

## Ottica nel mondo reale

Scuola Estiva A.I.F.

Assergi, 30 luglio – 4 agosto 2001

### SCHEDE degli ESPERIMENTI

Presentiamo qui di seguito delle brevi schede, intese come guida agli esperimenti proposti. Per tutti gli esperimenti il materiale a disposizione rientra in questo insieme:

- Basetta con lampade di vario tipo (e relativa alimentazione): lampada a filamento (LF); lampada dicroica (LD); lampada “da bicicletta” (LB); lampada smerigliata (LS).
- Telaio scuro (T), verticale, con ampia finestra, per sostenere oggetti opachi piani o diaframmi di varie forme e dimensioni.
- Camera oscura allungabile, con porta-diaframmi (o lenti) anteriore e schermo traslucido posteriore (CO). Base, asta e morsetti per il montaggio.
- Schermo (S) chiaro con supporti.
- Cubo costruito con bacchette di legno; gnomoni, sagome di cartone.
- Metro e carta millimetrata. Materiale di cancelleria.

Senza dichiararlo di volta in volta, sono considerati prerequisiti: il modello fisico della propagazione rettilinea della luce; le nozioni geometriche relative alla similitudine.

Per ogni esperimento, oltre alla sigla identificativa viene indicato lo scopo immediato e una sintetica procedura operativa. Considerazioni didattiche generali o specifiche, e osservazioni “tecniche,” vengono lasciate alla presentazione e alla discussione successiva all’esecuzione degli esperimenti.

All’ideazione e alla realizzazione degli esperimenti hanno contribuito: R. Bagnolesi, M. Coluccini, E. Fabri, C. Madella, U. Penco. La prima stesura delle schede è di RB; la forma definitiva è stata data da EF.

## Sez. 1.A: OMBRE DA SORGENTI PUNTIFORMI

---

### Esperimento 1.A.1

Elementi caratterizzanti: Sorgente puntiforme; ostacolo piano opaco, o diaframma; forma e dimensioni dell'ombra o della macchia luminosa sullo schermo; similitudini.

Materiale essenziale: Sorgente puntiforme (LB oppure LD). Telaio su cui fissare un cartoncino opaco con un diaframma (foro), oppure il foglio di acetato sul quale è fissato uno dei cartoncini opachi a disposizione. Schermo chiaro sul quale può essere fissato un foglio quadrettato o un foglio di carta millimetrata.

Procedimento: Variando la distanza fra lampada e telaio, e quella fra telaio e schermo, fare previsioni sulle dimensioni e la forma dell'ombra o della macchia luminosa sullo schermo. telaio e schermo devono essere tenuti paralleli fra loro. Verificare le previsioni.

Si notano differenze usando LB oppure LD?

C'è un "orientamento" di LD che rende i contorni più netti sullo schermo?

---

### Esperimento 1.A.2

Elementi caratterizzanti: Ricerca della posizione di una sorgente puntiforme dalle ombre prodotte su un piano da gnomoni verticali (versione bidimensionale).

Materiale essenziale: Sorgente puntiforme (LB oppure LD); sagome di cartone (o piccoli gnomoni) poste su un foglio grande appoggiato sul tavolo, allineate con la sorgente.

Procedimento: Segnare sul foglio l'inizio e la fine dell'ombra di ciascuna sagoma; misurare la lunghezza delle ombre e l'altezza delle sagome. Riprodurre, su un foglio a parte, le posizioni delle ombre e le altezze delle sagome (eventualmente in scala). Con opportuno procedimento geometrico, ricostruire la posizione della sorgente.

---

### Esperimento 1.A.3

Elementi caratterizzanti: Ricerca della posizione di una sorgente puntiforme dalle ombre prodotte su un piano da gnomoni verticali (versione tridimensionale).

Materiale essenziale: Sorgente puntiforme (LB oppure LD); sagome di cartone (o piccoli gnomoni) poste su un foglio grande appoggiato sul tavolo, in posizioni arbitrarie.

Procedimento: Segnare sul foglio l'inizio e la fine dell'ombra di ciascuna sagoma. Congiungendo le tracce delle ombre, determinare il piede della perpendicolare dalla sorgente al foglio. Misurare la lunghezza delle ombre e l'altezza delle sagome. Riprodurre, su un foglio a parte, le posizioni delle ombre e le altezze delle

sagome (eventualmente in scala). Con opportuno procedimento geometrico, ricostruire la posizione della sorgente.

