

3.3. Física Experimental IV - 2008

Birrefringência
Atividade Ótica

Prof. Alexandre Suaide

Prof. Manfredo Tabacniks

Polarização da luz

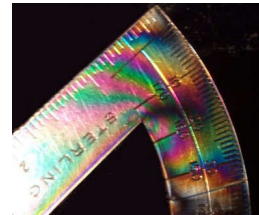
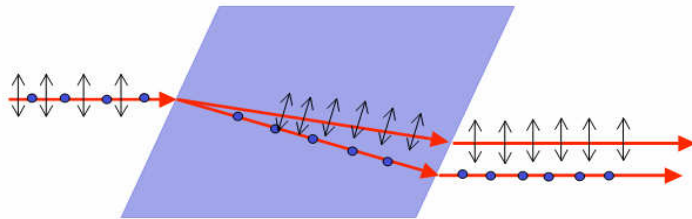
- Objetivos – Estudar o fenômeno de polarização da luz
 - Aula 1 – Métodos de polarização
 - Lei de Malus
 - Aula 2 – Estudo do fenômeno de birrefringência
 - Lei de Brewster
 - Aula 3 – Atividade óptica de elementos
 - Birrefringência
 - Atividade Ótica

birrefringência

Alguns materiais, chamados Birrefringentes, têm diferentes índices de refração (leia velocidades de propagação da luz) para diferentes direções de polarização.

Em outras palavras, esses materiais reagem à polarização como um prisma o faz em relação ao comprimento de onda.

Materiais birrefringentes podem separar um raio despolarizado em duas componentes polarizadas ao longo dos chamados eixo principal ou ordinário e eixo extraordinário do material.



