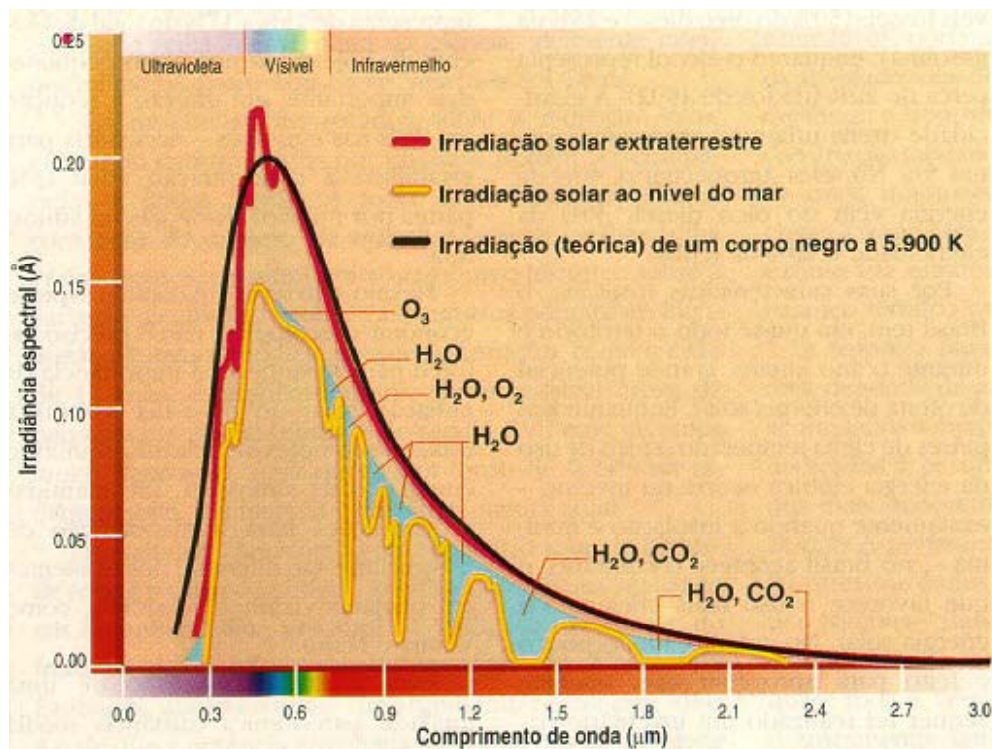
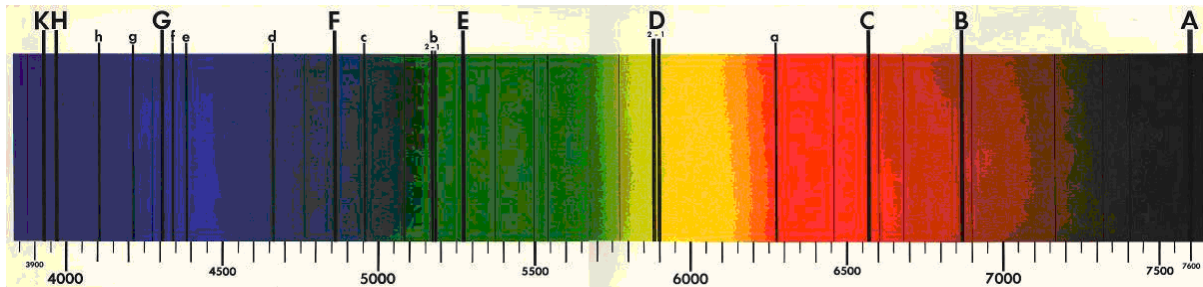