In particolare, per ciascuna sagoma calcolare il rapporto altezza/ombra. Che cosa accade di questi rapporti se si ripete l'esperimento con sorgente sempre più lontana?

---

#### **Esperimento 1.A.4**

**Elementi caratterizzanti:** Tracciatura dell'ombra di un oggetto posato su un piano simulando, con un filo teso, la propagazione rettilinea della luce.

**Materiale essenziale:** Sorgente puntiforme (LB oppure LD); "mattoncini" LEGO; filo di lenza o cotone; fogli quadrettati.

**Procedimento:** Costruire un "oggetto" con i mattoncini e appoggiarlo su un foglio davanti alla lampada puntiforme. Tolta la lampada, agganciare il filo al supporto (che va posizionato il più possibile in coincidenza col filamento della lampada). Tenendo il filo teso e facendo in modo che sfiori l'oggetto, farne scorrere l'altra estremità sul foglio, marcandovi la linea descritta.

Accendere la lampada e segnare il profilo dell'ombra che si vede. Confrontare il contorno tracciato col filo con quello dell'ombra reale, stimando l'entità degli scostamenti.

Elencare le cause che limitano la bontà della previsione.

---

#### **Esperimento 1.A.5**

**Elementi caratterizzanti:** Scheletro di un cubo illuminato da una sorgente puntiforme. Previsioni delle caratteristiche dell'ombra.

**Materiale essenziale:** Sorgente puntiforme (LB o LD). Schermo chiaro sul quale è stato fissato un foglio di carta quadrettata o un foglio di carta millimetrata. Telaio che sostiene lo scheletro del cubo.

**Procedimento:** Con la lampada spenta, posizionare il telaio in modo che il centro del cubo si trovi sulla normale condotta dalla lampada allo schermo; il cubo dovrà avere due facce orizzontali e due parallele allo schermo stesso. Note le dimensioni del cubo e le distanze fra gli oggetti in gioco, fare previsioni sulla forma e sulle dimensioni che avrà l'ombra del cubo. Accendere la lampada e verificare.

Ripetere il tutto dopo aver ruotato il cubo di  $45^\circ$  attorno a un asse verticale.

Ripetere disponendo il cubo in altre posizioni ritenute significative.

## Sez. 1.B: OMBRE E PENOMBRE DA SORGENTI DI VARIO TIPO

---

### Esperimento 1.B.1

**Elementi caratterizzanti:** Più sorgenti puntiformi che illuminano ostacoli o diaframmi circolari. Caratteristiche delle immagini sullo schermo.

**Materiale essenziale:** Due o tre sorgenti puntiformi (LB). Schermo chiaro sul quale è stato fissato un foglio di carta quadrettata o millimetrata. Telaio che sostiene o un cartoncino opaco circolare o un diaframma circolare. Di entrambi sono a disposizione due esemplari, il cui diametro in un caso è inferiore alla distanza fra le due LB, mentre nell'altro è superiore.

**Procedimento:** L'esperimento dev'essere ripetuto per ogni "oggetto" posto sul telaio situato fra le lampade e lo schermo. La posizione del telaio varierà da molto vicino alle lampade, fino a trovarsi a ridosso dello schermo, passando per le posizioni intermedie. Spostando il telaio, se ad es. usiamo uno dei cartoncini:

- a) Come variano le dimensioni dell'ombra?
- b) E la sua forma? È connessa?
- c) E le sue gradazioni di grigio?
- d) Se hai a disposizione anche uno specchietto piano da usare al posto del diaframma o del cartoncino, che cosa potrai osservare sullo schermo (opportunamente collocato)?

(Chiaramente se si lavora con un diaframma si parlerà non di ombra ma di macchia di luce o "immagine.")

---

### Esperimento 1.B.2

**Elementi caratterizzanti:** Sorgente estesa che illumina sia ostacoli che diaframmi di dimensioni maggiori o minori di quelle della sorgente, ma di forma differente. Caratteristiche delle immagini ottenute sullo schermo.

**Materiale essenziale:** Oltre al telaio e allo schermo come negli esperimenti precedenti, verranno usate due lampade smerigliate. I cartoncini e i diaframmi avranno una forma notevolmente differente rispetto a quella delle sorgenti (per esempio saranno quadrati) e ce ne saranno due versioni, rispettivamente più grande e più piccola della sorgente.