birrefringência por stress

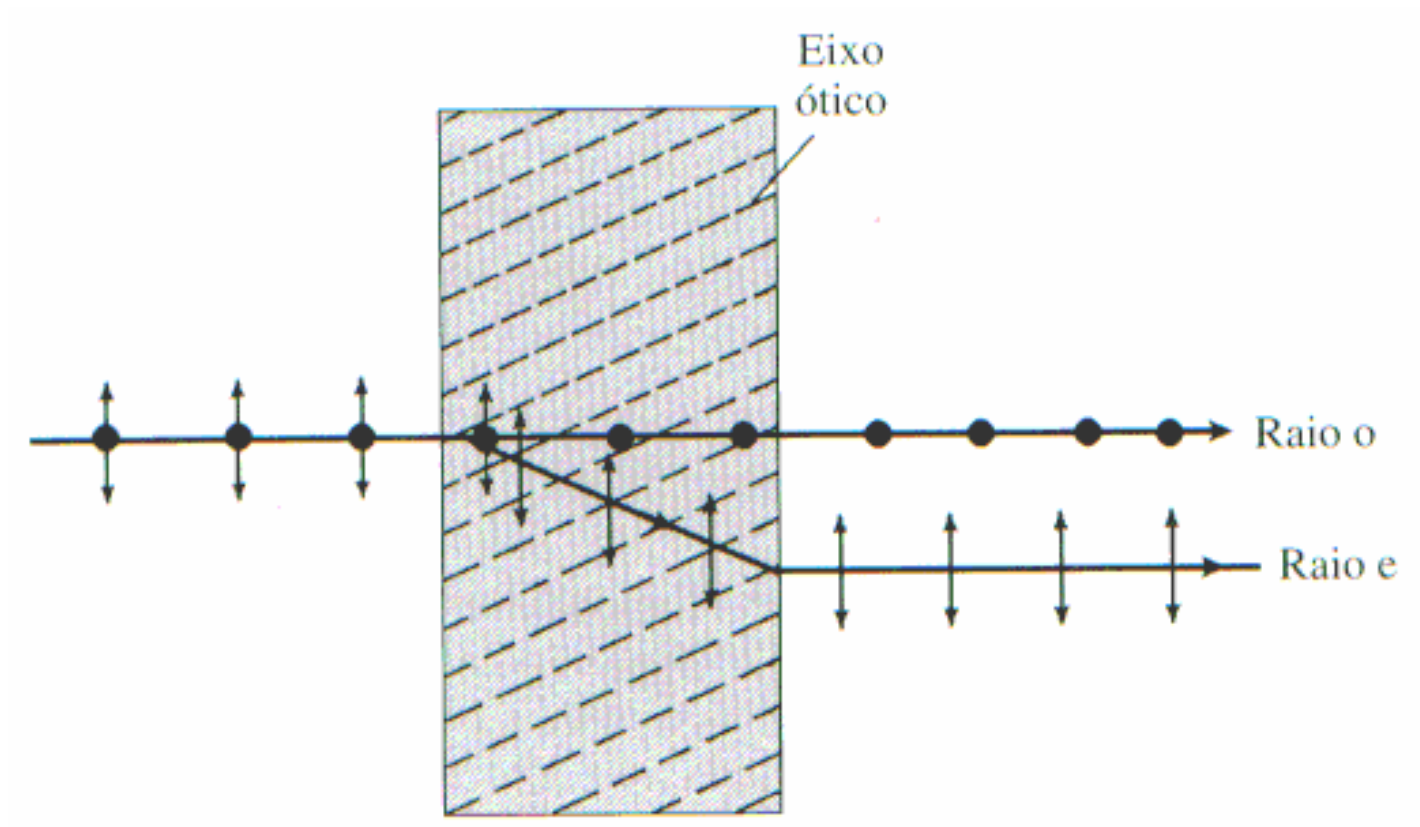


birrefringência da Calcita

Birrefringência é o resultado da anisotropia do material. É possível induzir anisotropia e consequentemente birrefringência por stress, campo elétrico, campo magnético, etc..

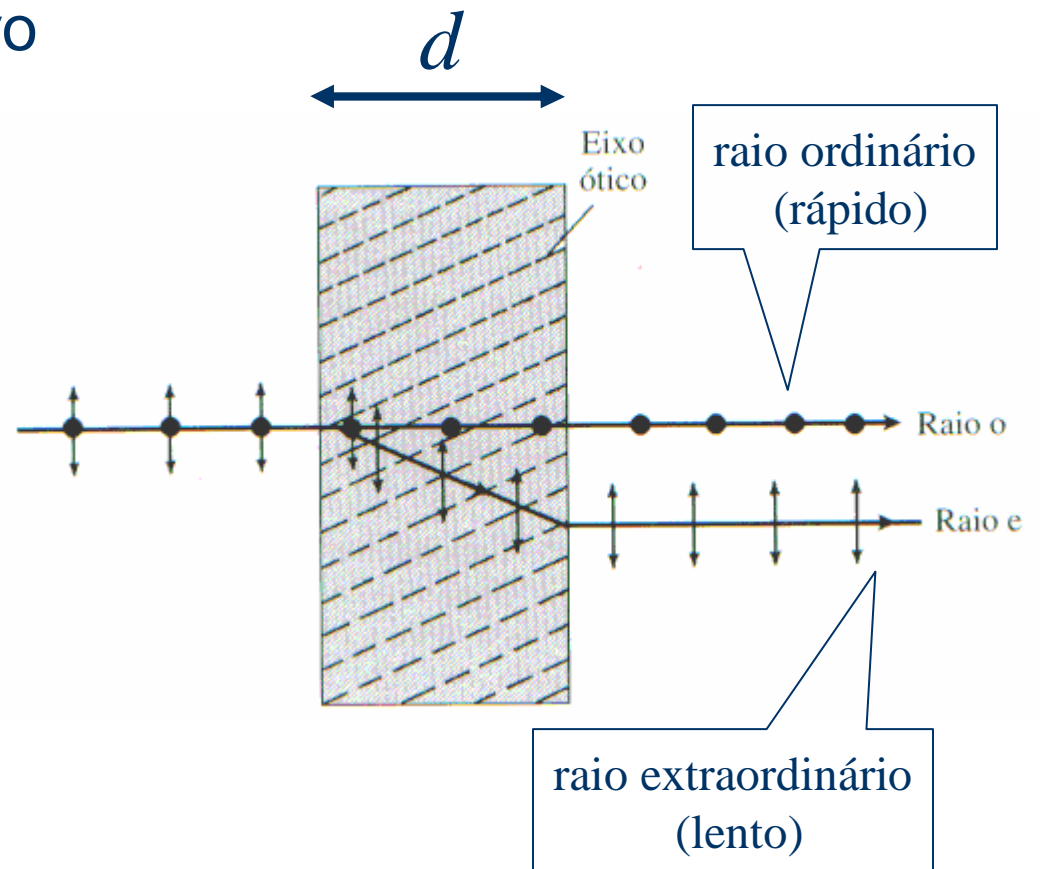
birrefringência

<http://www.dfn.if.usp.br/~suaide/>



Placas de onda

- São placas confeccionadas a partir de materiais birrefringentes cujo objetivo é alterar as fases entre as componentes o e e da luz incidente
- Seja uma placa de espessura d . Qual é a diferença de fase entre as duas componentes após sair da placa?



