

PIANO LAUREE SCIENTIFICHE

# Esperienze con luce polarizzata

SCUOLA: «I.I.S. C. MARCHESI» Mascalucia (CT)

ALUNNI: Letor Alessio, Sapienza Rachele, Ursachi Ema Diana,  
Raffaella Vezzosi.

# LA LUCE E LA POLARIZZAZIONE

La **POLARIZZAZIONE** è una proprietà di tutte le onde elettromagnetiche, compresa la luce.

Si dice che la luce ha un comportamento duale (**dualismo onda-particella**).

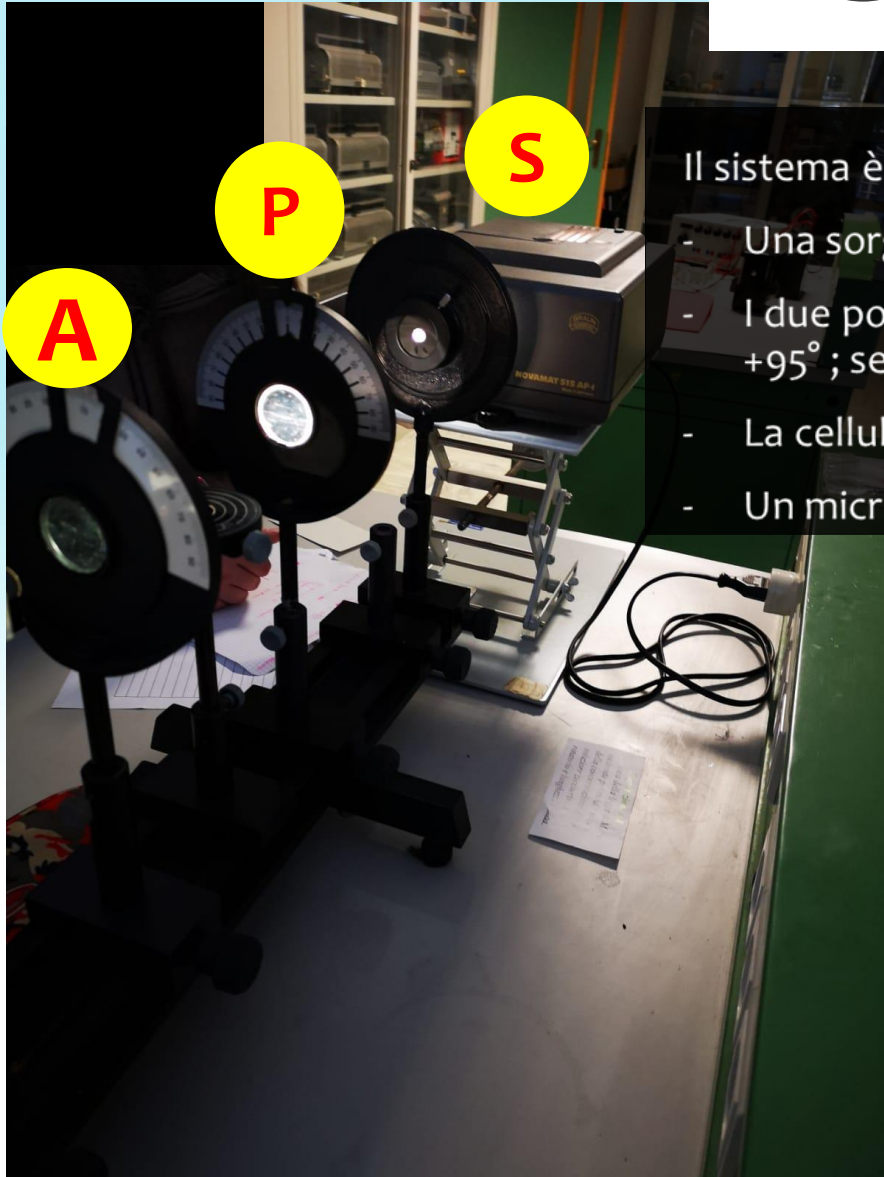
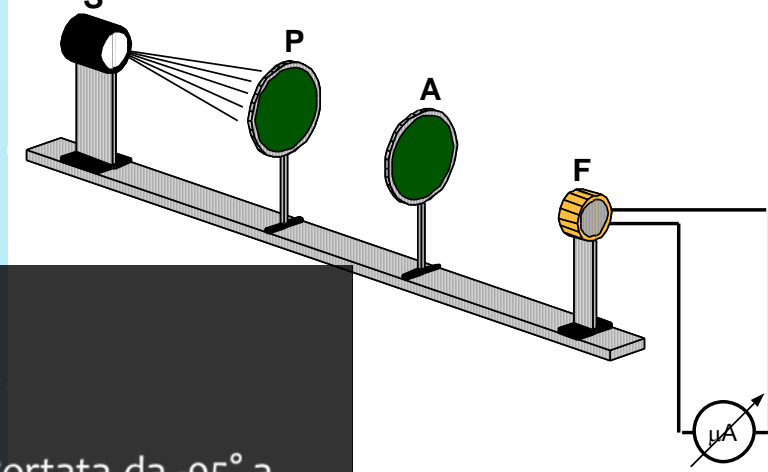
- Durante l'emissione e la rivelazione della luce essa viene descritta come un fascio di particelle, i fotoni.
- Durante la propagazione nello spazio, però, la luce può essere considerata come un'onda elettromagnetica.

