



Proprietà ottiche dei dielettrici: il potere rotatorio specifico

Prerequisiti:

Leggi della riflessione e della rifrazione, funzioni trigonometriche, polarizzazione, errore di misura, rappresentazione grafica dei dati.

Il potere rotatorio di una sostanza zuccherina



L'attività ha lo scopo di evidenziare la proprietà di alcune sostanze, dette otticamente attive, che hanno la capacità di ruotare il piano di polarizzazione della luce. Nel caso di luce polarizzata linearmente il fenomeno consiste nella rotazione del piano di polarizzazione in uscita dalla soluzione rispetto a quello in entrata. La rotazione avviene attorno alla direzione di propagazione, in verso orario per sostanze destrorgire come il glucosio, oppure in verso antiorario per le sostanze levogire come il fruttosio.

Misure dell'angolo di rotazione del piano di polarizzazione vengono ampiamente usate (nella tecnica polarimetrica) per determinare la concentrazione delle soluzioni ed in particolare (come nel caso dell'esperimento di oggi) delle soluzioni di zuccheri.

L'ampiezza della rotazione dipende dal potere rotatorio della molecola otticamente attiva in soluzione e dal numero di molecole con le quali il fascio di luce interagisce. Il numero di molecole a sua volta dipende dalla concentrazione della soluzione e dalla lunghezza del cammino della luce nella soluzione.

Altri parametri da cui essa dipende sono la temperatura (T) e la lunghezza d'onda della luce (λ). Nell'esperimento di oggi tali valori saranno costanti, eseguiremo misure con luce monocromatica prodotta da un laser a stato solido ($\lambda=650$ nm) a temperatura ambiente ($T=20^\circ\text{C}$).

Nelle determinazioni polarimetriche il potere rotatorio specifico di una sostanza viene definito nel modo seguente:

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\theta - \theta_0}{l \cdot c} \quad (1)$$

dove

- $\theta - \theta_0$ rappresenta l'angolo di rotazione del piano di polarizzazione della luce, misurato in gradi sessagesimali ;
- l è la lunghezza del percorso ottico nella soluzione (lunghezza interna del tubo), misurato in decimetri;
- c è la concentrazione in g/100ml della sostanza otticamente attiva sciolta nel solvente specificato.
- $[\alpha]_{\lambda}^T$ indica il potere rotatorio specifico (PRS) alla temperatura T e per luce di lunghezza d'onda λ ; il valore di riferimento standard $[\alpha]_D^{20}$ rappresenta la rotazione del piano di polarizzazione della luce che passa attraverso 1dm di soluzione con concentrazione pari a 1 g/100ml di sostanza otticamente attiva, alla temperatura (T) di 20 °C e utilizzando luce con lunghezza d'onda pari a 589 nm (linea D del sodio).

Ammettendo che, per concentrazioni non troppo elevate, il numero di molecole con le quali il fascio interagisce sia proporzionale alla concentrazione stessa ed alla lunghezza del cammino ottico, il potere rotatorio specifico costituisce una proprietà intrinseca della molecola in soluzione (dipendente dalla temperatura e dalla lunghezza d'onda della luce).

Viceversa, noto il potere rotatorio di una certa molecola, si può ricavare la concentrazione in funzione dell'angolo di rotazione :

$$c = \frac{\theta - \theta_0}{l \cdot [\alpha]_{\lambda}^T} \frac{\text{gradi} \cdot \text{ml}}{\text{dm} \cdot \text{g}} \quad (2)$$

Tale relazione permette di risalire alla concentrazione dalla misura dell'angolo di rotazione.

Operativamente cosa si deve fare?

- 1) **Puntare con attenzione il laser** sullo schermo;
- 2) **Rotare il primo polarizzatore** subito dopo il laser in modo da ottenere circa il massimo dell'intensità luminosa sullo schermo; poi **non spostarlo più** perché definisce la polarizzazione della luce in ingresso sul campione;
- 3) **Ruotare il secondo polarizzatore** vicino allo schermo fino ad ottenere l'annullamento (o il minimo) dell'intensità luminosa sullo schermo; per avere un valore coerente con il verso di rotazione previsto la scala del polarizzatore deve essere rivolta verso lo schermo (in caso contrario il verso di rotazione appare opposto);
- 4) **Annotare il valore di questo angolo** (θ_0) nello spazio prima della tabella. Questo valore sarà il riferimento rispetto al quale valutare la rotazione del piano di polarizzazione. Attenzione perché si possono misurare due angoli per cui si annulla la luce che differiscono di 180 gradi, prendete sempre il valore compreso tra 0 e 180gradi.
- 5) **Inserire sul percorso della luce del laser il tubo in plastica** contenente la soluzione ad una certa concentrazione, facendo attenzione che il raggio laser esca dal fondo e arrivi sullo schermo senza toccare le pareti del tubo;
- 6) **Ruotare il 2° polarizzatore in senso antiorario**, annotando in tabella il nuovo valore dell'angolo θ per cui la luce ha intensità nulla (o minima);
- 7) **La differenza tra i due valori rappresenta l'angolo di rotazione della polarizzazione dovuto alla soluzione;**
- 8) **Completare le misurazioni in tabella con tutti i tubi a diversa concentrazione;**
- 9) **Riportare su un grafico** (taratura) i valori dell'angolo di rotazione delle varie soluzioni in funzione della concentrazione;

- 10) **Determinare** il valore del potere rotatorio specifico della sostanza $[\alpha]_{\lambda}^T$ e del relativo errore in due modi:
- Graficamente**, per mezzo delle rette di massima e minima pendenza;
 - Numericamente**, calcolando la media α_m dei valori di α nell'ultima colonna e poi la semi dispersione massima
- 11) Discutere la compatibilità dei risultati ottenuti con i due metodi e confrontateli con il valore tabulato [per il fruttosio -92.3 (gradi ml/dm g)].

Dati iniziali:

Angolo θ_0 per cui si ha l'annullamento della luce del laser sullo schermo= _____ gradi

Lunghezza l del cammino ottico nella soluzione (l = interno tubo): _____ dm

N. tubo	c (g/ml)	θ (°)	$\theta - \theta_0$ (°)	$[\alpha]_{650}^{20}$
1	0			
2	0.029			
3	0.059			
4	0.083			
5	0.109			
6	0.135			
8	0.152			
9	0.174			