**Procedimento:** Il telaio verrà spostato come nel caso precedente; dovranno essere osservate le dimensioni e le caratteristiche dell'immagine sullo schermo (ombra o "macchia chiara"). In particolare, per ogni caso considerato:

- a) L'immagine ha la forma della sorgente o quella del diaframma-ostacolo?
- b) La zona di penombra (o la zona con luminosità sfumata) che estensione ha? In dipendenza di che cosa?

- c) Alla produzione dell'immagine contribuisce ogni porzione della superficie della sorgente?
- d) Se hai a disposizione anche uno specchietto piano da usare al posto del diaframma o del cartoncino, che cosa potresti osservare sullo schermo (opportunamente collocato)?
- 

### **Esperimento 1.B.3**

**Elementi caratterizzanti:** Sorgente estesa (o LB) che illumina un cartoncino di dimensioni e forma assegnata. Analogie e differenze nella descrizione di uno stesso fenomeno osservato da “differenti punti di vista.”

**Materiale essenziale:** Una sorgente estesa; il telaio con un cartoncino opaco; schermo con un piccolo foro.

**Procedimento:** Osservare ombra e penombra sulla schermo; prevedere che cosa si vedrà mettendo l'occhio dietro il foro, a seconda della posizione in cui esso si trova (se in luce, nell'ombra, nella penombra). Verificare.

---

### **Esperimento 1.B.4**

**Elementi caratterizzanti:** Ombra di uno gnomone illuminato da una sorgente estesa.

**Materiale essenziale:** Una LS; più gnomoni della stessa lunghezza, aventi forme diverse nella loro parte terminale; foglio bianco sul tavolo.

**Procedimento:** Osservare la parte terminale dell'ombra dei vari gnomoni illuminati dalla LS, variandone la distanza e l'altezza sul piano dell'ombra. Esprimere pareri motivati, e valutazioni, sull'incertezza nella lunghezza dell'ombra dello gnomone in funzione della forma della sua punta.

## Sez. 2.A: OTTICA ALL'APERTO (Osservazioni diurne e notturne)

---

### Esperimento 2.A.1

Elementi caratterizzanti: Uno gnomone verticale illuminato dal Sole: influenza della forma della punta e dell'altezza sull'ombra prodotta; modo migliore di realizzare uno gnomone (montaggio, scelta del tipo di "piano" su cui osservare l'ombra).

Materiale essenziale: Pali di diverse altezze e forme.

Procedimento: Stimare con quale accuratezza si può determinare la posizione e la lunghezza dell'ombra. La lunghezza del palo e la forma della punta influenzano la precisione della misura? E la natura (il materiale) del piano su cui si proietta l'ombra?

Considerate due versioni di gnomone: una "sul campo," ossia su terreno aperto (naturale o pavimentato) e una "controllata," realizzata su piccola scala, con piano scelto nel modo migliore.

Misurate l'altezza del Sole utilizzando uno gnomone "controllato."

---

### Esperimento 2.A.2

Elementi caratterizzanti: Specchi piani di varia forma posti alla luce del Sole: osservazione del fascio.

Materiale essenziale: Specchio piano, diaframmi di varia forma da sovrapporre. Una parete lontana (oltre 100 volte le dimensioni dello specchio).

Procedimento: Osservate che sulla parete, qualunque sia la forma del diaframma, si forma un'immagine circolare del Sole; stimare il diametro angolare del Sole.

Ci sono collegamenti o analogie con esperimenti presenti in altre sezioni?

---

### Esperimento 2.A.3

Elementi caratterizzanti: Galileo e la Luna: confronto tra specchio piano e convesso esposti al Sole.

Materiale essenziale: Specchio piano. Specchio convesso di tipo "stradale."

Procedimento: Mandare la luce del Sole, riflessa da ciascuno degli specchi, su un muro non esposto direttamente al Sole. Confrontare le due macchie di luce direttamente fra loro e col muro.

Confrontare il risultato delle osservazioni con quanto letto nel *Dialogo sui Massimi Sistemi*.

---

### **Esperimento 2.A.4**

Elementi caratterizzanti: Galileo e la Luna: aspetto dei materiali, superfici asciutte o bagnate.

Materiale essenziale: Mattonelle, filtri polarizzatori, acqua.

