

Nome e Cognome:

☐ LUN ☐ MER ☐ GIO

Data:

16

Polarizzazione della luce

NOTA DI SICUREZZA E PREVENZIONE: in questa esperienza si utilizzano (anche) sorgenti laser a diodo nel visibile (lunghezza d'onda ~650 nm) e potenza inferiore a 1 mW. Queste sorgenti appartengono alla classe 2 di sicurezza laser. Si raccomanda di seguire le prescrizioni di sicurezza accresciute della Classe 3A:

- Non osservare direttamente o tramite strumenti ottici il fascio laser;
- Non indirizzare il fascio laser verso il viso;
- Non stazionare con il viso in prossimità del fascio laser.

Inoltre è buona norma evitare riflessi indiretti dovuti a intercettazione del fascio da parte di superfici riflettenti, per cui si raccomanda di operare in assenza di oggetti quali orologi, bracciali, anelli, collanine, piercing, etc., e di segnalare ogni potenziale situazione di rischio.



NOTA ORGANIZZATIVA: l'esperienza è divisa in varie parti che richiedono apparecchiature montate su diversi banchi e in due stanze diverse (~10 repliche di parte 1, 2 repliche ciascuna di parti 2 e 3). Dunque è necessario organizzarsi in modo da sincronizzare la migrazione da un banco all'altro.

Parte 1: polaroid

Lo scopo di questa parte dell'esperienza è di verificare il comportamento dei filtri polarizzatori lineari ("polaroid") in presenza della luce polarizzata linearmente prodotta da un laser a diodo. Avete a disposizione un rivelatore costituito da un fotodiodo al silicio che opera in modalità "fotovoltaica"; esso va collegato ad un multimetro digitale, da utilizzare come microamperometro, usato per leggere la fotocorrente I_{ph} .

1. In assenza di filtri polaroid, allineate sul banco ottico il laser a diodo con il rivelatore (fotodiodo) agendo sull'altezza e orientazione del laser e del rivelatore e sulla slitta di traslazione del laser, in modo da massimizzare il segnale di fotocorrente.

$$P \sim \quad [\quad]$$

Prevedete tra laser e rivelatore il montaggio di un filtro montato su goniometro, che sarà utilizzato poi. Affinché il resto dell'esperienza riesca, è necessario avere $I_{ph} > 100 \mu A$. Ad allineamento ultimato, stimate la potenza P raccolta dal rivelatore supponendo la fotocorrente $I_{ph} = k P$, dove il fattore di conversione è supposto $k = 0.4 \text{ A/W}$ (valore nominale).

2. Sapendo che l'area sensibile del fotodiodo è $A = 7.5 \text{ mm}^2$ (supposta uniformemente interessata dalla radiazione), sulla base della stima di P e delle conoscenze che dovreste avere (inclusi valori numerici delle varie costanti!), stimate il flusso Φ_{ph} di fotoni che incidono sul rivelatore e il modulo del campo elettrico E_0 dell'onda.

$$\Phi_{ph} \sim \quad [\text{phot/s}]$$

$$E_0 \sim \quad [\text{V/m}]$$

3. Interponete un filtro polaroid tra laser e rivelatore avendo cura che la sua superficie sia ragionevolmente ortogonale al fascio laser e che il fascio passi senza ostruzioni attraverso il polaroid. Misurate la fotocorrente I_{phj} letta dal multimetro in funzione della posizione angolare θ_j del goniometro su cui è montato il polaroid, riportando i valori in tabella. Cercate di coprire un intervallo angolare complessivo sufficientemente ampio (si consiglia un po' oltre 180 gradi).

j	θ_j []	I_{phj} []
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

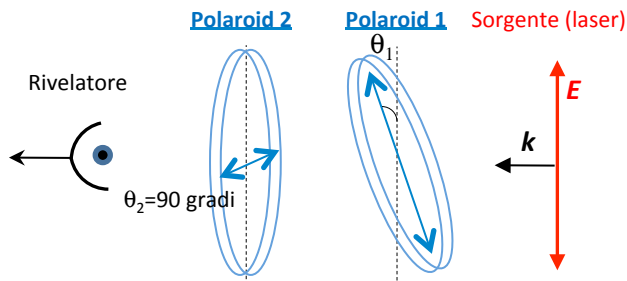
j	θ_j []	I_{phj} []
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		

16

4. Costruite il grafico delle misure (I_{phj} vs θ_j) eseguite. Inoltre, nell'ipotesi che il segnale I_{ph} sia linearmente proporzionale alla potenza P e dunque all'intensità I della radiazione, costruite la funzione modello ("legge di Malus") che lega I_{ph} a θ ed eseguite un best-fit dei dati secondo questo modello. Tenete conto che lo zero angolare sulla scala del goniometro è arbitrario. Per aumentare l'affidabilità, può essere utile aggiungere alla funzione un termine costante che tenga conto del "segnale di fondo". Riportate la funzione modello, spiegando la sua costruzione, e tutte le informazioni rilevanti per il best-fit nel riquadro. Di default, Python misura gli angoli in radianti, per cui ponete attenzione alle conversioni.