Vale : interferência construtiva



platô: interferência destrutiva

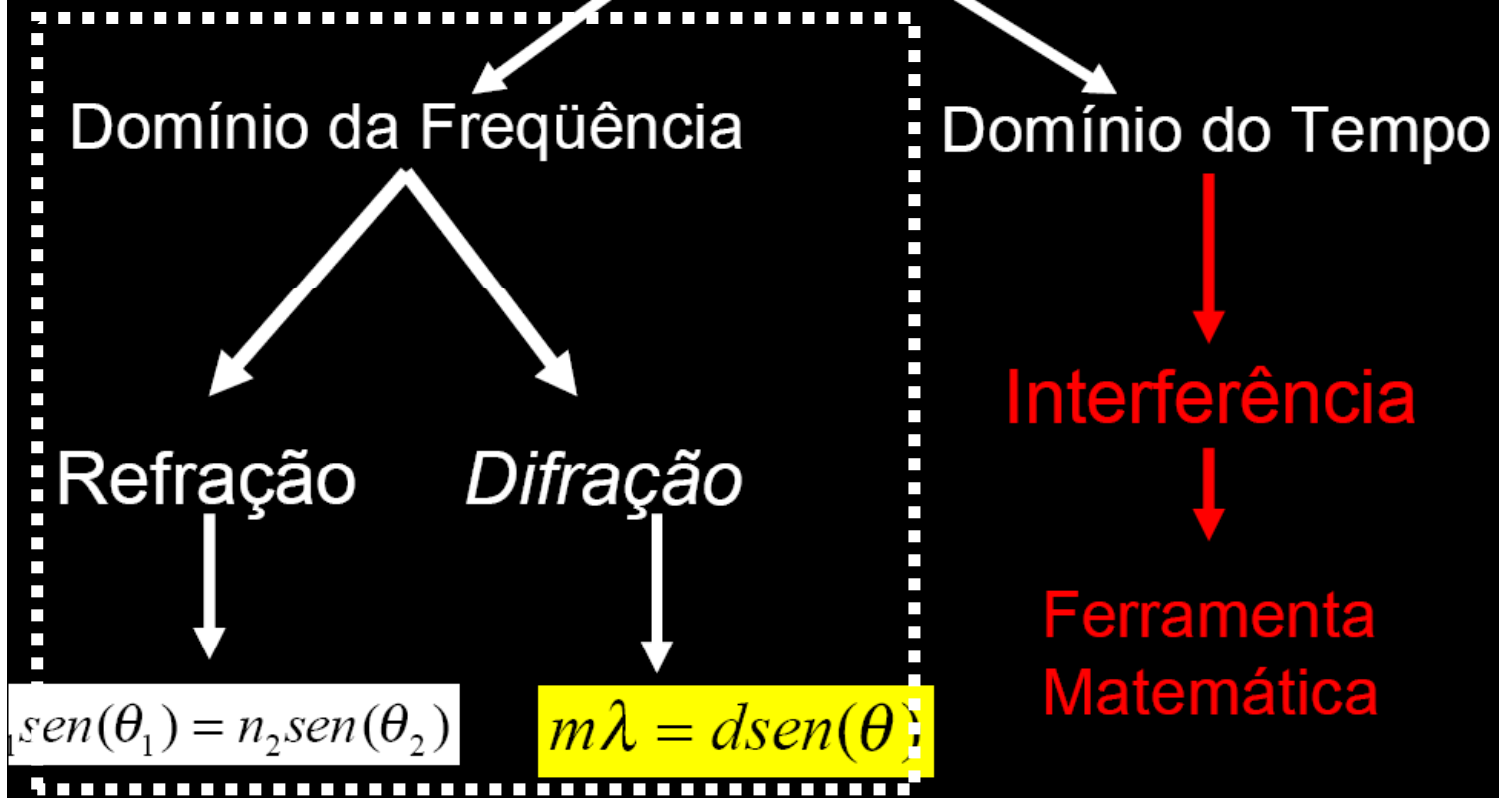
## O ESPECTRO SOLAR



Alguns comprimentos de onda estão ausentes no espectro quando medido na terra, o que é atribuído à absorção de luz por moléculas e átomos da atmosfera.

# Fazer Espectroscopia

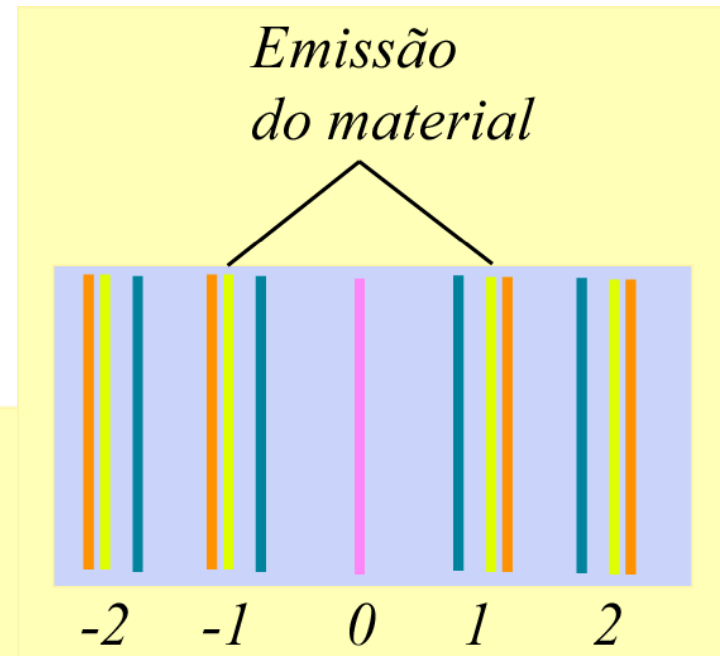
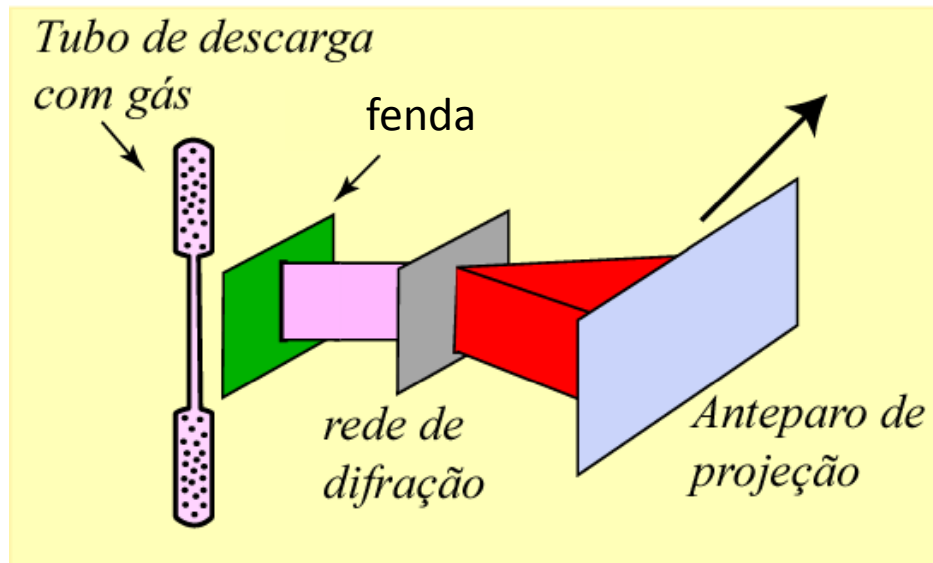
## Analisar a Composição da Radiação

