

O Polarímetro na determinação de concentrações de soluções

1. O polarímetro

Polarímetros são aparelhos que medem directamente a rotação de polarização, através da medição do ângulo de rotação de um analisador.

Num polarímetro, além da fonte luminosa (normalmente luz monocromática que corresponde à linha D do sódio), existem dois obstáculos constituídos por substâncias polarizadoras da luz, situados, respectivamente, antes e depois da câmara onde é introduzido o tubo com a substância opticamente activa. O primeiro obstáculo é designado por polarizador e o segundo por analisador.

Para calcular a concentração de solução ou de líquidos deve-se utilizar a(s) seguinte(s) fórmula(s):

Para soluções	$[\alpha]_D^{20^\circ C} = \frac{100\alpha}{lc}$	l - passo óptico (comprimento do tubo de análise, em dm)
Para líquidos	$[\alpha]_D^{20^\circ C} = \frac{\alpha}{ld}$	c - concentração (g/100 mL de solução) α - ângulo de rotação medido no polarímetro d - densidade relativa D - comprimento da onda correspondente à linha de sódio ($\lambda=5893 \text{ \AA}$)

Tabela 1.1: Fórmulas para calcular concentrações de soluções e de líquidos

Na tabela 1.2 representa-se o esquema do polarímetro utilizado assim como as suas características.

Imagem do polarímetro	Características	Esquema de funcionamento
	<p>Modelo: Polaris</p> <p>Tipo: Polarímetro de rotação</p> <p>Ângulo óptico do sistema: 20°</p> <p>Lâmpada: Sódio</p> <p>Intervalo de medição: 0°-360°</p> <p>Vernier: 20 divisões</p> <p>Resolução: 0,05</p>	

Tabela 1.2: Representação esquemática do polarímetro

Para medir o poder rotatório específico das soluções deve-se:

- Introduzir no tubo a solução de sacarose, opticamente activa, e coloca-lo na câmara.
- Olhar pela ocular tendo de rodar o analisador de um ângulo α correspondente ao desvio que a solução produziu no feixe de luz, polarizada pelo polarizador, para voltar a obter um máximo de intensidade luminosa.

O ângulo α difere de composto para composto e depende do número de moléculas que a luz atravessa, isto é, varia com a concentração da solução, c , e do comprimento do tubo, l .

O valor $[\alpha]_D^{20^\circ C}$, rotatividade específica ou ângulo de rotação, ou ainda poder rotatório específico foi definido de modo a tornar-se independente dos parâmetros acima referidos.

A rotatividade específica nas condições padrão é uma propriedade característica de uma substância, a uma determinada temperatura, e para um determinado comprimento de onda da radiação desviada.

O comprimento de onda da radiação utilizada corresponde à linha D do sódio. A razão para esta necessidade é, que diferentes comprimentos de onda de luz polarizada sofrem diferentes rotações por um material opticamente activo.

2. A polarização da luz

O polarímetro permite medir o desvio da luz polarizada e esta é uma das grandezas físicas que caracteriza a luz.

A luz pode ser polarizada por:

- reflexão e refração
- absorção
- dupla refração

Existem dois tipos de luz, cujas características constam da tabela 2.1:

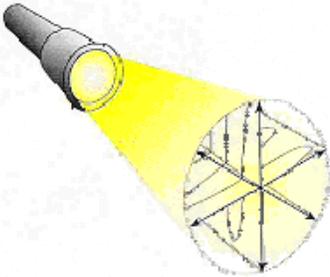
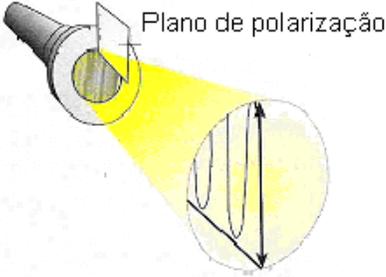
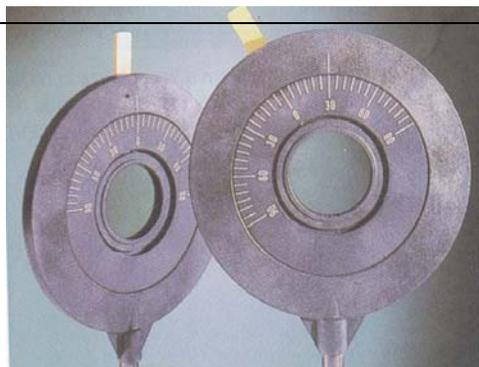
Tipo de luz:	
<p data-bbox="326 415 695 451">Luz natural (não polarizada)</p> <p data-bbox="235 525 786 667">Os dois planos (eléctrico e magnético) rodam continuamente em torno da direcção de propagação.</p>	 A diagram showing a flashlight emitting a yellow beam of light. A circular cross-section of the beam is shown with multiple arrows pointing in various directions, representing the electric field vectors of unpolarized light.
<p data-bbox="412 856 609 892">Luz polarizada</p> <p data-bbox="235 966 786 1108">Os planos (eléctrico e magnético) de vibração não mudam de direcção por rotação, no sentido da propagação da luz.</p>	 A diagram showing a flashlight emitting a yellow beam of light. A circular cross-section of the beam is shown with arrows pointing only in one vertical direction, representing the electric field vectors of polarized light. A label "Plano de polarização" points to the vertical orientation of the arrows.

