

ROTEIRO P SIMULAÇÃO: POLARIZAÇÃO ATIVIDADE ÓPTICA

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Verificar a polarização da luz.
- Estudar a rotação do plano de polarização da luz ao atravessar uma solução contendo uma substância opticamente ativa.
- Determinar o poder rotatório específico de uma substância opticamente ativa.

2 MATERIAL

Para a realização do Procedimento 1 utilize a simulação:

https://www.vasck.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_polarizefiltr&l=pt

Para os procedimentos 1.6 e 1.7 veja o filme: https://www.youtube.com/watch?v=_hR_nnYuTi4

Para a realização dos Procedimentos 2 e 3 utilize a simulação POLARIZAÇÃO - ATIVIDADE ÓPTICA:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/polarizacao>

3 FUNDAMENTOS

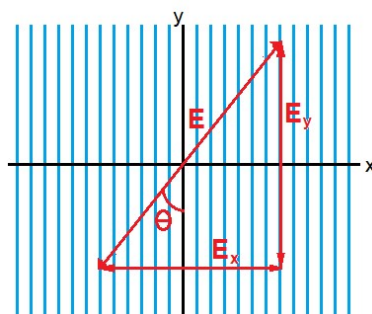
As fontes comuns de luz visível, de um modo geral, emitem luz cujos planos de vibração se distribuem ao acaso em torno da direção de propagação. Devido a esta orientação aleatória, se torna difícil verificar a verdadeira natureza transversal da luz.

Existem materiais que transmitem apenas os componentes das ondas luminosas cujos vetores do campo elétrico vibram paralelamente a uma certa direção e absorvem aqueles cujos vetores do campo elétrico vibram perpendicularmente aos primeiros; tais materiais são chamados de **Polaróides**.

A luz de uma fonte comum cujas direções do campo elétrico são distribuídas aleatoriamente, chamada de não polarizada, ao atravessar uma placa polarizadora, emerge com apenas uma direção de vibração do campo elétrico, portanto, plano-polarizada.

A Figura 1 mostra uma placa polarizadora no plano deste papel e o sentido de propagação da luz saindo do plano do papel em direção ao observador. A seta E representa o plano de vibração do campo elétrico da onda luminosa incidente sobre a placa polarizadora. O vetor E pode ser substituído por dois vetores componentes, E_x (de intensidade $E \sin \theta$) e E_y (de intensidade $E \cos \theta$), um, paralelo à direção de polarização e o outro, perpendicular à mesma. Apenas o primeiro será transmitido, pois a placa absorverá o outro vetor.

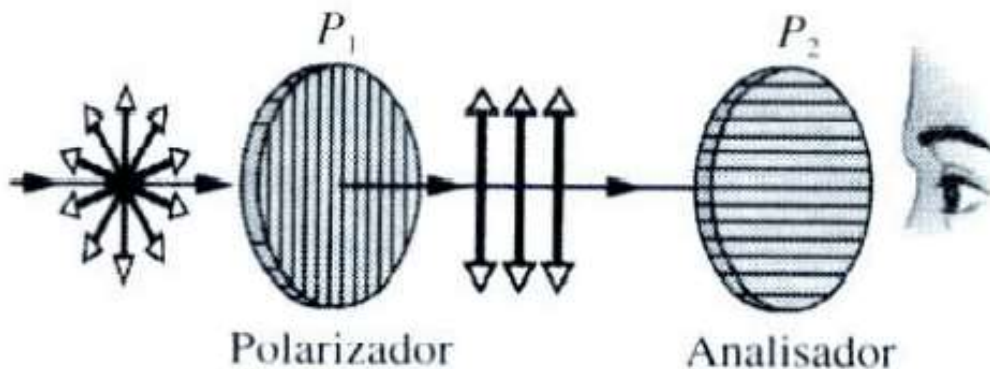
Figura 1 – Uma onda polarizada, fazendo um ângulo θ com a direção de polarização de uma lâmina polarizadora, somente a componente E_y é transmitida.



Fonte: próprio autor.

