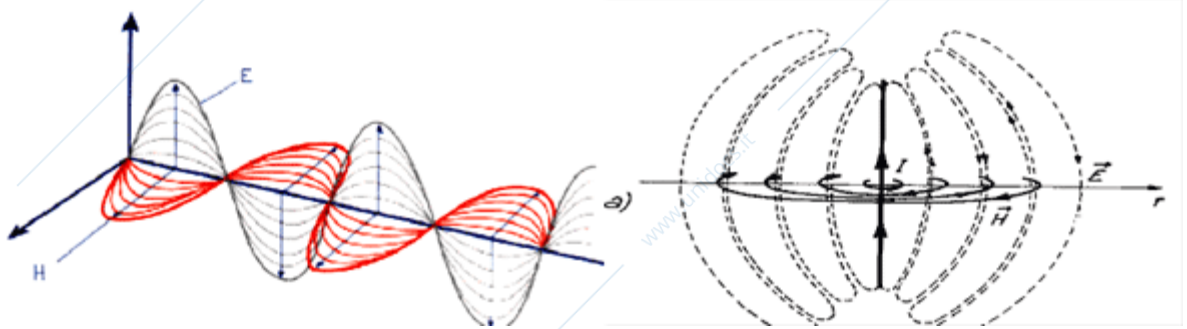


POLARIMETRIA

Com'è noto la luce è costituita da un particolare campo elettromagnetico E , che si propaga nel vuoto con la velocità $c = 3 \cdot 10^8$ m/sec. In un mezzo materiale la velocità \bar{v} è sempre minore di c , ed è $\bar{v} = c/n$, dove $n (> 1)$ è l'indice di rifrazione del mezzo.

In un tale campo si possono individuare due direzioni, fra loro ortogonali: l'una è la direzione di propagazione, l'altra la direzione del vettore (variabile) \vec{E} (v. figura 1). Le due direzioni individuano un piano che dicesi "piano di polarizzazione". Se la giacitura di tale piano si mantiene costante nel corso della propagazione, la luce si dirà *polarizzata linearmente*. Se invece il vettore campo elettrico E (e quindi anche il vettore di campo magnetico H che è perpendicolare ad E) ruota al passare del tempo e all'avanzare dell'onda (compiendo così una rotazione completa in un periodo T) si afferma che l'onda ha una polarizzazione ellittica; se, poi, in particolare, il vettore campo elettrico e il vettore campo magnetico ruotano mantenendo un'ampiezza costante, si parla di polarizzazione circolare.



Il punto d'interesse è costituito dal fatto che quando la luce si propaga in un mezzo materiale, con il quale interagisce, tale interazione può alterare sia la direzione di polarizzazione sia lo spettro, e che tali alterazioni, opportunamente misurate, costituiscano un'utile informazione circa le proprietà fisiche del mezzo attraversato.

Molte importanti applicazioni pratiche della luce polarizzata riguardano l'uso di certi materiali che presentano una proprietà detta **attività ottica**. Così, ad esempio, esistono materiali che sono abbastanza trasparenti per una luce che abbia una assegnata direzione di polarizzazione, mentre sono opachi rispetto ad altre direzioni (polaroid). Ne consegue che un fascio non polarizzato che abbia attraversato una

lastra di tale materiale, emergerà polarizzato linearmente, secondo la direzione caratteristica di quel materiale che avrà trasmesso solo il componente di E parallelo a tale direzione. Un dispositivo di questo tipo prende il nome di *polarizzatore*. L'attività ottica si presenta in un materiale a causa di una certa asimmetria nella forma delle sue molecole costituenti. Le proteine, per esempio, sono sostanze otticamente attive a causa della loro forma a spirale. Altri materiali, come il vetro e la plastica, diventano otticamente attivi quando sono sottoposti a tensioni meccaniche..

Si afferma che una sostanza è **otticamente attiva**, quando ruota il piano di polarizzazione della luce da essa trasmessa. Un esempio è dato dagli zuccheri e dagli amminoacidi.

Queste soluzioni sono caratterizzate dal fatto che la direzione di polarizzazione di un fascio di luce (polarizzato linearmente) che le attraversa è progressivamente ruotata sicché il fascio emergerà con una diversa direzione di polarizzazione che forma un angolo α con la direzione iniziale.

Ovviamente tale angolo sarà tanto maggiore quanto maggiore è lo spessore attraversato, e quanto maggiore è la concentrazione del materiale otticamente attivo nella soluzione.