La **luce naturale** è una sovrapposizione di più onde elettromagnetiche provenienti da un grande numero di atomi ed emesse in modo casuale.

La luce naturale NON è polarizzata poiché è una miscela di infinite onde luminose, che singolarmente sono polarizzate, ma hanno polarizzazioni diverse e casuali.

È possibile estrarre, con l'uso di opportuni filtri, dalla luce non polarizzata, le onde componenti che hanno una determinata polarizzazione.

# Strumenti



Il sistema è costituito da:

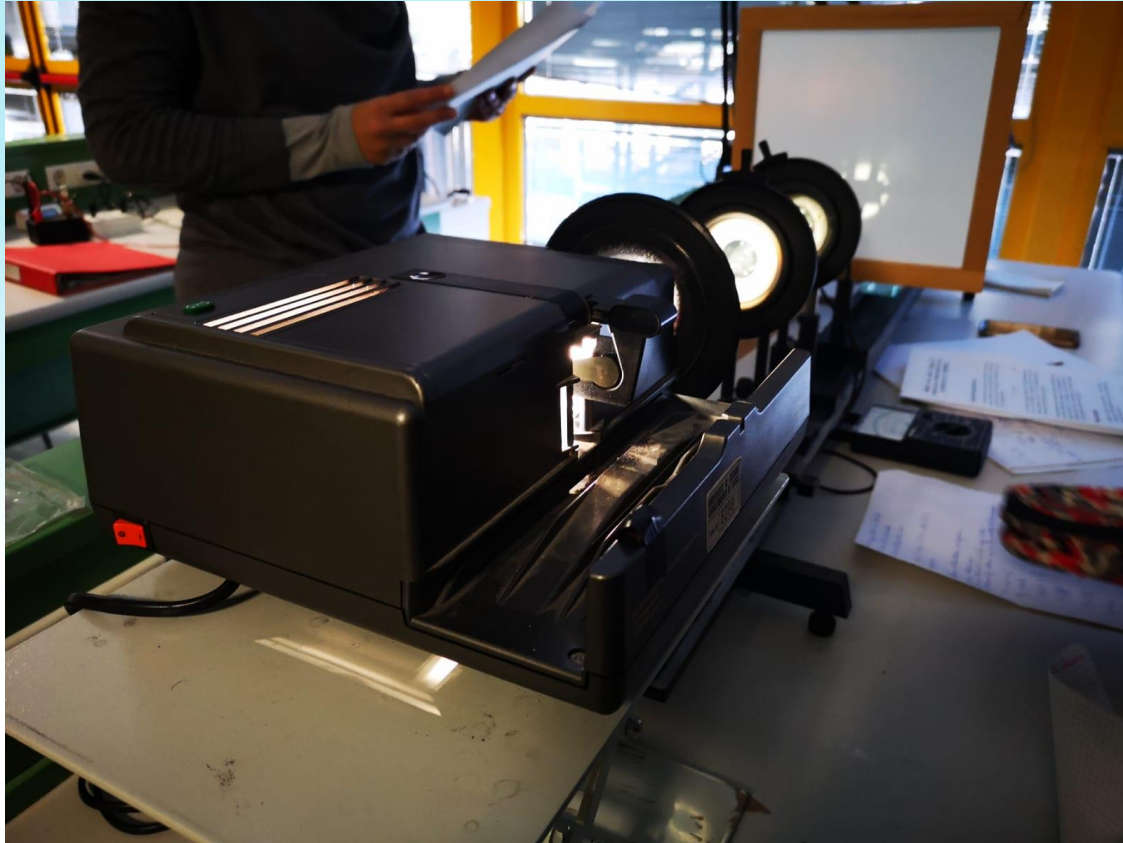
- Una sorgente (S) = un proiettore ;
- I due polaroidi (il polarizzatore P e l'analizzatore A); (Portata da  $-95^\circ$  a  $+95^\circ$ ; sensibilità di misura  $1^\circ$ )
- La cellula fotoelettrica (F);
- Un microamperometro. (Portata  $50,0 \mu A$ ; sensibilità di misura  $0,5 \mu A$ )