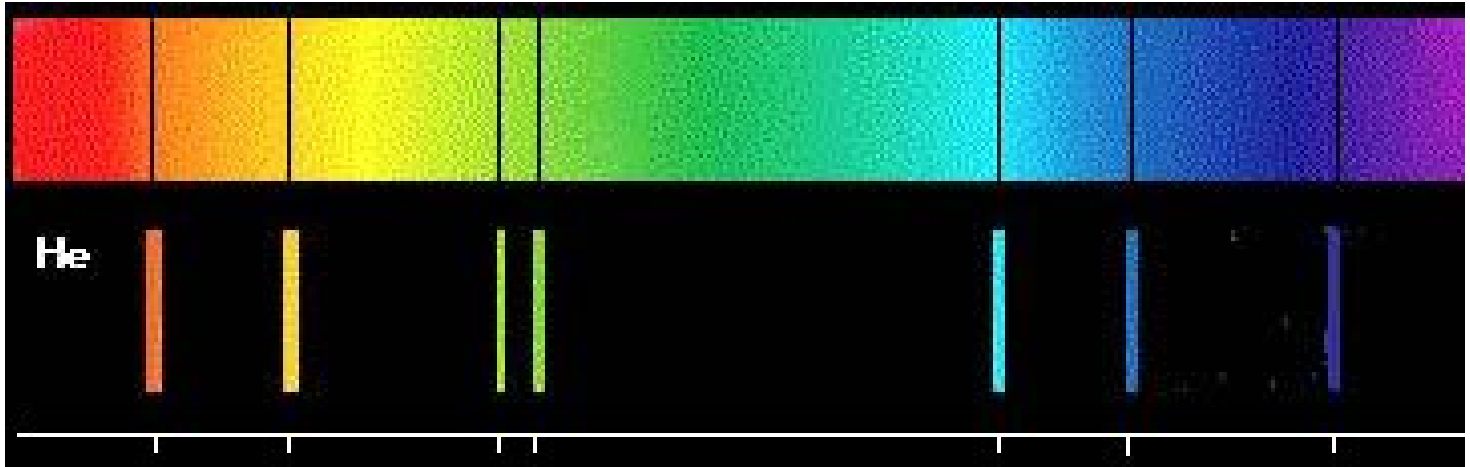


## PRINCÍPIOS DE ESPECTROSCOPIA ÓPTICA

### 6-) Espectroscopia de Emissão:

Raias de emissão são características de cada material





## SISTEMAS ATÔMICOS

### Exemplos de Espectros atômicos:



Hidrogênio



Nitrogênio



Oxigênio



Carbono



Argônio

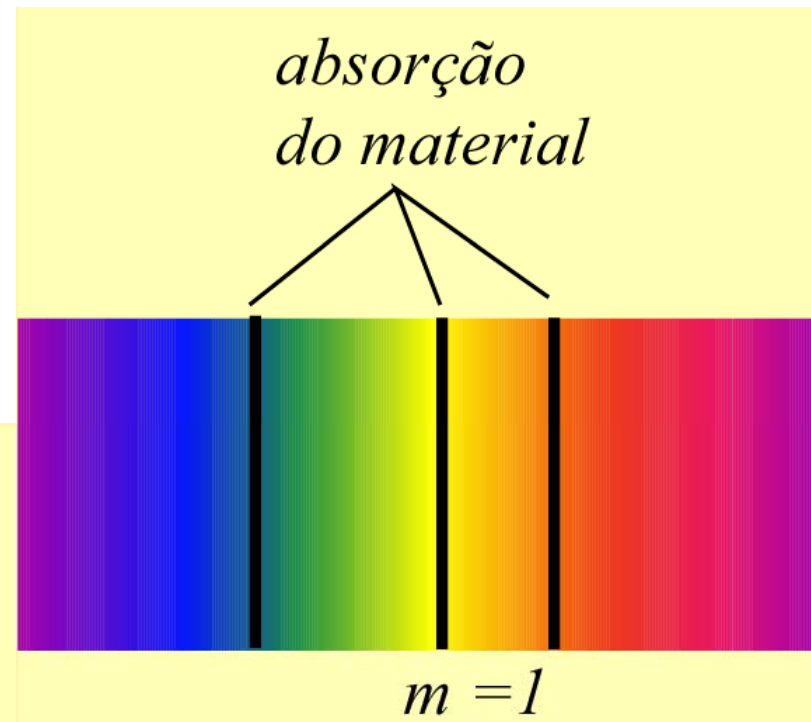
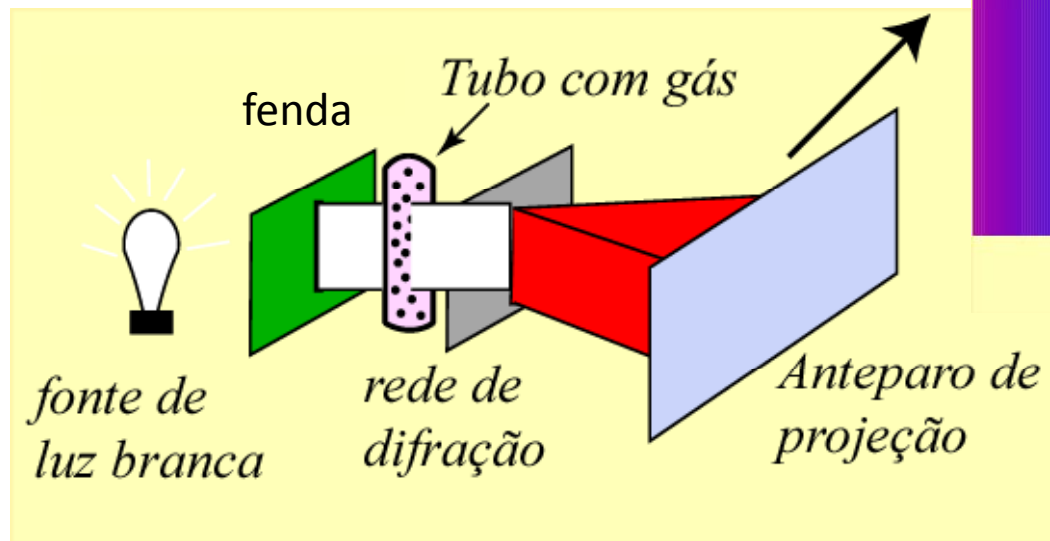