Placas de onda

- Índice de refração para cada componente:

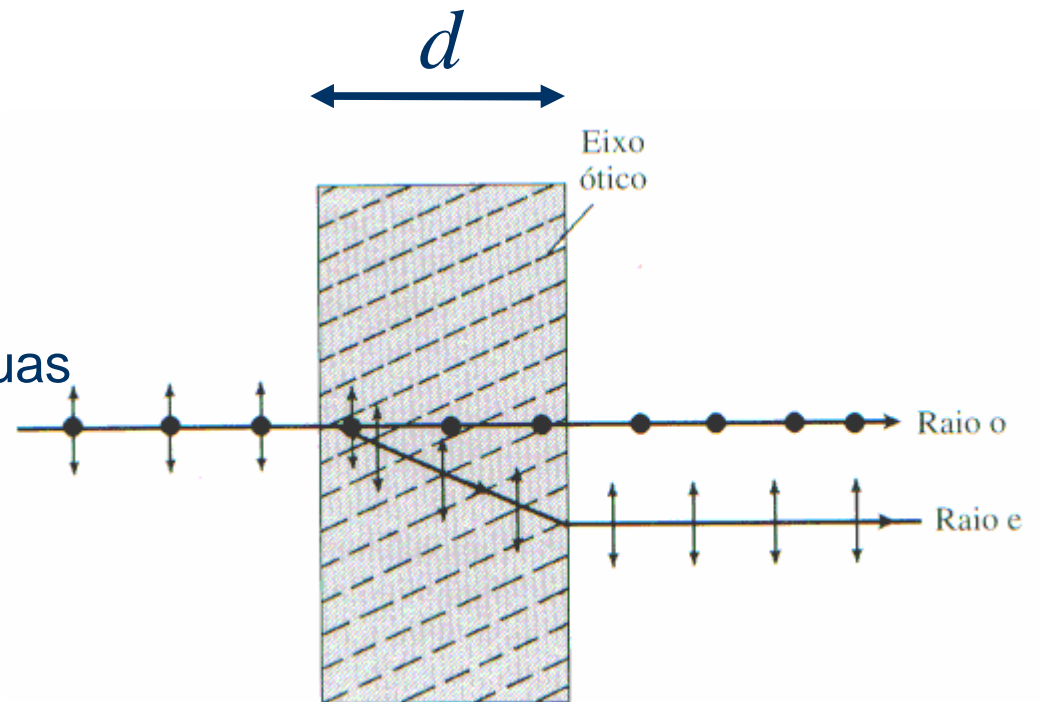
$$n_o = \frac{c}{v_o} \quad n_e = \frac{c}{v_e}$$

- Tempo que cada componente leva para atravessar a placa

$$t_o = \frac{d}{v_o} = d \frac{n_o}{c}, \quad t_e = d \frac{n_e}{c}$$

- Diferença de tempo entre as duas ondas

$$\Delta t = t_o - t_e = \frac{d}{c} (n_o - n_e)$$



Placas de onda

<http://www.dfn.if.usp.br/~suaide/>

- Diferença de tempo entre as duas ondas

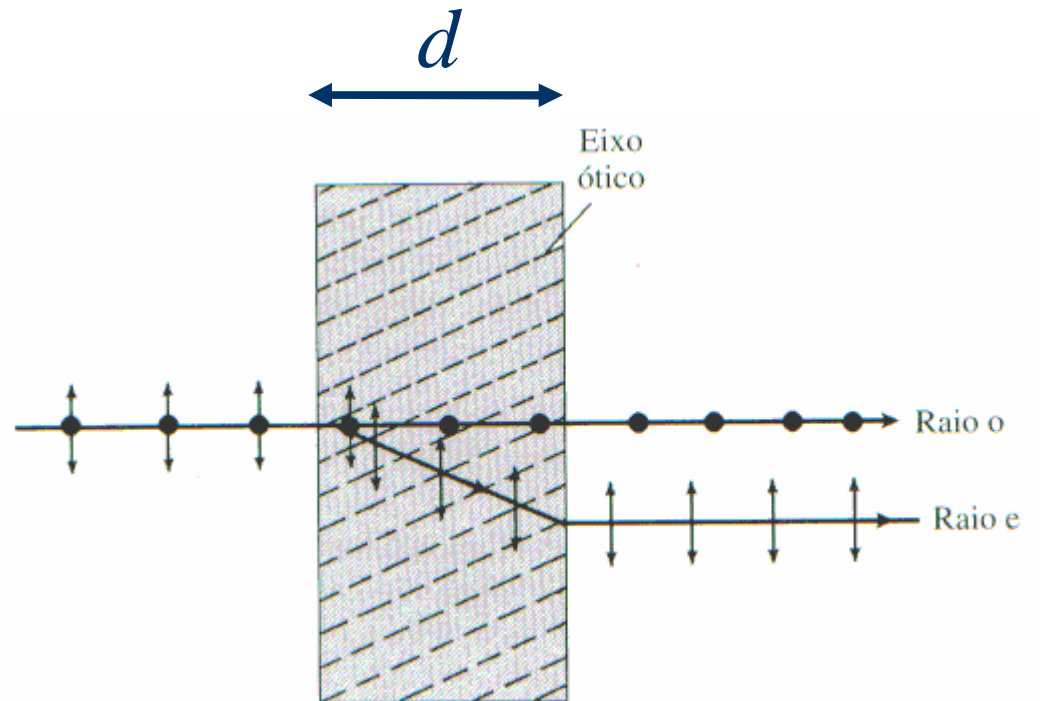
$$\Delta t = t_o - t_e = \frac{d}{c}(n_o - n_e)$$