Procedimento: Si confrontano alcune mattonelle asciutte, altre appena bagnate e altre molto bagnate. Quali sono più chiare? Che differenza si può osservare tra le mattonelle appena bagnate e quelle molto bagnate riguardo alla luce riflessa?

Osservare la polarizzazione della luce riflessa o diffusa dalle mattonelle.

Passeggiando sulla spiaggia si può osservare sabbia asciutta, sabbia appena umida e sabbia continuamente bagnata dalle onde: anche in questo caso si possono trarre le stesse conclusioni?

---

### **Esperimento 2.A.5**

Elementi caratterizzanti: Galileo e la Luna: polverizzazione del vetro nero.

Materiale essenziale: Vetro nero, mortai e provette, acqua.

Procedimento: Si polverizza nel mortaio un pezzetto di vetro nero. Che colore ha la polvere?

S'introduce la polvere in una provetta e si aggiunge acqua, fino a coprire e bagnare completamente la polvere. Come cambia il colore della polvere?

---

### **Esperimento 2.A.6**

Elementi caratterizzanti: Galileo e la Luna: legge dell'inverso del quadrato.

Materiale essenziale: Parete regolare, illuminata in modo uniforme (o telo chiaro e relativo supporto). Macchina fotografica. (Materiale per il trattamento di una pellicola in B-N.)

Procedimento: Si eseguono fotografie a diverse distanze dalla parete. Una prima foto viene scattata da una distanza fissata, usando un certo diaframma e un certo tempo di esposizione. Si varia la distanza (ad esempio raddoppiando quella iniziale) e si eseguono altre foto, mantenendo il tempo di esposizione e utilizzando diverse aperture di diaframma attorno a quella iniziale. Si può ripetere modificando ancora la distanza.

Dopo lo sviluppo si confrontano i livelli di grigio dei negativi. Quale combinazione diaframma-distanza dà lo stesso livello di grigio della foto iniziale?

---

### Esperimento 2.A.7

Elementi caratterizzanti: Il foglio piegato: effetto dell'angolo d'incidenza della luce.

Materiale essenziale: Un foglio di carta o cartoncino.

Procedimento: Piegare il foglio secondo una parallela al lato corto, a  $1/3$  del lato lungo, e disporlo in modo che le due parti formino un angolo di circa  $60^\circ$ . Orientare la parte più piccola perpendicolare al Sole, in modo che la parte piegata resti dal lato opposto al Sole.

È verificata l'affermazione di Galileo: “vedete come questa faccia, che riceve i raggi obliquamente, è manco chiara di quest'altra, dove la riflessione viene ad angoli retti”?

Che accade se si fa crescere l'angolo fin verso  $90^\circ$ ?

Osservate da diverse direzioni il foglio, tenuto fermo da un'altra persona: cambia qualcosa?

---

### Esperimento 2.A.8

Elementi caratterizzanti: Arcobaleno con annaffiatore.

Materiale essenziale: Annaffiatore (vari tipi), filtri colorati, rotella metrica, spago, filtri polarizzatori.

Procedimento: Per mezzo della nube di gocce prodotta dall'annaffiatore, si debbono creare le condizioni più favorevoli per vedere un arcobaleno (una piccola porzione dell'arco).

Come cambia la posizione dell'arco se si muove la testa? Che cosa se ne deduce sulla localizzazione dell'immagine? Viceversa, dove si “vede” l'arco?

Cercare l'arco secondario (sarà difficile vederlo) e gli archi soprannumerari.

Osservare l'arcobaleno in luce “quasi” monocromatica, usando i filtri. Si riesce a vederlo? Perché è più difficile?

Verificare che la luce rinviata dalle gocce è polarizzata.

Trovare un metodo per misurare l'angolo di apertura dell'arco.

---

### Esperimento 2.A.9

Elementi caratterizzanti: Galileo e la Luna: osservazione della Luna e di un telo bianco, illuminati dal Sole.

Materiale essenziale: Telo e relativo supporto, macchina fotografica.

Procedimento: Dopo la lettura dei brani tratti dal *Dialogo sui Massimi Sistemi* si possono verificare le affermazioni di Galileo confrontando la luce diffusa dal



muro (o dal telo) con quella diffusa dalla Luna. Si possono fare foto, che verranno analizzate durante la discussione degli esperimenti.

---

### **Esperimento 2.A.10**

Elementi caratterizzanti: Osservazione della Luna in uno specchio rettangolare (l'esperimento verrà fatto dopo cena).