Funzione modello che lega I_{ph} a θ e sua costruzione (con i principali passaggi), informazioni (tutte quelle rilevanti) sul best-fit, commenti:

5. Ora dovete utilizzare due filtri polaroid, uno montato su goniometro e l'altro su un astuccio di materiale plastico da applicare al supporto del rivelatore. Chiamate "2" il filtro più vicino al rivelatore e "1" quello più vicino al laser, e θ_1 e θ_2 gli angoli dei loro goniometri, come rappresentato schematicamente in figura. Inizialmente usate solo il polaroid "2" e ruotatelo fino a minimizzare il segnale trasmesso (l'assenza di una scala graduata non dovrebbe pregiudicare la corretta esecuzione): siate molto delicati nell'inserire l'astuccio nella sua sede e nel ruotarlo! Se lo ritenete opportuno, potete usare la vite in nylon per bloccare l'astuccio (non usate attrezzi per serrare!). Quindi inserite anche il polaroid "1" e misurate il segnale I_{phj} letto dal multimetro in funzione della posizione angolare θ_{1j} del goniometro su cui è montato il polaroid "1", riportando i valori in tabella. Cercate di coprire un intervallo angolare complessivo sufficientemente ampio (si consiglia un po' oltre 90 gradi).



j	θ_{1j} []	I_{phj} []
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

j	θ_{1j} []	I_{phj} []
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Nome e Cognome:

☐ LUN ☐ MER ☐ GIO

Data:

16'

6. Costruite anche in questo caso la funzione modello che lega I_{ph} a θ_1 , spiegandone per bene nel riquadro l'origine e i passaggi che vi conducono a determinarla, disegnatte il grafico delle misure eseguite e fate un best-fit dei dati.

Funzione modello che lega I_{ph} a θ_1 e sua costruzione (con i principali passaggi), informazioni (tutte quelle necessarie) sul best-fit, commenti:

7. Molto facoltativo: rimpiazzate il polaroid “1” con una lamina ritardante (se disponibile!) disposta in modo che un suo asse ottico (indicato sul supporto) sia a circa ± 45 gradi rispetto alla direzione di polarizzazione del laser. Quindi, agendo sulla rotazione del polaroid “2”, verificate che la polarizzazione in uscita dalla lamina sia ellittica usando un ragionevole e motivato (motivazioni da spiegare nel riquadro dei commenti!) metodo sperimentale. Commentate il tutto.

Commenti:

Parte 2: angolo di Brewster in riflessione

16'

Scopo di questa parte dell'esperienza è verificare la presenza e stimare il valore dell'"angolo di Brewster" θ_B . Per incidenza a questo angolo su un'interfaccia tra dielettrici con indice di rifrazione (reale) n_1 e n_2 , l'onda riflessa non contiene componenti "polarizzate p, ovvero TM" (polarizzazione parallela al piano di incidenza). Si ricorda anche che $\tan \theta_B = n_2/n_1$ e che, per il materiale usato nell'esperienza (PMMA, ovvero perspex, o plexiglas) si ha $n_2 \approx 1.48$.

8. Fate incidere la radiazione di una lampada a filamento (polarizzata random, ovvero non polarizzata) sull'interfaccia aria/PMMA e osservate con l'occhio la riflessione. Potete cambiare l'angolo di incidenza, e quindi di riflessione, spostandovi rispetto al punto di incidenza sulla lastra di PMMA. Avendo a disposizione un filtro polaroid, individuate la presenza dell'angolo di Brewster e stimatene il valore, aiutandovi con un metro e facendo una misura da carpentiere.

Commenti sull'osservazione e sul metodo adottato, valore atteso e "misurato" dell'angolo di Brewster, etc.:

Parte 3: angolo di Brewster in trasmissione

9. Ripetete l'osservazione del punto 8 operando in trasmissione e usando, stavolta, un pacco di lastre di PMMA, cioè una successione di tante interfacce aria/PMMA. Commentate, spiegando perché, secondo voi, è preferibile utilizzare un pacco invece di una singola lastra.

Commenti sull'osservazione e sul metodo adottato, motivazione per l'uso del pacco, etc.: