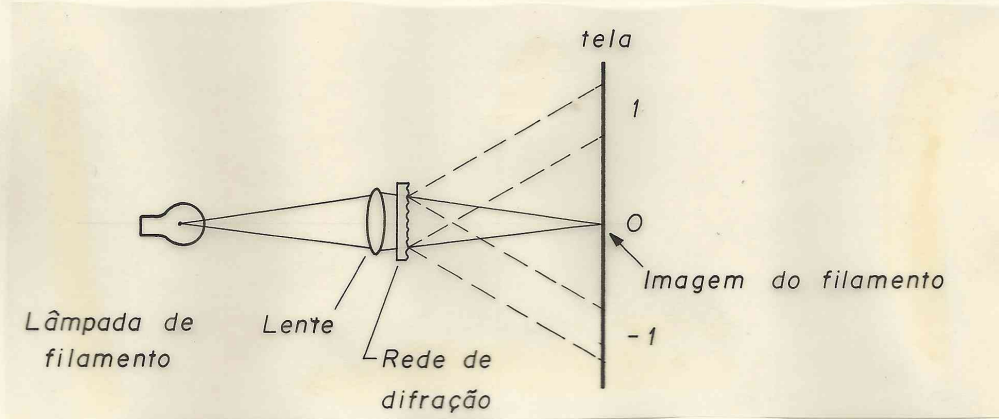


MONOCROMADOR

Introdução:

O monocromador (aparelho de onde derivam o espectrômetro e o espectrógrafo) está desenhado para permitir a passagem de uma pequena faixa de comprimentos de onda da luz da fonte que o ilumina.

Vejamos o exemplo de um sistema que funciona como monocromador com os elementos comuns que usamos nas experiências da difração.



A lente forma na tela uma imagem do filamento cuja largura dependerá primeiramente do tamanho do filamento, acrescentada pelo efeito das aberrações introduzidas pela lente e das distorções geradas pela não uniformidade da rede. Cada comprimento de onda será também desviado simetricamente ao redor desta imagem central num ângulo que satisfaz a equação da rede.

$$\sin \theta_{\text{inc}} + \sin \theta_{\text{emerg.}} = j \frac{\lambda}{d} \quad j = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

tanto maior quanto menor seja o espaçamento d entre as linhas da rede. Aparecem assim tantas imagens laterais do filamento quanto comprimentos de onda tivermos nele.

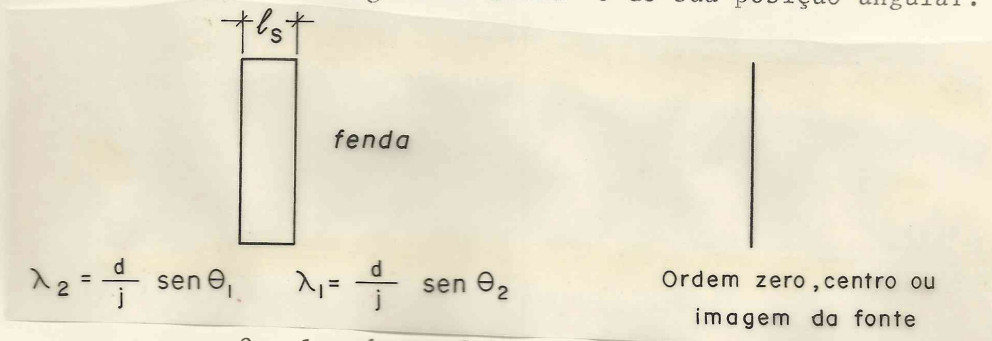
Sabemos que a emissão de um laser é altamente monocromática, a de uma lâmpada gasosa é composta por linhas isoladas e a de um filamento metálico composto por um contínuo que abrange todo o espectro visível. O comprimento de onda e a intensidade relativa das linhas dependem diretamente da estrutura atômica dos

átomos e moléculas do material emissor, incluindo-se a interação entre estes no estado de pressão e temperatura durante a emissão.