Materiale essenziale: Specchietto rettangolare piano; schermo o parete.

Procedimento: Si osserva l'immagine della Luna nello specchio, ponendosi a varie distanze da esso. Cosa si vede quando siamo vicini allo specchio? E quando ci allontaniamo? Confrontate le conclusioni con quanto osservato nell'esperimento 2.A.2.

---

### **Esperimento 2.A.11**

Elementi caratterizzanti: Il binocolo: uso diurno e notturno (diaframmi e pupille).

Materiale essenziale: Un binocolo. Dispositivo di cartoncino che consente di diaframmare con due o tre passaggi l'obbiettivo del binocolo.

Procedimento: Dopo aver puntato il binocolo su un certo soggetto, mettere davanti all'obbiettivo i diaframmi a disposizione, di diametro via via più piccolo. Osservare se e quando si percepisce una riduzione di luminosità del soggetto, e mettere in relazione questa percezione con le dimensioni della pupilla.

## Sez. 3.A: CAMERA OSCURA

---

### Esperimento 3.A.1

Elementi caratterizzanti: Camera oscura con diaframmi (fori) di vario diametro.

Materiale essenziale: Tre LB o LF. Camera oscura (tubo di cartone) allungabile con possibilità d'inserire diaframmi di diametro vario all'estremità esposta alla sorgente. L'estremità opposta della CO è di carta translucida (pergamena da disegnatori) e consente di osservare, per trasparenza, l'immagine che vi si forma.

Procedimento: Disporre la CO a circa 30 cm dalle tre LB (o dalla LF). Usare il diaframma più aperto fra quelli disponibili. Descrivere le caratteristiche dell'immagine che si forma sullo schermo: dipendenza dalla distanza diaframma-sorgente e dalla lunghezza della CO; corrispondenza tra forma e posizione spaziale della sorgente e dell'immagine, luminosità dell'immagine.

Ripetere le osservazioni per ciascuno dei diaframmi a disposizione e confrontare le immagini al variare del diaframma:

Come cambia la luminosità?

Come cambia la risoluzione dei particolari?

---

### Esperimento 3.A.2

Elementi caratterizzanti: Camera oscura con diaframma a tre fori.

Materiale essenziale: LB e LF. Camera oscura allungabile. Questa volta il cartoncino che chiude la CO dal lato della sorgente ha, come diaframma, tre forellini di piccolo diametro.

Procedimento: Si cominci usando una sola LB. Senza accenderla, fare previsioni su quello che si vedrà sullo schermo translucido. Accendere la lampada, osservare e interpretare.

Si ripeta l'osservazione usando la LF: prevedere, osservare, interpretare.

---

### Esperimento 3.A.3

Elementi caratterizzanti: Camera oscura con diaframma e lente. Si vuole mostrare l'effetto di una lente sulla propagazione della luce.

Materiale essenziale: Oltre agli oggetti usati nei due esperimenti precedenti, viene fornita una lente convergente la cui lunghezza focale è circa metà della lunghezza della CO.

Procedimento: Sovrapporre la lente al diaframma a tre fori. Usando la LB come nell'esperimento 3.A.2, che cosa si vede?

Modificare la lunghezza della CO e osservare come varia la distanza fra le tre macchioline luminose. Interpretare.

Cercare la lunghezza della CO per la quale le tre macchioline si fondono in una. Che accade se si va oltre questa posizione?

Togliere il diaframma a tre fori, lasciando come unico diaframma il supporto della lente. Ripetere le prove appena fatte: che cosa si vede?

Sintetizzare tutte le osservazioni e descrivere l'effetto della lente convergente sul percorso dei raggi.

---

### **Esperimento 3.A.4**

Elementi caratterizzanti: Inversione dell'immagine sulla retina.

Materiale essenziale: Un cartoncino nel quale sia stato praticato un forellino di diametro  $\leq 1$  mm, un'intensa sorgente di luce estesa, una graffetta fermacarte "raddrizzata."

Procedimento: Tenere il cartoncino davanti agli occhi, a una distanza alla quale non è possibile mettere a fuoco gli oggetti, in modo che il forellino sia contro uno sfondo chiaro o una sorgente estesa di luce. Far scorrere, lentamente, in senso destra-sinistra il fermaglio tenuto verticale e posto fra gli occhi e il cartoncino forato, molto vicino a un occhio. Fare attenzione al passaggio del fermaglio in corrispondenza del forellino.