Colocando-se no trajeto luminoso uma segunda placa polarizadora (chamada analisadora), como mostra a Figura 2, verificamos que a luz transmitida por esta segunda placa varia de intensidade quando à giramos; havendo duas posições, defasadas entre si de 180° , para as quais a intensidade da luz transmitida quase se anula; este fenômeno só pode ser explicado admitindo que a luz se polariza, portanto a luz se propaga por meio de ondas transversais e as situações de transmissão mínima da luz correspondem à ortogonalidade entre as direções de polarização de P_1 e P_2 .

Figura 2 – Duas lâminas polarizadoras cruzadas. Não há transmissão da luz para o observador.



Fonte: [Microsoft Word - Luz polarizada.doc \(unicamp.br\)](#) Acesso em 24 de fev. de 2021.

ATIVIDADE ÓTICA

Algumas substâncias, chamadas de substâncias opticamente ativas, têm a capacidade de girar o plano de vibração da luz. Estas substâncias, como o açúcar e as substâncias dotadas de carbono assimétrico de um modo geral, obedecem a duas leis, chamadas Leis de Biot para as soluções:

Primeira lei: “A rotação produzida no plano de vibração de uma luz polarizada por uma solução de substância opticamente ativa, é proporcional à espessura da solução atravessada pela luz”.

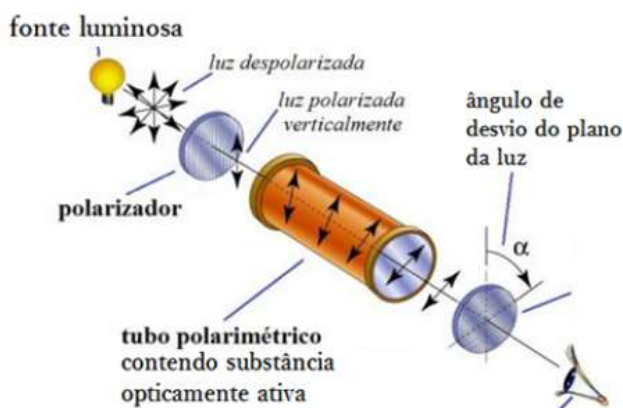
Segunda lei: “A rotação produzida no plano de vibração de uma luz polarizada por uma solução de substância opticamente ativa, é proporcional à concentração”.

Combinando as duas leis, podemos escrever:

$$\Theta = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot c \cdot L \quad (1)$$

Onde Θ é o ângulo de rotação no plano de polarização da luz produzido pela solução opticamente ativa; $[\alpha]_{\lambda}^t$ é a constante de proporcionalidade, chamada de **poder rotatório específico** da substância opticamente ativa que depende da temperatura e do comprimento de onda da luz; c é a concentração da solução e L é o comprimento da solução atravessada pela luz. Em geral o poder rotatório específico, $[\alpha]_D^{20}$ é fornecido na literatura para a temperatura de 20°C e para o comprimento de onda da linha D do espectro de emissão do sódio, cujo comprimento de onda é $589,3 \text{ nm}$ (amarela). O poder rotatório específico é considerado positivo, por convenção, quando a rotação do plano de polarização da luz é para a direita (no sentido horário) do ponto de vista do observador que recebe a luz (dizemos que o composto químico é **Dextrógiro**), e o poder rotatório específico é considerado negativo quando a rotação do plano de polarização é para a esquerda, anti-horária (dizemos que o composto químico é **Levógiro**). Na Figura 3 está representada a rotação para uma substância **Dextrógiro**.

Figura 3 - Representação da rotação do plano de polarização da luz por uma substância **Dextrógira**.



Fonte: [Isomeria espacial \(isomeria óptica\) em Química | Descomplica](#) Acesso em 01 de mar. 2021.

Podemos medir o valor da rotação provocada por uma solução, da seguinte maneira:

- Coloca-se a solução entre dois polarizadores inicialmente cruzados (fazendo um ângulo de 90°). Com isso, a luz rotacionada pela substância opticamente ativa será transmitida parcialmente pelo analisador.
- Gira-se o analisador (segundo polarizador) até haver novamente extinção e mede-se o valor da rotação deste.

OBS: Só haverá extinção se usarmos luz monocromática. Se usarmos luz branca haverá extinção para certos comprimentos de onda, não havendo para os demais, pois o ângulo de rotação é diferente para cada cor.

A polarização da luz tem como uma das aplicações a determinação da concentração de açúcar com o uso do polarímetro, Figura 4.