Ferro

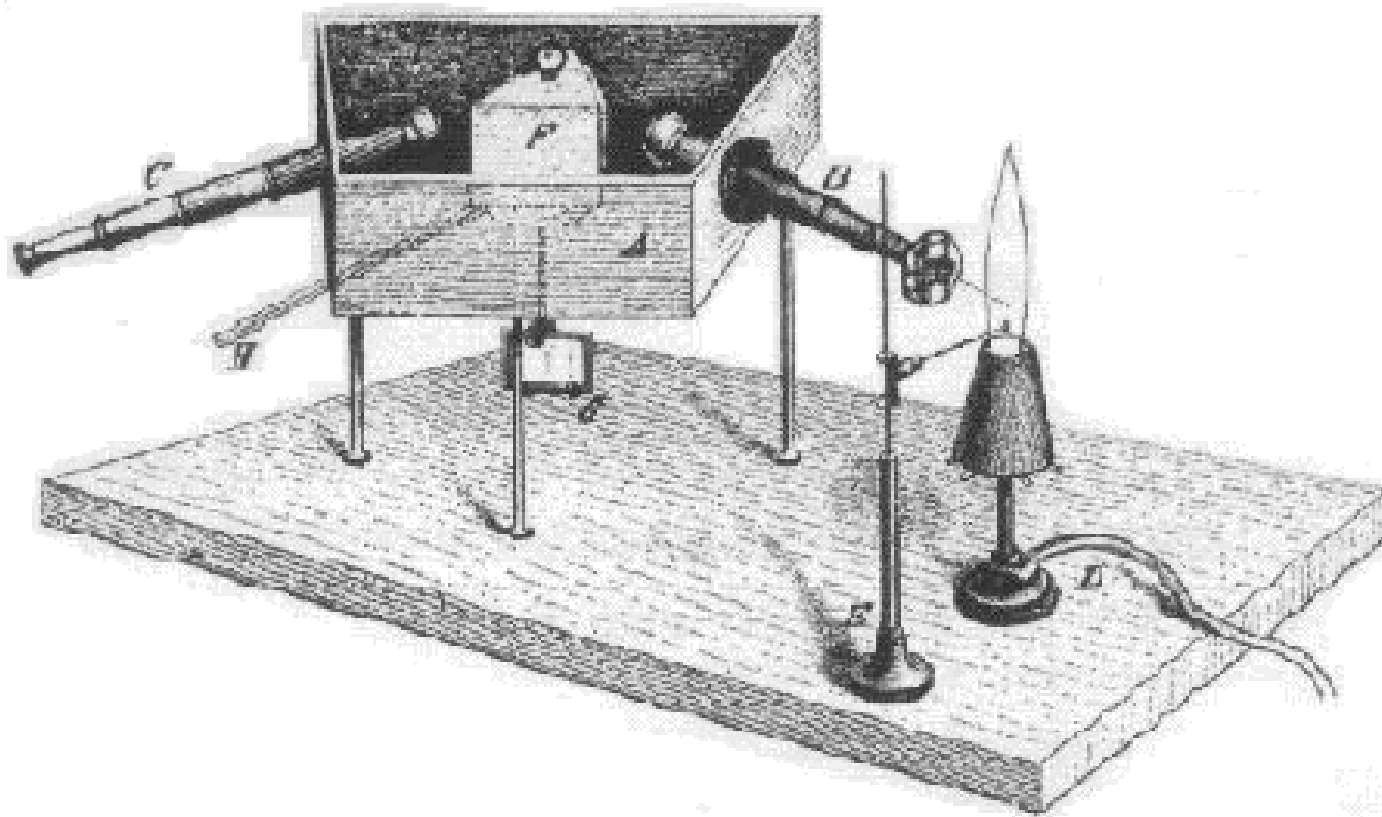
## PRINCÍPIOS DE ESPECTROSCOPIA ÓPTICA

### Espectroscopia por Absorção:

Raias de absorção são características de cada material



# Primeiro espectrógrafo



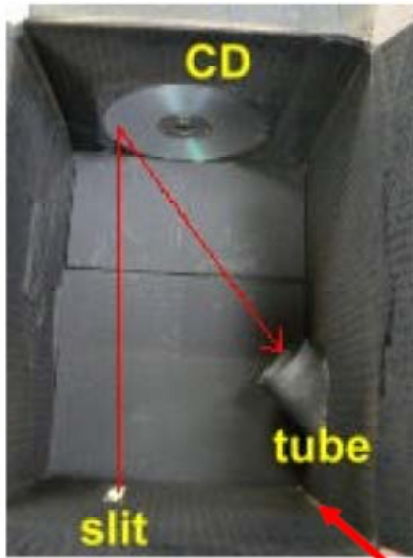