Descrivere ciò che si vede. In particolare, se si vede "qualcosa che si muove," in che verso si muove? dove si vede? Proporre un'interpretazione.

## Sez. 3.B: LENTI

---

### Esperimento 3.B.1

Elementi caratterizzanti: La lente d'ingrandimento.

Materiale essenziale: Una lente convergente di  $2 \div 3$  diottrie. Fogli scritti, fogli quadrettati.

Procedimento: Si posa il foglio sul tavolo e ci si mette a distanza tale da vedere distintamente la scritta o i quadretti. La lente viene usata come "lente d'ingrandimento" (microscopio semplice), ponendola tra il foglio e l'occhio.

Con un po' d'esercizio è possibile osservare insieme il foglio sia direttamente sia attraverso la lente. In questo modo con la carta quadrettata si può stimare l'ingrandimento ottenuto.

Studiare come cambia l'ingrandimento al variare della posizione della lente.

---

### Esperimento 3.B.2

Elementi caratterizzanti: Posizione dell'immagine data da una lente convergente.

Materiale essenziale: Una lente convergente di  $2 \div 3$  diottrie. Fogli scritti, fogli quadrettati.

Procedimento: Usando la lente come nell'esperimento 3.B.1, stimare "dove" viene percepita l'immagine dell'oggetto. Ripetere variando la posizione della lente.

Con quali accorgimenti si potrebbe localizzare l'immagine definita nel senso dell'ottica geometrica? La stima precedente concorda con la teoria?

---

### Esperimento 3.B.3

Elementi caratterizzanti: La lente di Fresnel.

Materiale essenziale: Una lente di Fresnel realizzata in materiale plastico.

Procedimento: Osservate la lente nei suoi particolari costruttivi. Usatela come lente d'ingrandimento. Notate qualche differenza a seconda che la parte liscia sia rivolta verso l'occhio o verso l'oggetto?

Come potreste valutarne la lunghezza focale?

---

### Esperimento 3.B.4

Elementi caratterizzanti: La lente convergente spezzata.

Materiale essenziale: Una lente convergente, senza supporti, tagliata in due parti che possono essere fatte combaciare a mano.

Procedimento: Tenendo unite le due parti, focalizzare su uno schermo l'immagine di qualche oggetto abbastanza luminoso. Fare previsioni e, soltanto dopo, fare

la verifica sperimentale, sulle caratteristiche dell'immagine prodotta in queste diverse situazioni:

- a)* ruotando la lente attorno a un asse verticale passante per il suo centro
- b)* utilizzando metà lente
- c)* distanziando fra loro i due spezzoni senza modificarne l'orientamento.

In ogni caso fornire una spiegazione delle osservazioni.

## Sez. 3.C: SPECCHIO CILINDRICO

---

### Esperimento 3.C.1

Elementi caratterizzanti: Specchio cilindrico concavo (unico esemplare).

Materiale essenziale: Specchio cilindrico concavo, realizzato con materiale di recupero. Il raggio di curvatura è modificabile; lo specchio può anche essere trasformato da concavo a convesso.

Procedimento: Guardatevi nello specchio e stimate la posizione della vostra immagine.

Guardate l'immagine riflessa di una matita tenuta verticale davanti allo specchio. Dove si trova? quanto è grande?

Che cosa cambia se si fa ruotare la matita di  $90^\circ$  intorno alla linea di vista?

Ripetete tutto l'esperimento con l'asse dello specchio disposto orizzontalmente.

## Sez. 4.A: LA MACCHINA FOTOGRAFICA E ALTRI STRUMENTI OTTICI

---

### Esperimento 4.A.1

Elementi caratterizzanti: Macchina fotografica “usa e getta” smontata.

Materiale essenziale: Varie macchine fotografiche del tipo “usa e getta”:

- a) 2 “Kodak fun” (dotazione di base);
- b) 1 “Kodak flash” (fun o ultra);
- c) 3 macchine di altro tipo (con e senza flash).

*Nota:* queste macchine fotografiche *non* devono essere riconsegnate.

**Procedimento:** Separate le due parti della carcassa, posteriore e anteriore, che sono già allentate.

Provate a ricaricare l’otturatore e a farlo scattare (così potete vedere quale levetta permette di tenerlo bloccato sulla posizione di aperto).

