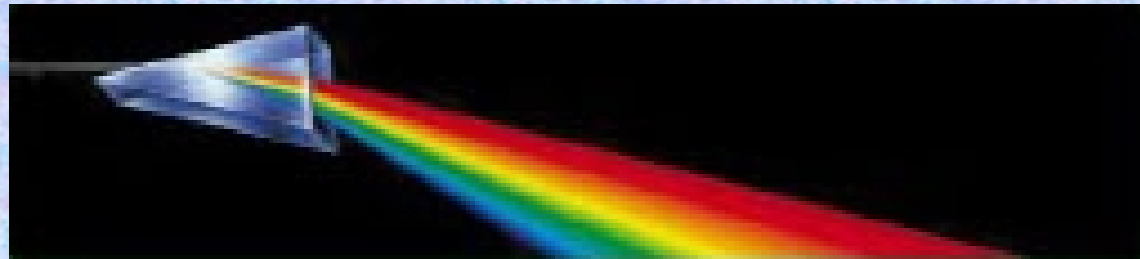


Università degli Studi di Palermo
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea in Fisica

Piano Lauree Scientifiche

Laboratorio di Ottica e Spettroscopia

Seconda lezione



Antonio Maggio e Luigi Scelsi
Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Palermo



Programma

- **Lezione interattiva I** (22/3/2012)
Test d'ingresso (autovalutazione). Cos'è la luce, come si propaga, come si forma un'immagine, cos'è un sistema ottico, come funziona e a che serve.
- **Laboratorio I** (27/3/2011)
Formazione di immagini con una lente convessa. Determinazione sperimentale della “legge delle lenti sottili”.
- **Lezione e laboratorio II** (3/4/2012)
Discussione dei risultati della prima esperienza. Determinazione delle dimensioni del sensore di luce (CCD) in una macchina fotografica digitale.

Programma

- **Lezione e laboratorio III** (12/4/2012)
Sistemi a più lenti (telescopi rifrattori). Il Sunspotter e l'osservazione del transito di Venere sul Sole del 6/6/2012. Immagini astronomiche digitali ed esercizio relativo.
- **Lezione interattiva III** (24/4/2012)
Interferenza e diffrazione, modello ondulatorio della luce. La luce come strumento di misura di oggetti microscopici. Cos'è uno spettroscopio e a che serve.

Secondo incontro

Sommario

- Riepilogo dei concetti affrontati nella prima lezione
- Descrizione dell'esperienza da svolgere (Laboratorio I)
- Cenni di teoria della misura
- Svolgimento dell'esperienza

Un modello euristico per la radiazione

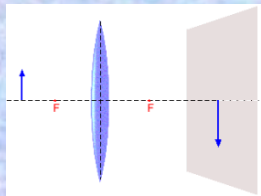
- La **radiazione** (luce) è il mezzo più veloce scelto dalla natura per trasportare **energia** attraverso lo spazio
- Che vi sia energia associata alla radiazione lo dimostra il fatto che **la luce del Sole riscalda** (*termodinamica*)
- **La radiazione nel vuoto si propaga alla velocità della luce, c** (previsto dalla *teoria dell'elettromagnetismo di Maxwell* e dimostrabile con esperimenti)
- Che la velocità della luce sia **quella massima raggiungibile** *discende dai postulati della teoria della relatività ristretta* (A. Einstein)

Sequenza degli esperimenti e dei concetti

Esperienze	Interpretazione fisica e metodi d'analisi
<p>1. Un'apertura di grandi dimensioni fa passare molta luce, ma non genera un'immagine</p>	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di energia intercettato da uno schermo è proporzionale all'area dell'apertura e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra l'apertura (sorgente secondaria) e lo schermo• Il metodo del tracciamento dei raggi (<i>ray tracing</i>) mostra che ad ogni punto della sorgente (oggetto) corrispondono diversi punti della regione illuminata
<p>2. Un foro stenopeico genera un'immagine, ma raccoglie poca luce (strumento ottico con <i>bassa sensibilità</i>); più piccolo è il foro migliore è la qualità dell'immagine (<i>migliore risoluzione</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Il foro consente soltanto poche direzioni di propagazione della radiazione; l'immagine può essere spiegata con il <i>modello a raggi (ottica geometrica)</i>• Un sistema ottico "efficiente" deve realizzare una corrispondenza biunivoca tra punti sorgente e punti immagine (<i>focalizzazione</i>)

Sequenza degli esperimenti e dei concetti

Esperienze	Interpretazione fisica e metodi d'analisi
<p>3. Una <i>lente convessa</i> raccoglie molta luce e genera un'immagine nitida, proiettabile solo in certe condizioni</p>	<ul style="list-style-type: none">• La lente modifica la direzione di propagazione della radiazione. Questo effetto si chiama <i>rifrazione</i>• Immagini reali si possono formare su uno schermo (<i>rivelatore</i>) posto a una distanza dalla lente che dipende dalla distanza della sorgente. Tale dipendenza può essere derivata sperimentalmente (Laboratorio I) oppure con un'approccio puramente geometrico (tecnica dei "raggi principali").