Bunsen



Kirchoff





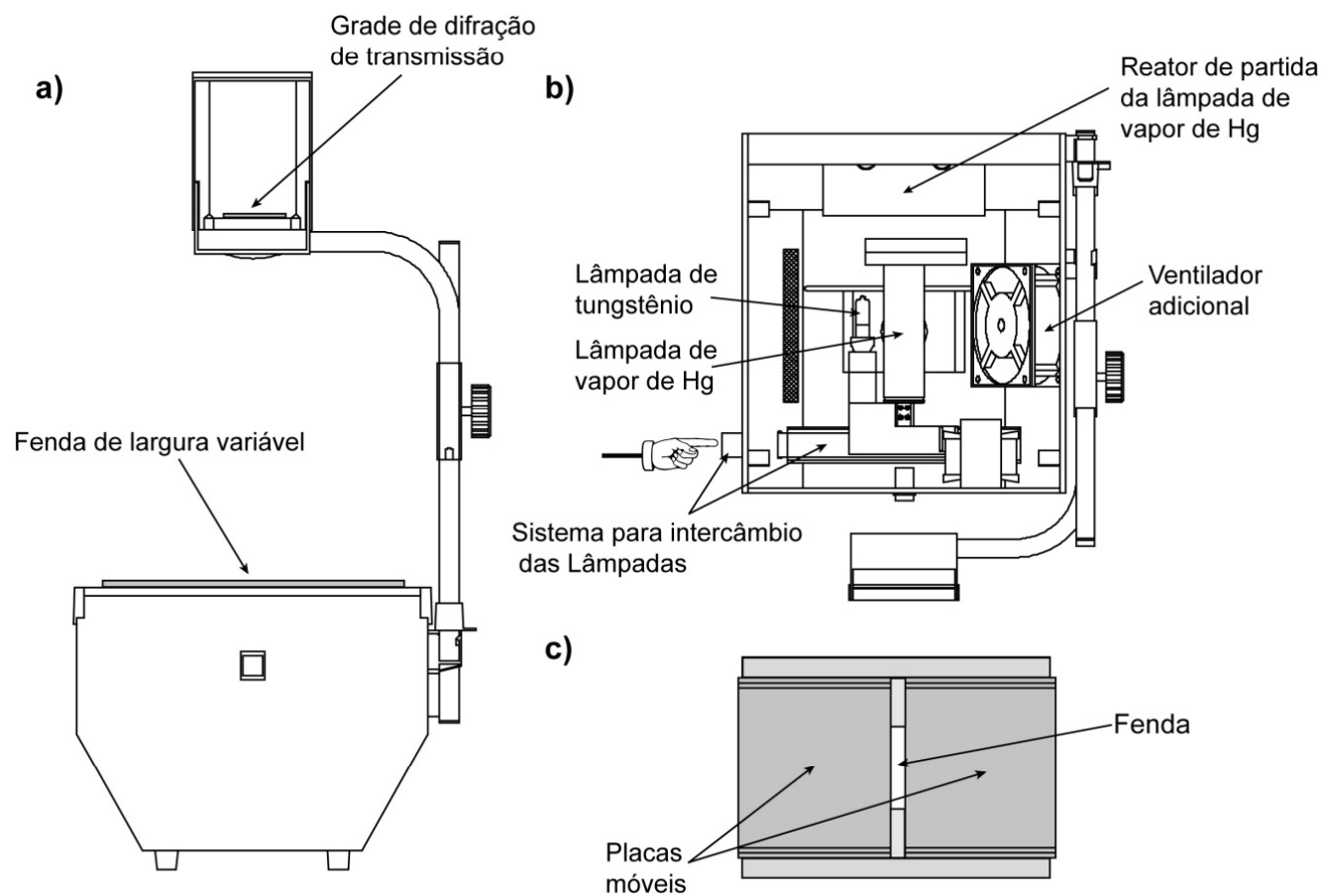


## CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTRÓGRAFO DE PROJEÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO EM DEMONSTRAÇÕES DE ESPECTROSCOPIA ÓPTICA