Tabela 2.1: Caracterização do tipo de luz

No polarímetro de rotação a polarização da luz ocorre por dupla refacção. Sendo o polarizador e o analisador constituídos por quartzo.

Índice de refacção:	
---------------------	--



Vácuo: 1,000	
Quartzo: 1,644	

Tabela 2.2: Polarizador e analisador

3. Refracção da luz

A refração da luz ocorre quando um feixe luminoso incide obliquamente na superfície de dois meios (transparentes e homogéneos) com características diferentes como por exemplo, o ar e o quartzo, observa-se que parte do feixe incidente é reflectido continuando a propagar-se no primeiro meio, enquanto outra parte penetra no segundo meio e altera a sua direcção de propagação originando um feixe refractado.

Representação esquemática:	
	<p>PI - Raio incidente; IR – Raio reflectido; IT - Raio refractado; I - Ponto de incidência; NI - Normal à superfície de separação dos dois meios no ponto de incidência; i - Ângulo de incidência; r – Ângulo de reflexão r' - Ângulo de refração</p>

Tabela 3.1.: Representação esquemática do fenómeno de refração

A mudança de direcção sofrida por um feixe luminoso quando passa de um meio transparente para outro, deve-se ao facto da luz apresentar diferentes velocidades de propagação em diferentes meios.

A luz propaga-se no ar e no vácuo à velocidade de 3×10^8 m/s. Porém a velocidade de propagação é diferente noutros meios ópticos. Por exemplo, no quartzo, na água e no vidro a velocidade de propagação da luz é menor que no ar.

Para comparar diferentes meios ópticos utiliza-se uma grandeza física chamada índice de refacção, n . O índice de refacção de um meio óptico é a razão entre a velocidade da luz no vácuo, c , e a velocidade da luz nesse meio, v .

$$n = \frac{c}{v}$$

Leis da refacção da luz:

1. O raio incidente (PI), a normal à superfície de separação dos dois meios no ponto de incidência (NI) e o raio refractado (IT) estão no mesmo plano;
2. Os ângulos de incidência (i) e de refacção (r') estão relacionados por:

$$\frac{\text{sen}(i)}{v_1} = \frac{\text{sen}(r')}{v_2}$$

onde v_1 e v_2 são, respectivamente as velocidades de propagação da luz nos meios 1 e 2.

A equação anterior pode ser escrita em termos dos índices de refacção dos meios 1 e 2, respectivamente n_1 e n_2 como:

$$n_1 \text{sen}(i) = n_2 \text{sen}(r') \qquad \text{Lei de Snell}$$

o ângulo de refração depende do ângulo de incidência e do índice de refração do material utilizado.

4. Aparelhos "ponto - final"

Todos os polarímetros estão equipados com um aparelho óptico que divide o campo em duas ou mais partes adjacentes de modo a que, quando o ponto final é alcançado as secções do campo tomam a mesma intensidade (figura 4.1).

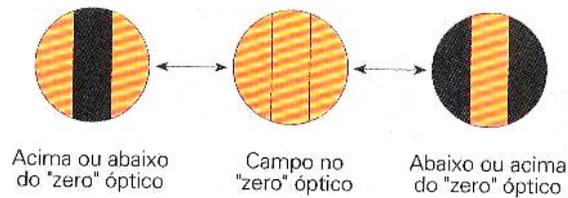


Figura 4.1.: Inversão do aspecto do campo

Uma das falhas óbvias no polarímetro utilizado é a dificuldade em determinar o ponto final preciso, ou ponto de máxima iluminação. Apesar de o olho humano ser um mau juiz de intensidade absoluta, ele é capaz de comparar as intensidades de dois campos diferentes e vistos simultaneamente com grande precisão. Por esta razão, o ponto final pode ainda ser chamado de "zero óptico". Uma rotação muito pequena do analisador irá tornar uma das partes do campo escura e a outra clara. Este aparelho permite uma precisão de $\pm 0,01'$ enquanto que a falta dele permite apenas uma precisão de ± 4 ou $5'$.