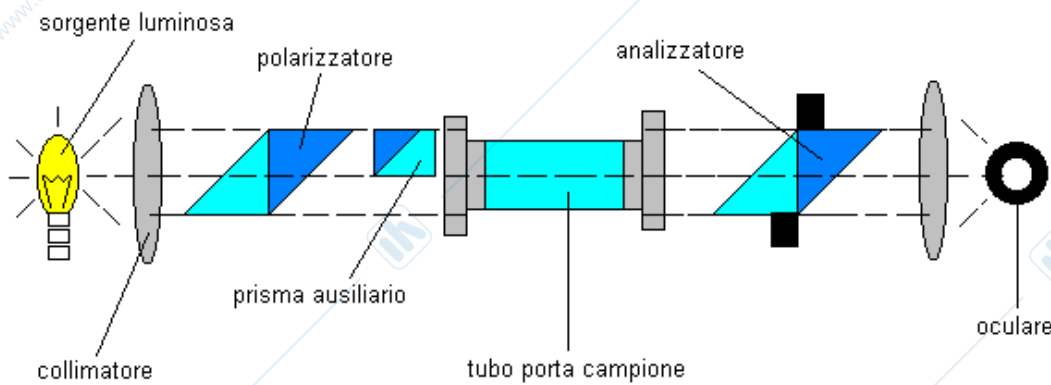
In formula scriveremo:

$$\alpha = Rcl$$

dove c è la concentrazione, l la lunghezza del tubo polarimetrico e R è una costante tipica del materiale otticamente attivo con cui si ha a che fare. Si capisce pertanto che conoscendo R e l e misurando α si può calcolare la concentrazione c , ottenendo così un semplice ed immediato mezzo di analisi quantitativa.

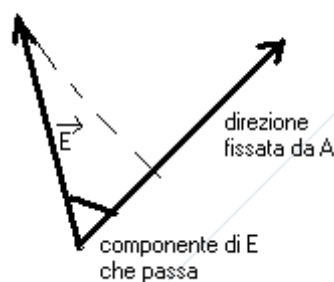
Va notato che le unità di misura di R (che si chiama *potere rotatorio specifico*) sono condizionate da quelle usate per misurare c e l . Così se l si misura in cm. e c in moli/cm³, R avrà le dimensioni cm²/moli, mentre se c è valutato come moli soluto/moli solvente, R dovrà essere espresso in cm⁻¹, e così via.

Un semplice strumento che consente questo tipo di misura è costituito dal **polarimetro**.(vedi fig.2)



La soluzione in esame è contenuta in un tubo, di lunghezza l , chiuso da due finestre trasparenti.

Un primo polarizzatore P crea un fascio polarizzato che attraverserà la soluzione. Supponiamo che il tubo contenete la soluzione sia stato rimosso. In questo caso la direzione di polarizzazione selezionata da P non cambierà nel corso della propagazione, sicchè quando il fascio incontrerà un secondo polarizzatore A (analizzatore) l'intensità emergente dipenderà dall'angolo fra la direzione caratteristica di P e quella di A , essendo massima quando tali direzioni sono parallele e nulla quando sono ortogonali. Detto θ tale angolo la frazione trasmessa di E (polarizzato da P) sarà proporzionale a $\cos \theta$ e l'intensità' (E^2) a $\cos^2 \theta$ (legge



di Malus) (v. fig 3)

Dal punto di vista sperimentale, possiamo ruotare A fino ad ottenere il massimo di intensità. Come detto prima, in queste condizioni siamo sicuri che P ed A sono paralleli. Se ora lungo il percorso da P ad A inseriamo il tubo contenete la soluzione, la luce che giunge in A non avrà più la direzione di polarizzazione fissata da P , essendo stata ruotata dal materiale otticamente attivo di un certo angolo. Quest'ultimo potrà essere facilmente

determinato vedendo di quanto si dovrà ruotare ancora A per ottenere di nuovo il massimo di intensità.

Esempio di calcolo del potere rotatorio specifico:

Si ponga all'interno del tubo polarimetrico 100 cm³ di acqua distillata e si misuri l'angolo α_1 alle 4 lunghezze d'onda corrispondenti ai colori:

Verde 560 nm, Giallo 590 nm, Arancione 630 nm, Rosso 650 nm. La misura dell'angolo α_1 sarà ripetuta 4 volte per ogni lunghezza d'onda e il risultato sarà la media fra le misure. Questa misura serve per tarare lo strumento.

Si prepari una soluzione di acqua e zucchero (soluzione otticamente attiva) mettendo 5 gr. di zucchero in 95 gr. di acqua distillata. Si faccia sciogliere lo zucchero fino ad ottenere una soluzione completamente limpida e si misuri l'angolo α_2 alle 4 lunghezze d'onda ripetendo l'operazione per 4 volte; il risultato sarà la media fra le misure. Si proceda al calcolo di:

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

Si calcoli la concentrazione molare della soluzione:

$$\text{Moli di glucosio} = \frac{gr}{PM} = \frac{5}{180.16} = 0.0278 \text{ e con la seguente proporzione}$$

$$0.0278 : 100 = x : 1000 \text{ ci ricaviamo la } x = 0.278 \text{ M.}$$

Determinata la concentrazione molare e nota la lunghezza del tubo polarimetrico, si calcola il potere rotatorio specifico $K = \alpha / c \cdot l$.