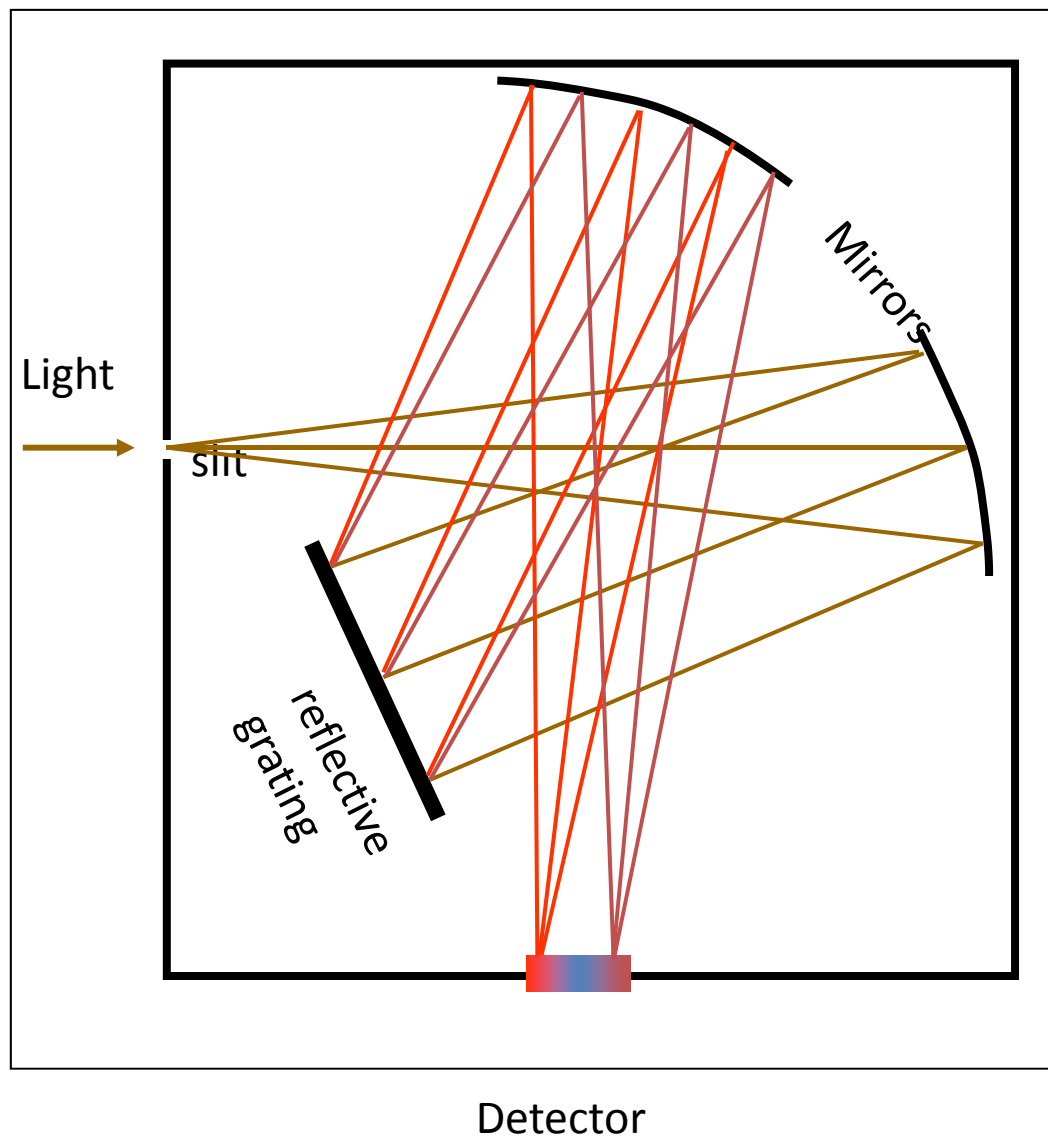
Eduardo Ribeiro de Azevedo\* e Luiz Antônio de Oliveira Nunes

Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, CP 369, 13560-970 São Carlos – SP, Brasil