- Diferença de fase

$$\Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta t}{T}, \quad T = \frac{\lambda}{c}$$

- Substituindo...

$$\Delta\phi = 2\pi \frac{d}{\lambda}(n_o - n_e)$$



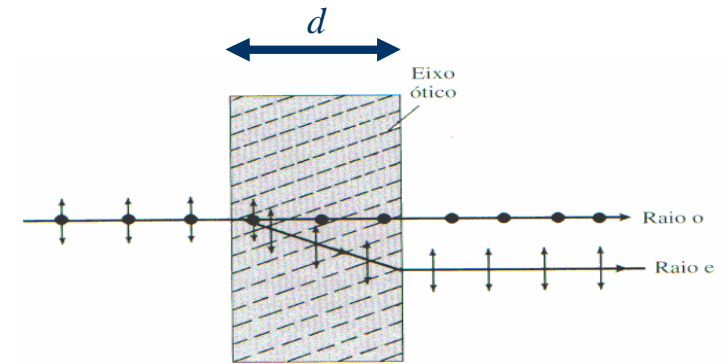
Placas de $\frac{1}{2}$ onda

- A placa de $\frac{1}{2}$ onda é aquela na qual a diferença de fase obtida entre as duas componentes é $\frac{1}{2}$ do período, ou seja, π .

$$\Delta\phi = (2m + 1)\pi$$

- Isto somente ocorre quando a espessura da placa está bem relacionada com o comprimento de onda, de tal forma que:

$$d(n_o - n_e) = \frac{(2m + 1)\lambda}{2}$$



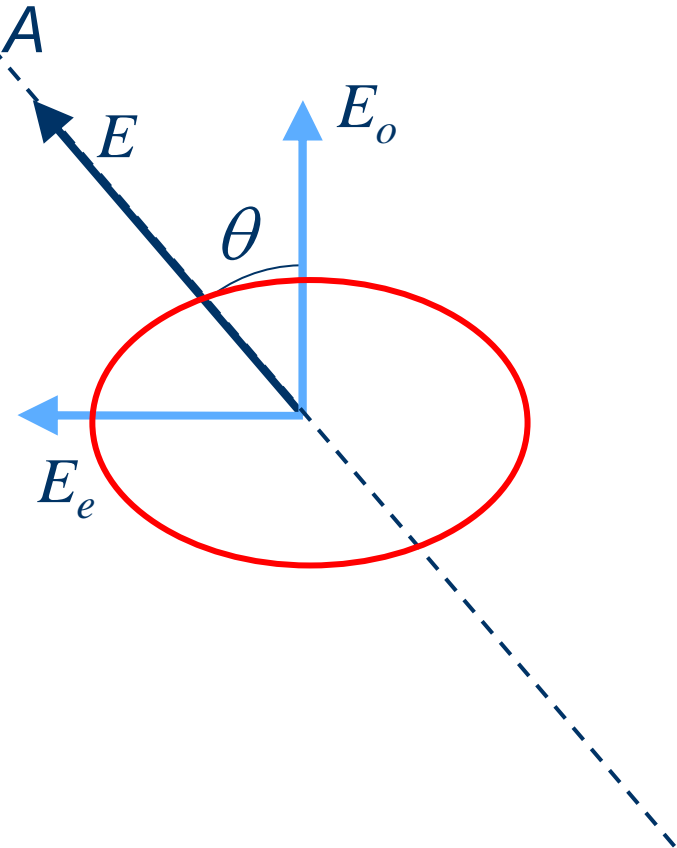
Placas de $\frac{1}{4}$ de onda

- Assim, o campo elétrico na saída da placa

$$\vec{E}(x,t) = E^o \cos(kx - \omega t)\hat{o} + E^e \cos(kx - \omega t + \frac{\pi}{2})\hat{e}$$

- Ou seja:

$$\vec{E}(x,t) = E^o \cos(kx - \omega t)\hat{o} + E^e \sin(kx - \omega t)\hat{e}$$



A onda que era inicialmente polarizada torna-se elípticamente polarizada

Objetivos

- Estudar o ângulo de giro de uma substância ópticamente ativa (açúcar de cana).

$$\theta = \alpha \left(\frac{m}{V} \right) L$$

θ : rotação (em graus) do plano de vibração da luz

α : característica da solução

m/V : concentração da solução [g/l]

L : comprimento da coluna



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

POLARIMETRIA

http://www.crq4.org.br/downloads/aracatuba_thiago.pdf

Thiago José Fatobene
Especialista de Produto
PerkinElmer do Brasil



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Estereoquímica e estereoisomeria