Nosso exemplo vai fornecer assim vários espectros contínuos projetados na tela, começando pela cor roxa e acabando na vermelha, simetricamente ao redor do centro. No caso de uma rede holográfica simples, os únicos espectros intensos são os correspondentes às "ordens" $j = 1$ e $j = -1$, com igual intensidade. As redes feitas para uso na espectroscopia são construídas de maneira a privilegiar um dado valor de j , p. ex., $j = +3$.

Resulta então que cada comprimento de onda é definido numa linha cuja largura corresponde à imagem da fonte, e separado com uma dispersão que depende da finura da distância entre sulcos da rede. Esta dispersão é maior quando passamos a um espectro de maior ordem j .

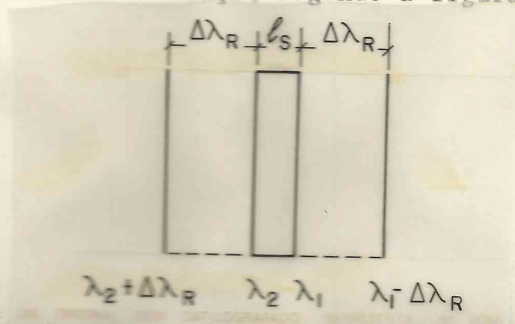
Se imaginarmos um filamento extremamente fino e um sistema formador de imagens perfeito, uma fenda que fosse aberta na tela daria passagem a uma faixa de comprimentos de onda que dependeria somente da largura da fenda e de sua posição angular.



O valor desta faixa seria:

$$\Delta \lambda = \frac{d}{j} (\text{sen } \theta_2 - \text{sen } \theta_1) = \frac{d}{j} \Delta \text{sen } \theta \approx \frac{d}{j} \cos \theta \Delta \theta \approx \frac{d}{j} \frac{l_s}{z} \cos \theta$$

Devido à largura da faixa $\Delta \lambda_R$ efetivamente coberta na tela por cada comprimento de onda, teremos na fenda a presença dos valores na vizinhança, segundo a figura:



dando a presença de uma largura de banda

$$\Delta\lambda_{total} = \Delta\lambda_{dispers\tilde{a}o} + 2\Delta\lambda_{resolu\tilde{c}\tilde{a}o}$$

Reduzindo a largura da fenda perdemos intensidade na luz transmitida, resultando que o melhor valor de compromisso é aquele onde $\Delta\lambda_{dispers\tilde{a}o} \approx \Delta\lambda_{resolu\tilde{c}\tilde{a}o}$ sendo $\Delta\lambda_{m\tilde{i}nimo} = 2\Delta\lambda_{resolu\tilde{c}\tilde{a}o}$.

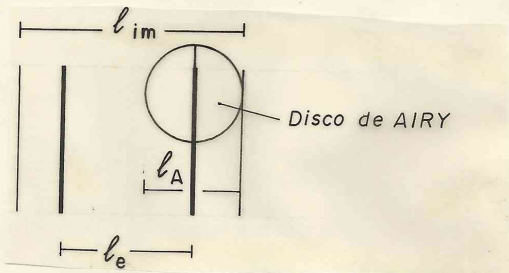
Para reduzir $\Delta\lambda_R$ teremos de melhorar a qualidade do sistema \u00f3ptico, da rede, e de seu alinhamento.

As aberra\tilde{c}\tilde{a}oes do sistema \u00f3ptico podem ser reduzidas consideravelmente na hora de desenh\u00e1-lo pois este n\u00e3o precisa trabalhar com um campo objeto extenso, eliminando-se tamb\u00e9m a crom\u00e1tica pelo uso de espelhos c\u00f4ncavos por vez de lentes refratoras. O limite de resolu\tilde{c}\tilde{a}o est\u00e1 dado pela dispers\u00e3o de cada onda na difra\tilde{c}\tilde{a}o pela abertura A do espelho (disco de Aigy) de di\u00e2metro:

$$l_A = 2,44 \lambda z/A$$

Resta finalmente reduzir o tamanho da fonte. A maneira de se fazer isto consiste na proje\tilde{c}\tilde{a}o pr\u00e9via da imagem da fonte sobre uma fenda de entrada de largura l_e , cuja imagem ser\u00e1 processada pelo monocromador, geralmente com aumento igual a 1. A largura da imagem perfeita ser\u00e1 assim:

$$l_{im} = l_e + l_A$$



ou seja que a imagem da fenda resulta aumentada devido ao espalhamento de luz criado pela difra\tilde{c}\tilde{a}o em todos os seus pontos.