Recebido em 13/2/08; aceito em 11/4/08; publicado na web em 8/10/08

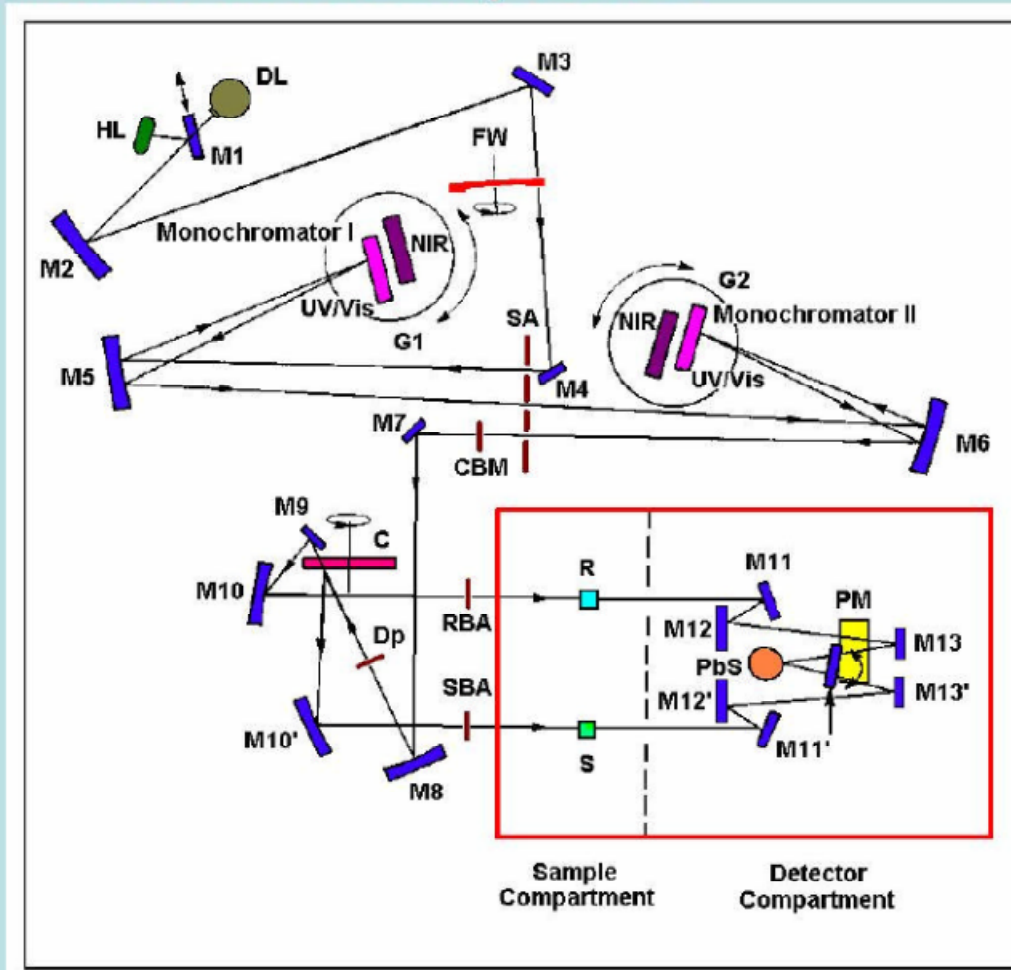
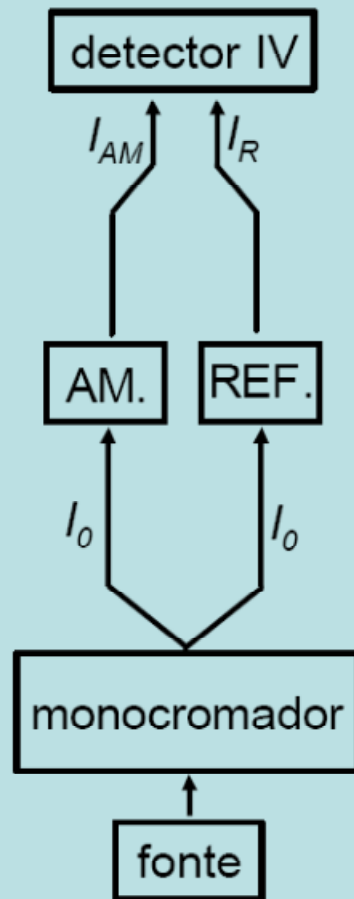


## Espectrógrafo de grade de difração

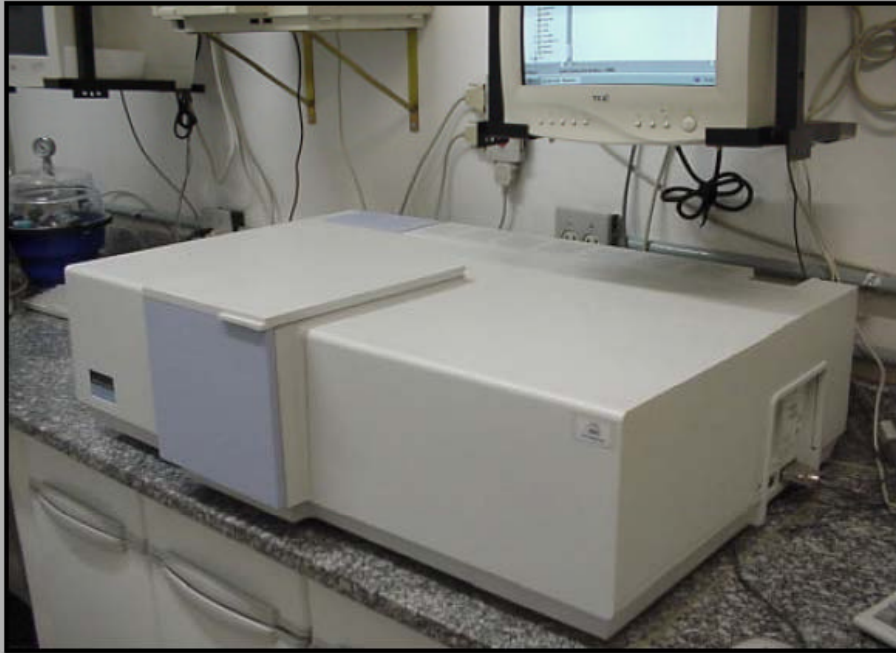


Usualmente as grades têm milhares de fendas e são caracterizadas pelo número de fendas (linhas) por cm (mm) (por exemplo:  $6000\text{ cm}^{-1}$ )