Individuate quanti sono i “sistemi ottici,” di che tipo sono e che funzione hanno. Se non sono semplici ma “composti” analizzateli ulteriormente.

Procedete il più possibile nello smontaggio: in particolare, individuato l’anello grigio che tiene l’obiettivo, smontate anche quello per togliere la lente.

*Nota:* Se per caso invece di smontare la MF l’avete sfasciata, potete ripartire con la seconda MF, identica alla prima.

Se avanza tempo, o quando sarete a casa, provate a smontare le altre, per confrontare quelle senza flash e quelle col flash.

---

### Esperimento 4.A.2

Elementi caratterizzanti: Macchina fotografica “usa e getta,” (con e senza obiettivo).

Materiale essenziale: Macchina fotografica “usa e getta,” smontata. Scatola da gelati. Trincetto. Carta translucida.

**Procedimento:** Ritagliate un rettangolino di carta translucida e fissatelo al corpo macchina della MF, al posto della pellicola. Praticate un foro al centro del lato più piccolo della scatola e appoggiatevi, all’interno, la MF in modo che l’obiettivo corrisponda al foro. Togliete il lato opposto della scatola e sagomate gli spigoli delle facce laterali in modo da potervi appoggiare il viso senza avere infiltrazioni di luce.

Puntate questa “camera oscura improvvisata” contro qualche oggetto ben illuminato e descrivete ciò che si vede.

Potete ripetere l’osservazione togliendo la lente obiettivo dalla MF: confrontate la luminosità con il caso precedente.

*Nota:* Prima di fissare la MF alla scatola dovrete bloccare l'otturatore (osservato nell'esperimento precedente) sulla posizione di "aperto."

---

### **Esperimento 4.A.3**

**Elementi caratterizzanti:** Osservazione di un proiettore per diapositive: composizione del sistema e funzione delle varie parti.

**Materiale essenziale:** Un proiettore per diapositive. Qualche diapositiva.

**Procedimento:** Si smonta il proiettore lasciando solo la lampada (meglio se senza specchio, o coprendolo per breve tempo), la diapositiva e l'obiettivo. Questa disposizione è quella "tradizionale" dei libri di testo, ma ... non si vede quasi nulla! Descrivere che cosa si vede sullo schermo.

Se si scopre lo specchio cosa cambia?

Cercare se nello spazio fra obiettivo e schermo è visibile un'immagine reale della sorgente: situata dove? quanto grande?

Cosa cambia se si aggiunge il condensatore?

Sapreste proporre un metodo per determinare la focale del condensatore?

---

### **Esperimento 4.A.4**

**Elementi caratterizzanti:** Osservazione di una lavagna luminosa (funzionamento e smontaggio).

**Procedimento:** L'osservazione di questo strumento verrà eseguita "dalla cattedra," dato che è disponibile un solo esemplare. Si riconosceranno gli stessi componenti del proiettore, con le seguenti varianti:

- il condensatore è realizzato con una lente di Fresnel (perché?)
- dopo l'obiettivo (nel senso del cammino della luce) è presente uno specchio a  $45^\circ$ , la cui funzione è ovvia.



## Sez. 5.A: ARCOBALENO IN LABORATORIO

---

### Esperimento 5.A.1

Elementi caratterizzanti: Riproduzione della rifrazione da una “goccia.” Ricerca dell’angolo di rifrazione massimo (arcobaleno primario) ed eventualmente dell’arco secondario.

Materiale essenziale: Palloncino di vetro pieno d’acqua. Laser a stato solido montato su morsa. Schermo bianco. Metro a nastro.

Procedimento: Disporre il laser e lo schermo in modo che il fascio rifratto–riflesso–rifratto dal palloncino formi una macchia visibile sullo schermo. Spostando trasversalmente il laser osservare lo spostamento della macchia sullo schermo, e cercare la posizione che corrisponde all’angolo massimo.

Verificare che uno stesso spostamento del laser produce variazioni angolari molto diverse a seconda che ci si trovi o no in vicinanza del massimo.

Se invece di un laser si fosse usato un largo fascio di raggi paralleli, che distribuzione angolare ci si sarebbe aspettati per la luce rinvia dalla “goccia”?

Trovare il modo di misurare l’angolo corrispondente alla deviazione massima.

Ripetere il procedimento per individuare l’arco secondario (rifr.–rifl.–rifl.–rifr.) e per misurare l’angolo (che in questo caso è minimo).