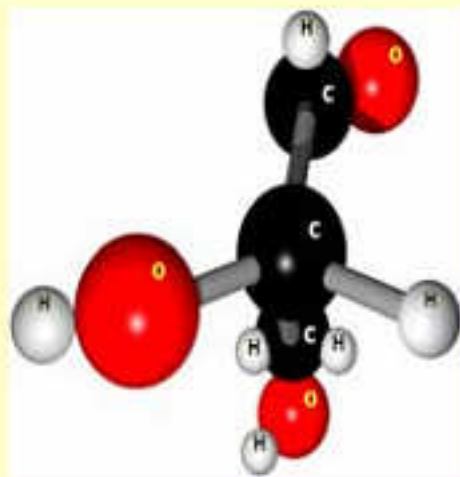
- Esterioquímica - parte da Química que trata da estrutura em três dimensões
- Estereoisômeros – isômeros que diferem uns dos outros apenas pela maneira como os átomos se dispõem no espaço (mas são idênticos pelo que respeita às ligações atômicas e sua ordenação nas respectivas moléculas)
- Estrutura tetraédrica do átomo de C
- Enantiômeros – estrutura tetraédrica de fórmula CWXYZ



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

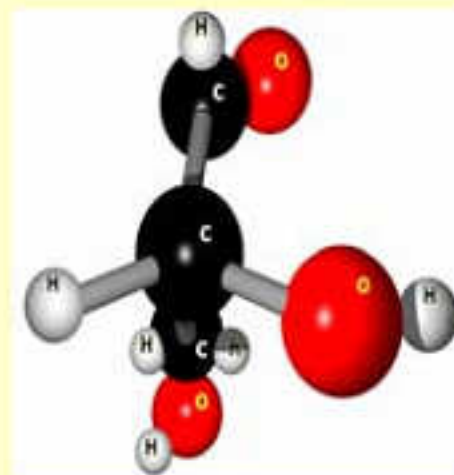
Enantiomeria e Carbono tetraédrico

- Partindo do arranjo real, tetraédrico, do metano, construímos um modelo de um composto CWXYZ