# Espectrofotômetro Dispersivo



$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

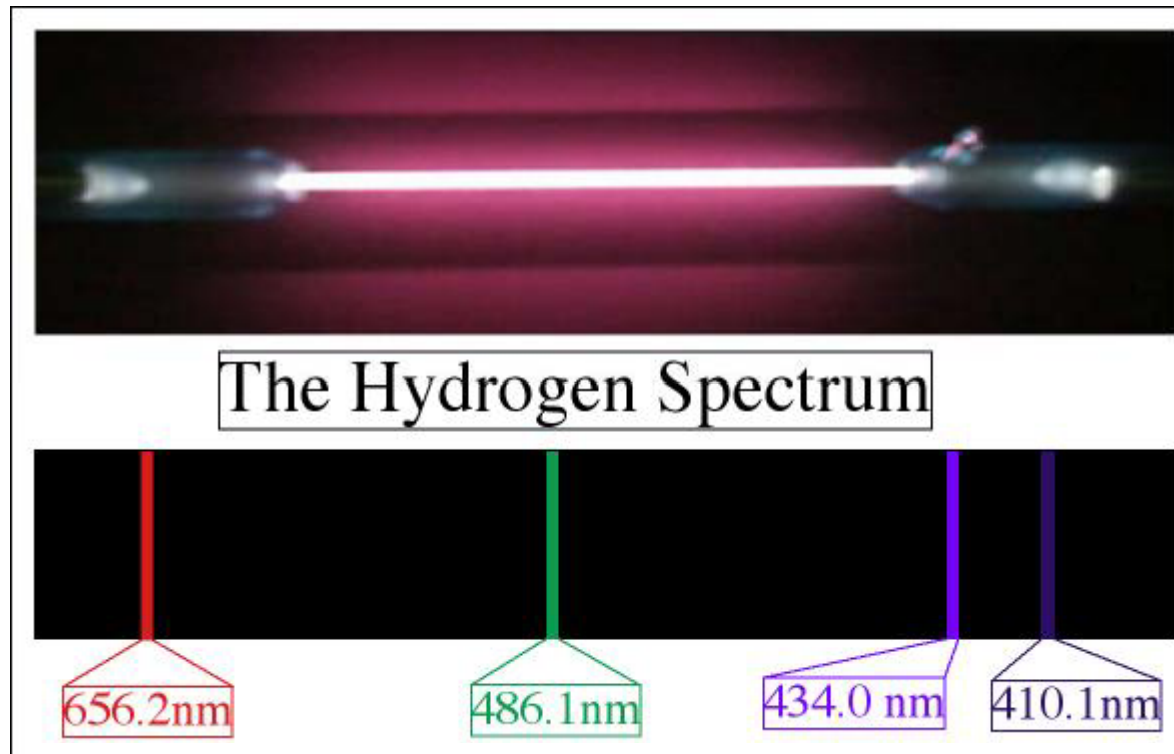


*Espectrofotômetro  
Perkin Elmer UV/VIS  
Lambda 900  
(185 – 3300 nm)*

*Compartimento  
de amostras*



# Emissão do hidrogênio no visível



# Emissão do hidrogênio no Ultra-Violeta/Visível/Infravermelho

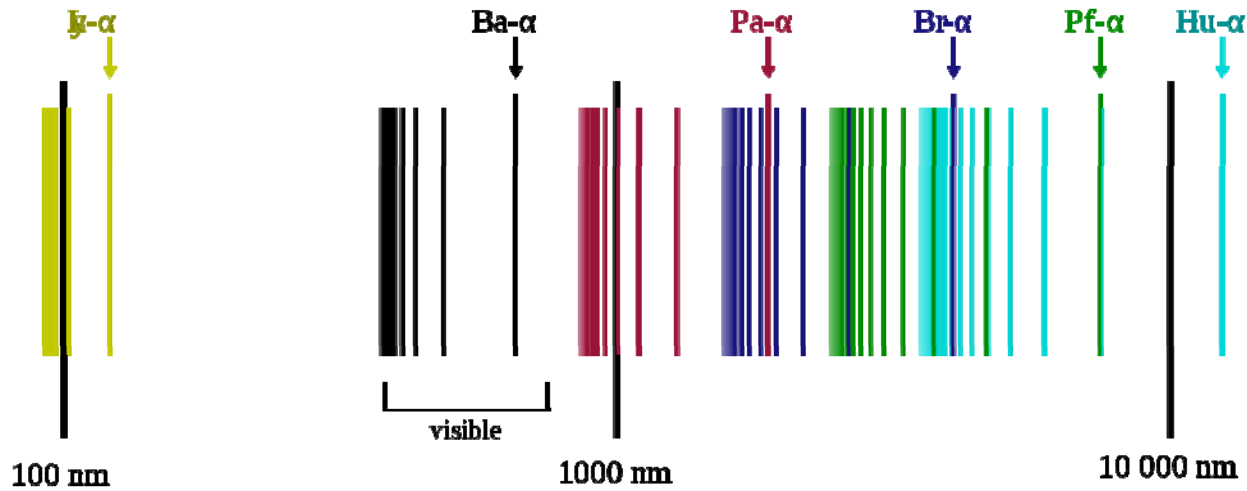


TABELA 4-1. As Séries do Hidrogênio

| Nomes    | Faixa de comprimentos de onda  | Fórmulas   |
|----------|--------------------------------|--|
| Lyman    | Ultravioleta                   | $\kappa = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 2, 3, 4, \dots$ |
| Balmer   | Ultravioleta próximo e visível | $\kappa = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 3, 4, 5, \dots$ |
| Paschen  | Infravermelho                  | $\kappa = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 4, 5, 6, \dots$ |
| Brackett | Infravermelho                  | $\kappa = R_H \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 5, 6, 7, \dots$ |
| Pfund    | Infravermelho                  | $\kappa = R_H \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 6, 7, 8, \dots$ |

$$R_H = 10967757,6 \pm 1,2 \text{ m}^{-1}$$

Constante de Rydberg

$$\kappa = 1/\lambda$$