Figura 4 - Fotografia de um polarímetro (esquerda). Esquema interno do funcionamento (direita) e no canto direito uma fotografia de um tubo usado para colocar as amostras. O aparelho é formado por uma fonte de luz (1), um polarizador fixo (2), um tubo (3) para amostra (4) que rotaciona o plano de polarização da luz (5), um filtro analisador (6) que ao girar até a extinção da luz em observação, determina a rotação do plano de polarização da luz pela amostra da solução. Observe que na figura o plano de polarização da luz gira no sentido anti-horário (do ponto de vista do observador); trata-se de uma substância Levógira.

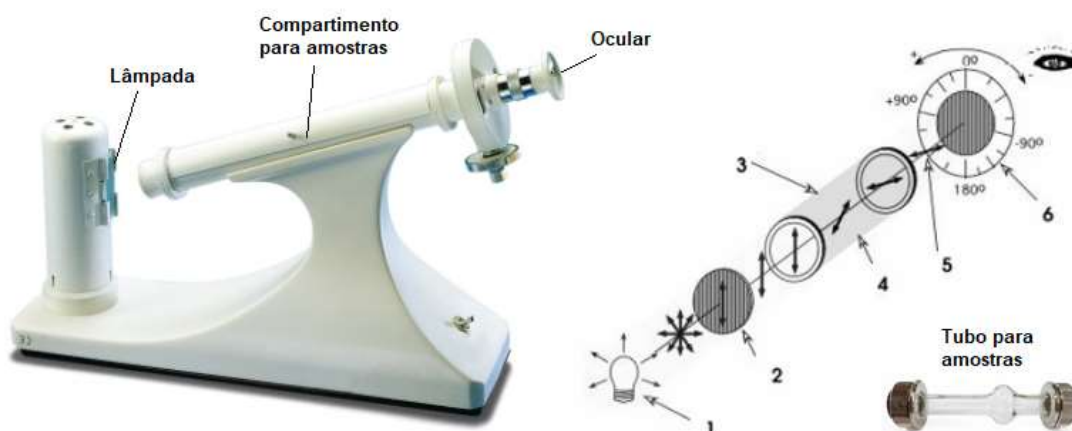


Figura adaptada de:

https://www.3bscientific.com.br/polarimetro-1008696-u33400.p_649_18706.html Acesso em 07 de out. de 2020.

4 PROCEDIMENTOS

Para a realização do procedimento 1 acesse a simulação:

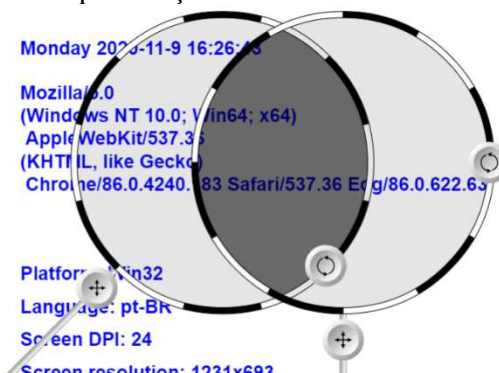
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_polarizacefiltr&l=pt

A simulação acima é muito realista, fornecendo resultados idênticos aos obtidos em experimentos reais.

PROCEDIMENTO 1: Observação da Polarização da Luz.

1.1 Utilize o simulador indicado pelo link acima, mas utilize a tela como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Tela inicial da simulação sobre polarização.



Fonte: adaptada de

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_polarizacefiltr&l=pt Acesso em 9 de nov. de 2020.

- 1.2 Os polarizadores da simulação podem ser translacionados ou rotacionados independentemente. Ponha um sobre o outro com os cabos coincidentes.
- 1.3 Gire lentamente o polarizador que fica por cima do primeiro (o analisador) até fazer um ângulo de 90° . Observe a intensidade luminosa e anote suas observações na Tabela 1.
- 1.4 Continue girando o analisador até voltar a posição inicial. Observe a luminosidade e preencha a Tabela 8.1.
- 1.5 Mantenha o analisador (polarizador superior) parado e gire o polarizador (inferior) como fez com o analisador. Observe a intensidade luminosa e preencha a Tabela 8.2. Para girar o polarizador inferior é necessário rotacionar um pouco o analisador para ter acesso ao botão que permite a rotação do polarizador inferior.