L-Gliceraldeído

Espelho
plano



D-Gliceraldeído



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

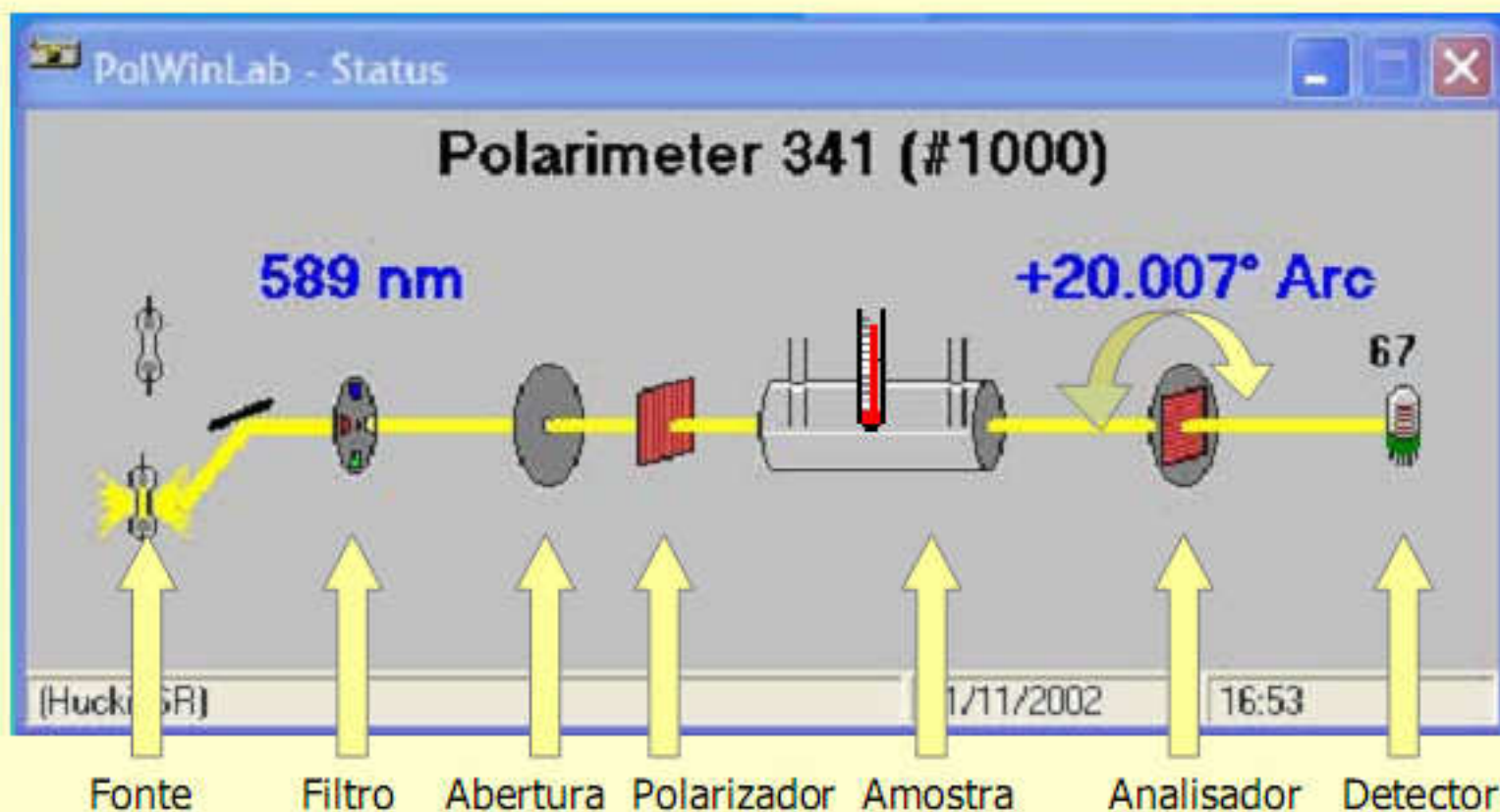
Mistura racêmica

- A mistura em partes iguais de um e outro enantiômero chama-se mistura racêmica
- Uma mistura racêmica é opticamente inativa: misturados os dois enantiômeros, a rotação causada pelas moléculas de um dos isômeros é exatamente anulada por uma rotação igual e de sinal contrário, causada por um número igual de moléculas do outro
- Utiliza-se o símbolo \pm para indicar a natureza racêmica de uma amostra, como, por exemplo: ácido láctico (\pm)



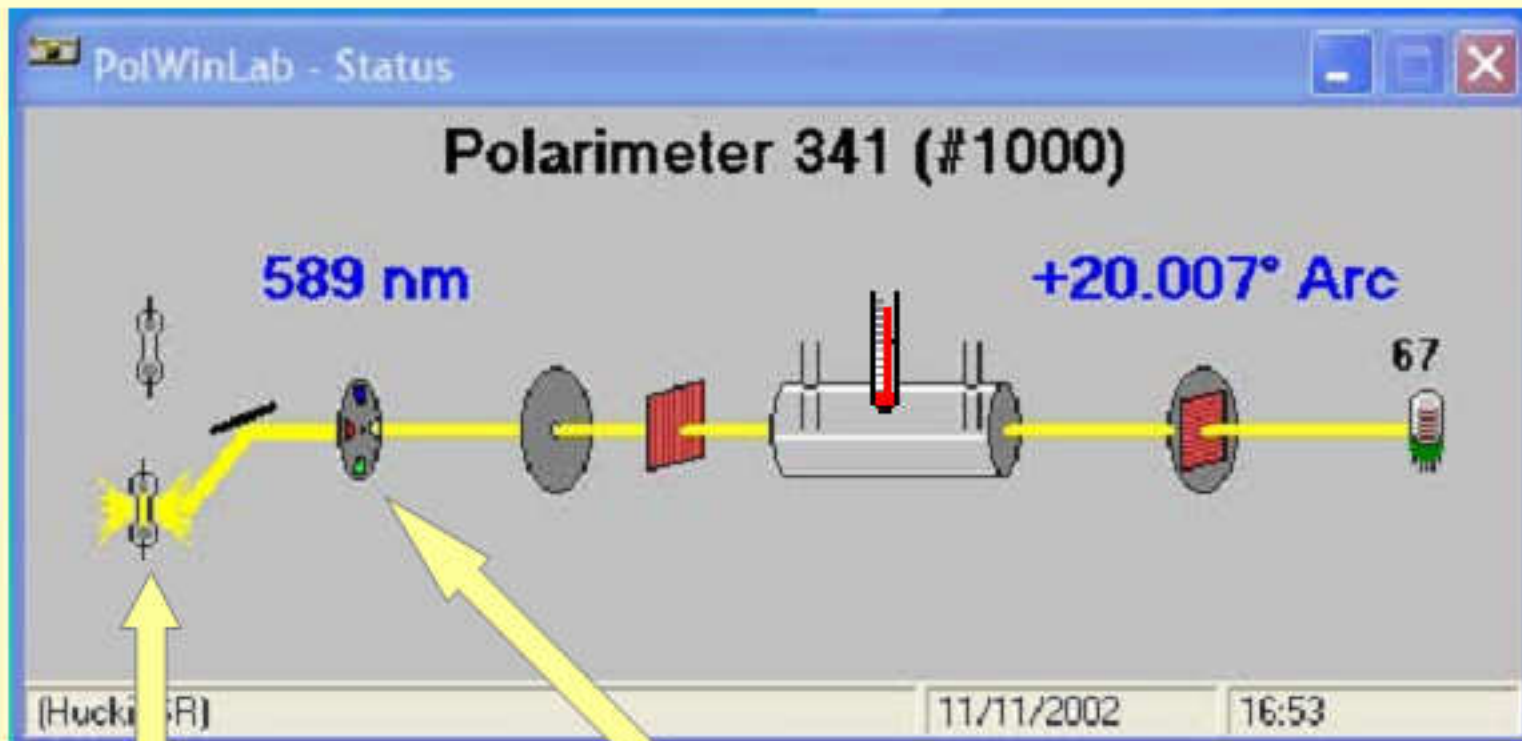
INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Polarímetro





INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL



Fonte

Lâmpada de Hg or Na,
Hg a 546nm para açúcar
Na a 589 análises de rotina

Filtro

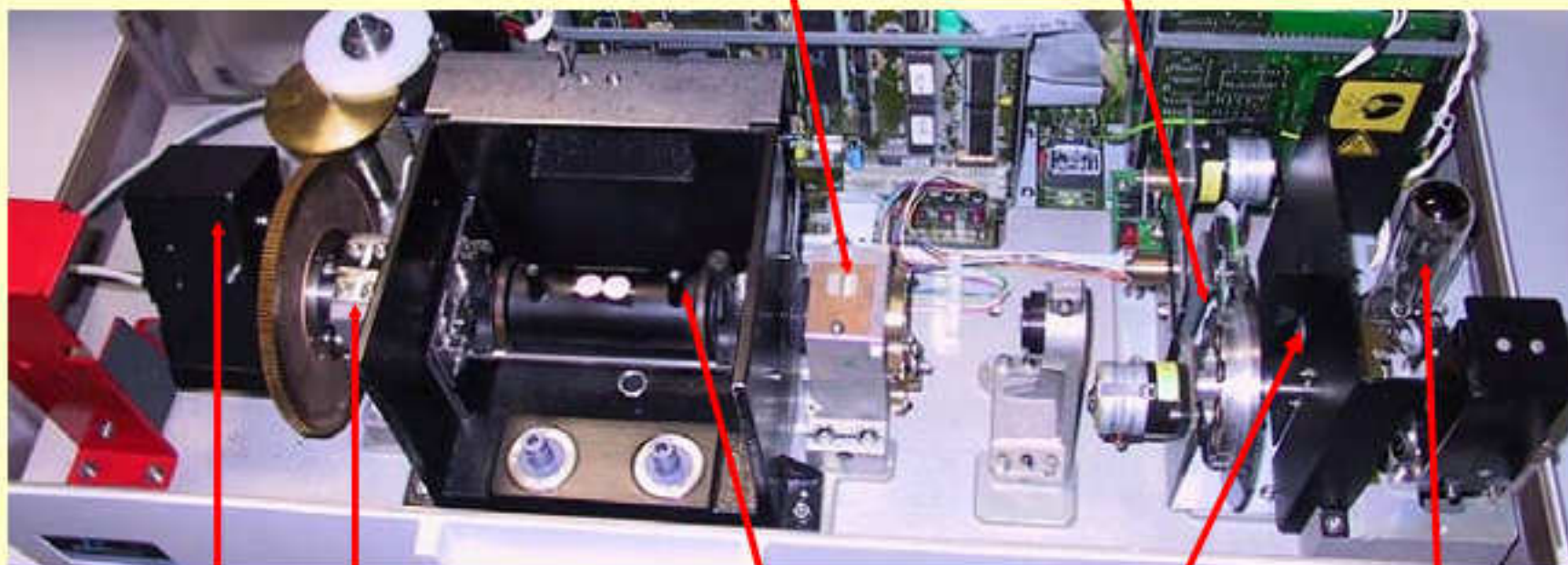
Seletor de raios: filtro padrão para 365,
436, 546, 578 ou 589nm



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Prima Glan-Taylor

Roda de Filtros



Detector

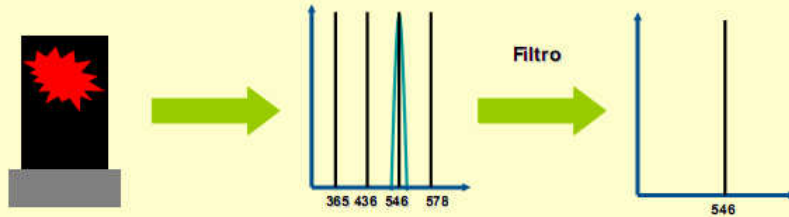
Prisma Glan-Taylor

**Compartimento
de amostra**

Abertura

Lâmpada

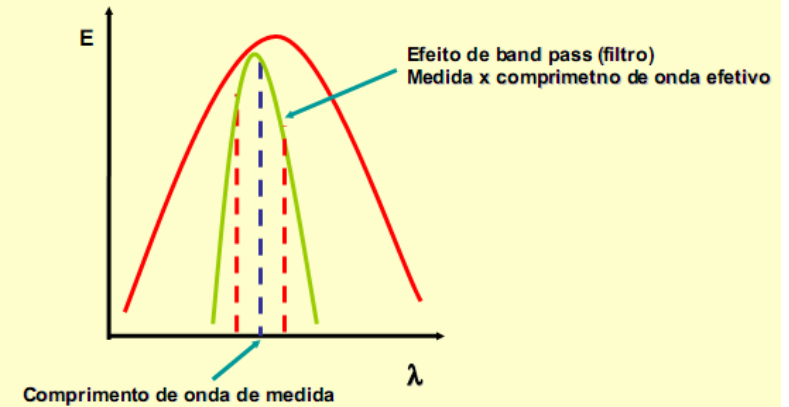
Fonte



- Por que usar lâmpadas de Hg/Na?
 - 2x maior energia
 - 0.001nm precisão (accuracy)
 - Resolução melhor que 0.0002°