Interpretazione fisica

- **Rifrazione della luce**

- Perché la luce viene deflessa (rifratta) quando attraversa un vetro? La stessa cosa accade in un liquido (esperienza della matita nel bicchiere d'acqua che appare piegata).

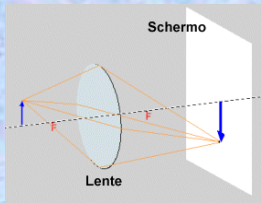
Questo fenomeno è dovuto alla variazione della velocità della luce quando passa da un mezzo ad un altro. Vale il principio di Fermat: il percorso della luce è quello che permette di raggiungere il punto di arrivo nel minor tempo possibile. Da tale principio deriva la legge di Snell-Descartes (vedi avanti)

- **Esercizio**: derivazione della legge di Snell-Descartes come soluzione del problema del bagnino

Sequenza degli esperimenti e dei concetti

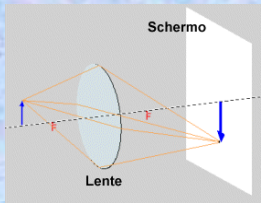
4. Le immagini reali si formano a una distanza dalla lente che dipende dalla distanza della sorgente

- Per ottenere una *immagine reale*, la sorgente deve essere a distanza maggiore della *lunghezza focale* altrimenti l'immagine è *virtuale* (non proiettabile ma visibile con l'occhio)
- *Equazione delle lenti sottili* (derivabile sperimentalmente o tramite la tecnica dei raggi principali)



Laboratorio I

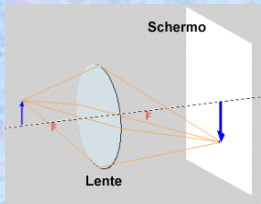
- Primo passo: determinare la lunghezza focale **f** della lente
- Secondo passo: posto un oggetto a distanza **d_o** (variabile) dalla lente, determinare a che distanza **d_i** bisogna mettere lo schermo dall'altra parte della lente per vedere un'immagine nitida dell'oggetto
- Terzo passo: Derivazione sperimentale della **legge delle lenti sottili** per una lente convessa (**Laboratorio I**: trovare qual è la relazione tra le quantità **d_o** , **d_i** ed **f** , al variare di **d_i** , dove **d_o** e **d_i** sono le distanze dell'oggetto e dell'immagine dalla lente)



Analisi delle misure

- Dopo aver misurato diverse volte d_i per una serie di posizioni d_o
 - _ Valutare il valore medio $d_{im} = \langle d_i \rangle$ per ogni d_o
 - _ Valutare l'incertezza su ciascun valore medio (suggerimento: $\Delta(d_{im}) =$ semidifferenza tra i valori massimo e minimo misurati)
- Fare un grafico delle quantità misurate (suggerimento: $1/d_o$ in ascissa, $1/d_{im}$ in ordinata)
 - Valutare l'incertezza su $1/d_{im}$ come $\Delta(d_{im}) / (d_{im})^2$
- Trovare la retta che meglio si adatta ai punti del grafico (o le rette di pendenza minima e massima compatibili con i punti entro le incertezze di misura)
- Determinare quale dei coefficienti della retta dipende da f

Relazione sull'esperienza



Titolo: Determinazione sperimentale della legge delle lenti sottili

Autori: Nome, cognome e classe dei membri del gruppo

- Descrivete in breve la motivazione scientifica (rifrazione della luce)
- Descrivete in una frase lo scopo dell'esperienza
- Ponete un'eventuale domanda a cui rispondere
- Svolgimento:
 - Descrizione dell'attrezzatura
 - Descrizione delle modalità di misura
 - Metodo di valutazione delle incertezze sulle misure
- Risultati:
 - Tabella delle misure
 - Grafico delle misure con incertezze sui singoli punti
- Analisi: Metodo di derivazione della legge che lega le misure
- Conclusione: sintesi dei risultati e risposta sintetica alla domanda.

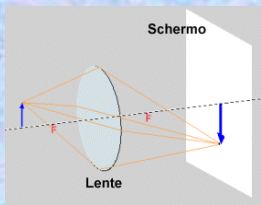


Tabella dei risultati

Misura (posizione)	Osservatore	Distanza oggetto- lente (d_o)	Distanza immagine- lente (d_i)	Valori medi e incertezze
1, 2, 3, ..., N	Marco	...	...	$d_o \pm \Delta d_o$
	Giovanni	...	...	$d_{im} \pm \Delta d_{im}$
	Enrico	...	...	$1/d_o$
	ecc.	...	...	$1/d_{im} \pm \Delta 1/d_{im}$