microamperometro

# ESPERIENZE EFFETTUATE

## Verifica della legge di Malus



## Misura della concentrazione di una soluzione



# Verifica sperimentale della legge di Malus

Intensità della luce trasmessa.

Angolo tra direzione di polarizzazione e asse di trasmissione.

$$I_t = I_0 \cos^2 \alpha$$

Intensità della luce incidente.

La legge di Malus descrive l'intensità della luce polarizzata, di intensità iniziale  $I_0$ , dopo il passaggio attraverso un analizzatore, in funzione dell'angolo di rotazione. L'intensità della luce viene misurata con un microamperometro.

# Procedura per la misura della corrente

- La lettura numerica dello strumento, del valore misurato in  $\mu A$  della corrente è stato fatto:

$$\text{Valore misurato di } i_t(\alpha) = \text{Portata strum. } 50,0 \mu A * \frac{\text{indice di lettura}}{10 (\text{fondo scala})}$$

- intensità misurata della luce di fondo  
 $i_f = 0,5 \mu A$
- Dopo aver fissato una posizione della ghiera del polarizzatore P, abbiamo ruotato la ghiera dell'analizzatore A fino ad ottenere un massimo di corrente  $i_0$  (In queste posizioni gli assi sono allineati.)  
 $I_0 = 44,0 \mu A$
- Abbiamo ruotato il polaroide analizzatore A, rilevando la corrente tramite il microamperometro, in corrispondenza di diversi valori dell'angolo  $\alpha$  (vedi tabella 1)

Valori reali misurati di $\alpha$ crescenti $i_c(\alpha)$		Valori reali misurati di $\alpha$ decrescenti $i_d(\alpha)$	
$\alpha$ (°)	$i_t$ ( $\mu A$ )	$\alpha$ (°)	$i_t$ ( $\mu A$ )
10	42,5	-10	42,5
20	38,5	-20	38
30	33,5	-30	33
40	26,5	-40	26,3
50	19,3	-50	19
60	12,3	-60	12

Tabella 1

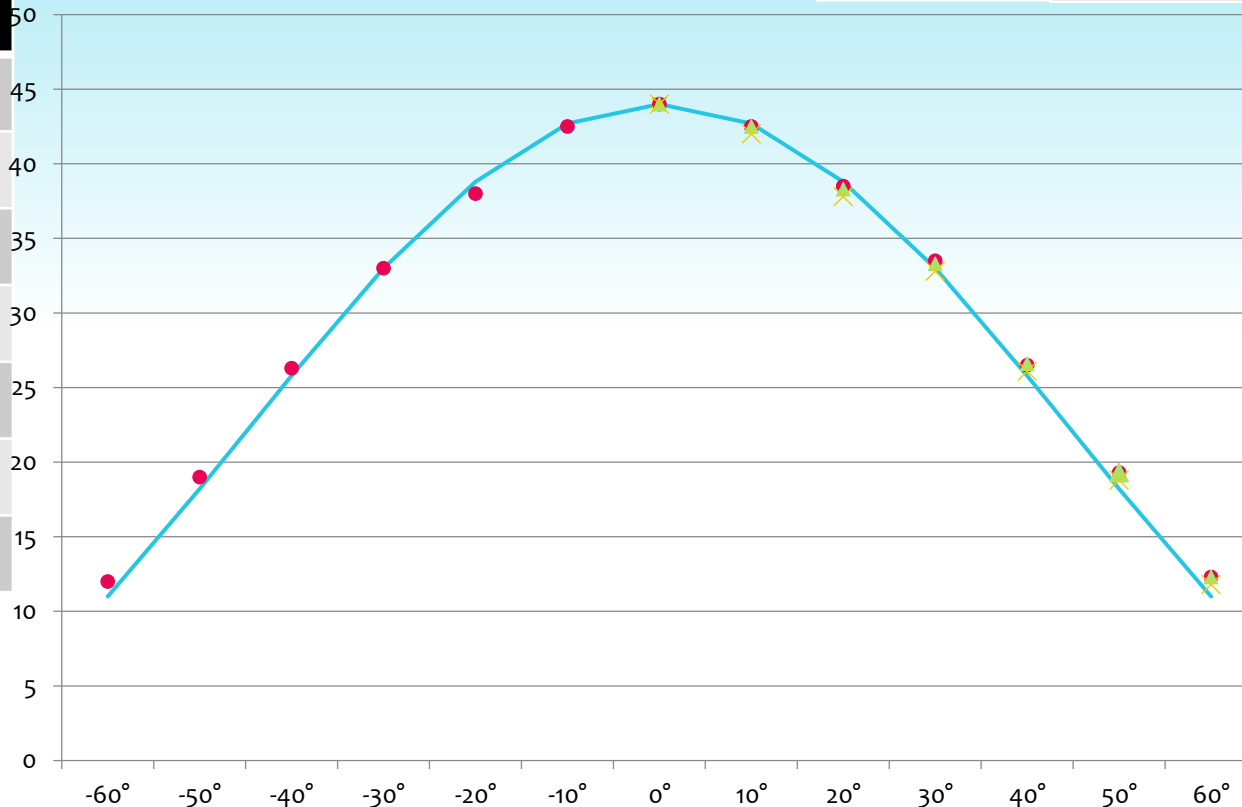
# Elaborazione dati e grafico

Si considera, per ogni angolo  $\alpha$  il valore medio di corrente come da scheda di laboratorio a nostra disposizione.

$$\langle i(\alpha) \rangle = \frac{i_c(\alpha) + i_d(\alpha)}{2}$$

$\alpha (^{\circ})$	Valore $\langle i(\alpha) \rangle (\mu A)$
0	44,5
10	42,5
20	38,3
30	33,3
40	26,6
50	19,3
60	12,3

TABELLA 2



$\alpha (^{\circ})$	Valori teorici di $I_t = I_0 \cos^2 \alpha$
0	2,2
$\pm 10$	3,3
$\pm 20$	5,16
$\pm 30$	6,6
$\pm 40$	7,7
$\pm 50$	8,53
$\pm 60$	8

- Valori teorici  $i_t = i_0 \cos^2 2\alpha$
- Valori misurati crescenti  
decrementi
- ▲ Valori medi
- × Valori -0,5 fondo scala
- x— valore max

Confronto punti teorici e sperimentale

# Misura della concentrazione di una soluzione.

**Una soluzione di zuccheri è** una sostanza «**otticamente attiva**», poiché se attraversata da una luce polarizzata è capace di ruotare il piano di polarizzazione di tale luce.