- Benefícios
 - Alta precisão com amostras coloridas
 - Melhor para amostras opticamente densas
 - HPLC

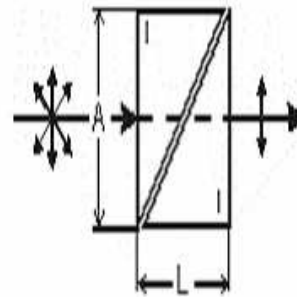
Problemas com a Fonte de Tungstênio



Polarizador

Glan Taylor Prism

The device produces linear polarized light from unpolarized input. It consists of two calcite prisms separated by an air gap. Transmitted extraordinary beam is used. Rejected ordinary beam is absorbed by black glass plates cemented to calcite prisms.



Celas



Figure 2. Sample compartment for the Series 341/343 Polarimeters with standard cell, temperature probe with conveniently removable thermostating tubing.

- Celas com janelas de Quartzo fundidas
 - Não é necessário apertar a janela
 - Sem bi refração
- As amostras são introduzidas através do centro da cela
 - Redução das bolhas de ar
- A posição da cela sempre correta



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Rotação específica

- Rotação específica é a rotação, em graus, observada quando se usa um tubo de 1 decímetro de comprimento e quando o composto se encontra na concentração de 1g/cm^3 .
- A rotação específica é uma propriedade tão característica do composto como o ponto de fusão, o ponto de ebulição, a densidade ou o índice de refração

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{\alpha}{l \times c}$$

α = rotação observada

l = comprimento do tubo em dm

c = concentração ou massa específica do líquido puro (g/cm^3)

O número 25 indica a temperatura e o D o comprimento de onda da luz utilizada na medida (risca D do sódio - 589,3 nm)



INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA O SETOR DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Lei de Biot

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{\alpha * 100}{c * l}$$

$$c = \frac{\alpha * 100}{[\alpha]_D^{25} * l}$$

- $[\alpha]$ = rotação molar
 α = rotação observada
 l = caminho óptico, dm
 c = concentração, g/100mL

Substâncias óticamente ativas. Quiralidade

Substâncias que rodam o sentido de **E**

- Dextrógira (gira **E** no sentido anti-horário)
- Levogiras (gira **E** no sentido horário)

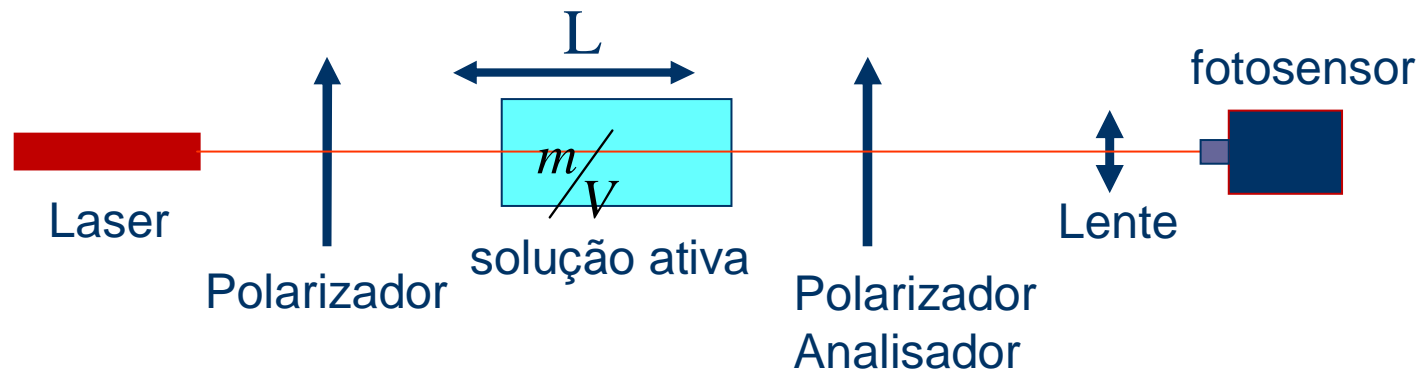
$$\theta = \alpha \left(\frac{m}{V} \right) L$$

θ : rotação (em graus) do plano de vibração da luz

α : característica da solução

m/V : concentração da solução [g/l]

L : comprimento da coluna



Determinar α para a solução de açúcar de cana. Variar concentração (2) e comprimentos (2).