Tabelas 1 e 2 - Observa da intensidade de luz transmitida em função da posição relativa dos polarizadores.

Giro do Analisador	Intensidade Luminosa Aumenta/ Diminui	Giro do Polarizador	Intensidade Luminosa Aumenta/ Diminui
de 0° a 90°		de 0° a 90°	
de 90° a 180°		de 90° a 180°	
de 180° a 270°		de 180° a 270°	
de 270° a 360°		de 270° a 360°	

O filme: https://www.youtube.com/watch?v=hR_nnYuTi4 mostra a realização dos procedimentos 1.6 e 1.7 além de outros mais. Assista ao filme de modo a responder à questão 01 do questionário.

Observe que no filme dois filtros polarizadores posicionados cruzados, não deixam passar luz, entretanto ao introduzir um terceiro filtro polarizador entre os polarizadores cruzados pode haver a passagem da luz, dependendo da orientação do terceiro filtro colocado entre os polarizadores cruzados. O filme também mostra a alteração da polarização da luz por materiais plásticos devido a fotoelasticidade; isso permite a análise das tensões internas no material.

1.6 Coloque os dois filtros de polarização cruzados (fazendo um ângulo de 90°) de modo a não permitir a passagem de luz.

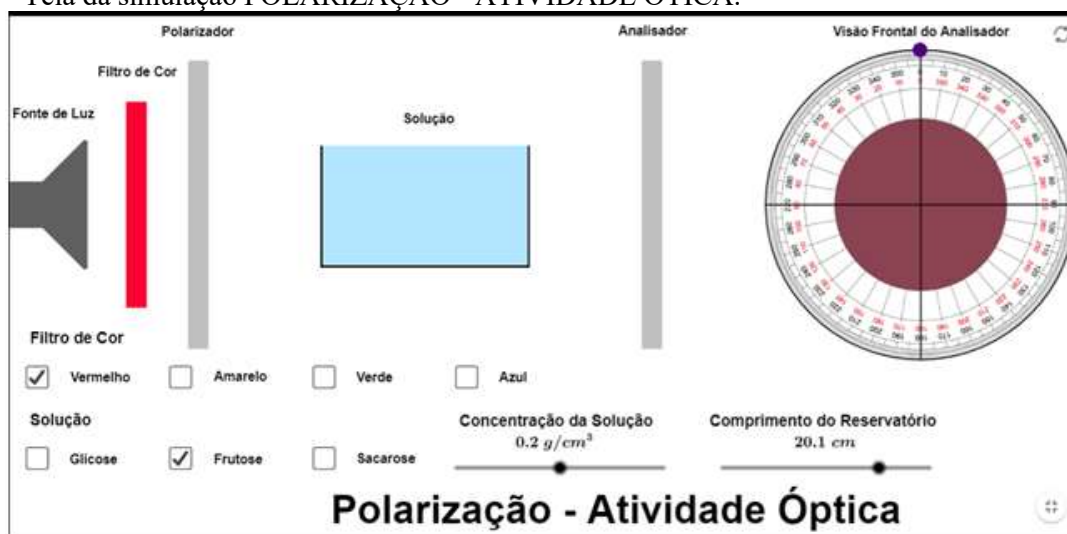
1.7 Introduza um terceiro filtro de polarização entre os dois filtros cruzados. Experimente várias inclinações e responda o quesito 01 do questionário.

PROCEDIMENTO 2: Estudo da rotação do plano de polarização da luz em função da concentração para diferentes cores.

Para a realização dos Procedimentos 2, e 3 faça uso da simulação POLARIZAÇÃO - ATIVIDADE ÓTICA: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/polarizacao>

Na Figura 6 está representada a página da simulação POLARIZAÇÃO - ATIVIDADE ÓTICA, após escolher Frutose, Filtro de cor vermelho, Concentração da Solução $0,2 \text{ g/cm}^3$ e Comprimento do Reservatório 20.1 cm.

Figura 6 - Tela da simulação POLARIZAÇÃO - ATIVIDADE ÓTICA.



Fonte: próprio autor.