Por analogia com a an\u00e1lise da largura de banda na fenda de sa\u00edda, determinamos a largura de banda que corresponde \u00e0 l_{im} .

$$\Delta\lambda_R = \frac{d}{j} \cos \theta \frac{l_{im}}{z}$$

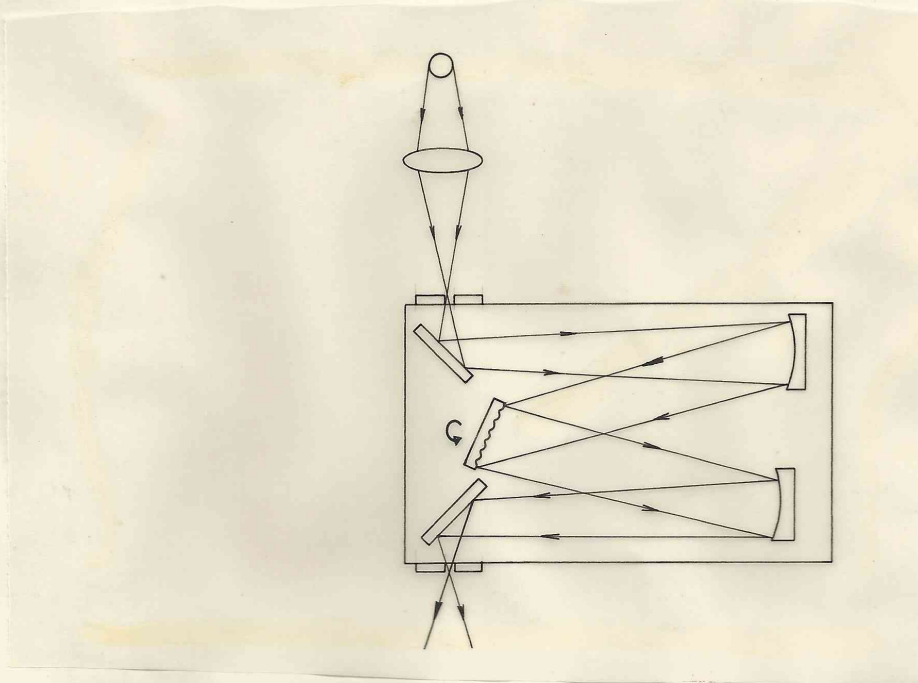
dando:

$$\Delta\lambda_{total} = \frac{d}{jz} \cos \theta (l_s + 2l_e + 2l_A)$$

Na presença de aberrações e distorções vale o resultado acima se considerarmos λ_A como o diâmetro do "circulo de confusão".

O sistema completo que será usado na experiência - ilumina a rede com luz colimada usando dois espelhos esféricos e mais dois espelhos planos para permitir que o aparelho possa ser intercalado sem mudar a direção de incidência da luz.

No próprio mecanismo de rotação do espelho podemos ler diretamente o valor de λ em nm.



ROTEIRO SIMPLICADO:

- iluminando com lâmpada de filamento observa-se o espectro contínuo da luz branca.
- observa-se cores mistas (fendas largas) e puras (fendas finas).
- observa-se a ação de filtros.
- mede-se a acuidade visual e os limites do espectro visível (acuidade visual = capacidade para identificar uma cor).
- observam-se espectros de gases. Identificar a resolução máxima pela separação das linhas mais próximas. Caracterização do gás (posição e intensidade das linhas).
- observação com luz laser. Levantamento dos parâmetros do instrumento.