L'angolo di rotazione è dato dalla seguente relazione:

Lunghezza del percorso effettuato dalla luce entro la soluzione [dm]

$$\alpha = \frac{l C P_{\lambda}}{100}$$

**Potere rotatorio specifico [°/dm]**  
(proprietà della sostanza)

Nella nostra esperienza la sostanza attiva impiegata è il saccarosio, i cui valori di potere rotatorio relativi ad alcune lunghezze d'onda sono riportati nella tabella 2.

$P_{\lambda}$ (°/dm)	$\lambda$ (nm)	colore
64,8	~ 600	Rosso
84,9	~525	Verde
107,0	~ 440	Viola

Tabella 2



# Procedimento ed elaborazione dati

- a) Abbiamo reso monocromatica la luce ponendo il filtro rosso tra il proiettore e il primo polaroide.  
b) Inizialmente, abbiamo disposto i due polaroidi con gli assi incrociati, in questo modo giunge la minore quantità di luce.

«Buio sullo schermo»  $\longrightarrow \alpha_i = 90^\circ$

- c) Abbiamo interposto la soluzione tra i due polaroidi.

La soluzione fa ruotare il piano di polarizzazione di un angolo  $\alpha$ , la cui misura è letta sulla ghiera del polaroide analizzatore.

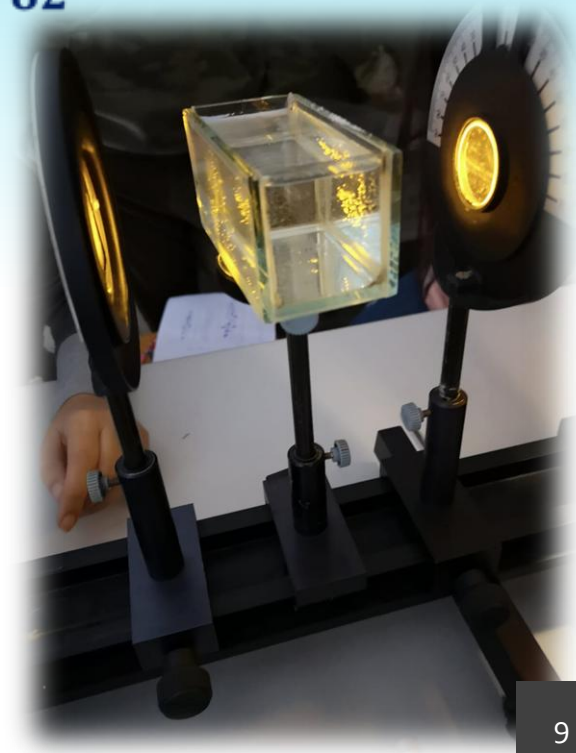
- d) Abbiamo ruotato l'analizzatore fino a riottenere la condizione di «buio sullo schermo»  $\alpha_f = 82^\circ$   
si determina l'angolo di rotazione, dato dalla differenza delle posizioni di «buio sullo schermo»

$$\alpha = 90^\circ - 82^\circ = 8^\circ$$

La concentrazione cercata si ottiene dalla precedente equazione:  $C = \frac{100 \alpha}{l P_\lambda}$

$$C = \frac{100 * 8^\circ}{(11,35 * 10^{-1} dm) * (64,8^\circ / dm)} = 0,11 \quad \left[ \frac{g_{soluta}}{100g_{soluzione}} \right]$$

Per esprimere la concentrazione si fa riferimento all'unità di misura peso/peso, pertanto il valore 0,11 è una quantità adimensionale.



# Osservazioni e conclusioni.

Gli esperimenti effettuati in laboratorio hanno dimostrato sul campo, quanto indicato analiticamente dalle formule; più dettagliatamente, riguardo la « Legge di Malus» si è verificato che l'intensità luminosa trasmessa da un sistema costituito da due polarodi è funzione, sia dell'intensità incidente, sia dell'angolo formato dagli assi di trasmissione dei due polarodi.

Nella seconda esperienza, abbiamo potuto misurare numericamente la concentrazione di una soluzione sfruttando il potere rotatorio specifico della luce resa monocromatica.