A simulação permite o estudo da atividade ótica de uma substância (há três opções: Frutose, Glicose e Sacarose) em função da cor da luz, da concentração da solução e do comprimento que a luz percorre na solução. A cor da luz pode ser escolhida dentre quatro opções: vermelha, amarela, verde e azul). A concentração pode ser variada de 0 a $0,40 \text{ g/cm}^3$. O comprimento que a luz pode percorrer dentro da solução pode variar de 5 a 25 cm. Uma vez escolhida uma configuração (substância, cor, concentração e comprimento) podemos utilizar o analisador para determinar o ângulo de rotação sofrido pelo plano de polarização da luz ao atravessar a solução, para isso devemos rotacionar o analisador (clique no ponto em sua borda e arrastando-o) e localizar a posição angular para a qual a intensidade da luz é mínima.

OBS 1: Consideramos que o polarizador situado à esquerda está orientado de modo a permitir a transmissão da luz somente com polarização horizontal. Isso pode ser verificado, pois na ausência de uma solução com atividade ótica o analisador orientado verticalmente, bloqueia a luz totalmente.

OBS 2: Sempre haverá dois ângulos para os quais a intensidade é mínima (θ e $180^\circ - \theta$); considere o menor dos ângulos se a concentração da solução é baixa e/ou o comprimento percorrido dentro da solução não é longo.

OBS 3: À medida que a concentração e/ou o comprimento que a luz percorre dentro da solução aumentam, o ângulo de rotação aumenta, podendo, em princípio, passar de 90° . Nestes casos a escolha do menor dos ângulos não se aplica.

2.1 Escolha a substância **Glicose**.

2.2 Utilize o filtro vermelho.

2.3 Fixe o comprimento de percurso da luz dentro da solução em 20 cm.

2.4 Escolha uma das concentrações da solução indicadas na Tabela 3.

2.5 Gire o analisador (segundo polarizador) de modo a determinar o ângulo de rotação do plano de polarização que extingue a luz transmitida (este ângulo corresponde à rotação no plano de polarização da luz provocada pela atividade óptica da solução). Anote.

2.6 Repita os procedimentos para os outros filtros de cor e para as outras concentrações indicadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Ângulo de Rotação do Plano de Polarização da Luz (em graus) para a GLICOSE.

COR	CONCENTRAÇÃO			
	0,10 g/cm ³	0,20 g/cm ³	0,30 g/cm ³	0,40 g/cm ³
Vermelho				
Amarelo				
Verde				
Azul				

2.7 Repita os procedimentos anteriores para a FRUTOSE e anote os resultados na Tabela 4.

Tabela 4 - Ângulo de Rotação do Plano de Polarização da Luz (em graus) para a FRUTOSE.

COR	CONCENTRAÇÃO			
	0,10 g/cm ³	0,20 g/cm ³	0,30 g/cm ³	0,40 g/cm ³
Vermelho				
Verde				

PROCEDIMENTO 3: Estudo da rotação do plano de polarização da luz em função do comprimento percorrido pela luz dentro da solução para diferentes cores.

3.1 Utilize uma solução de SACAROSE com uma concentração fixa de 0,30 g/cm³.

3.2 Faça medidas dos ângulos de rotação do plano de polarização da luz de modo a preencher a Tabela 5.

Tabela 5 - Ângulo de Rotação do Plano de Polarização da Luz (em graus) para a GLICOSE em função do comprimento que a luz percorre dentro da solução.

COR	COMPRIMENTO QUE A LUZ ATRAVESSADA DENTRO DA SOLUÇÃO			
	5,0 cm	10,0 cm	15,0 cm	20,0 cm
Amarelo				
Verde				
Azul				

5 QUESTIONÁRIO

1. Explique a transmissão luminosa através de dois polarizadores cruzados ao se introduzir um terceiro polaróide entre eles.
2. Classifique as substâncias: Frutose, Sacarose e Glicose como Levógira ou Dextrógira. Justifique.
3. Faça o gráfico do ângulo de rotação do plano de polarização da luz em função da concentração da solução de GLICOSE. (para as quatro cores da Tabela 3).
4. Determine pela inclinação do gráfico da questão anterior o poder rotatório específico da GLICOSE para a luz amarela.
5. Faça o gráfico do ângulo de Rotação do Plano de Polarização da Luz (em graus) para a GLICOSE em função do comprimento que a luz percorre dentro da solução. (para as cores da Tabela 5)
6. Determine o poder rotatório específico da Frutose para a luz amarela. Explícite os valores utilizados nos cálculos.