

# Laboratorio di ottica astronomica

## Prima prova al banco ottico.

Versione del 15/4/2015

Il materiale necessario è tutto sul banco ottico e sull'armadietto piccolo nella parete di fronte alla porta. Rimuovete la carta di protezione con prudenza, sotto c'è del vetro! Prendete un poco di confidenza con i componenti del banco ottico:

- a) alcune lenti sono all'interno di una montatura, altre libere; sono numerate sul bordo
- b) lo specchio parabolico è dentro all'armadio, anta alla vostra ds, in una busta marcata "Edmund".
- c) trattate gli elementi ottici con cura. E' fortemente consigliato manipolare con i guanti quelli che non sono all'interno di una montatura..
- d) le filettature hanno due passi, M4 e M6; le barrette cilindriche le hanno entrambe, una a ciascuna estremità
- e) gli elementi possono essere connessi con spaziatori o con viti "prigioniere" (cioè senza testa), oltrechè, in alcuni casi, con viti "normali"; sono disponibili raccordi convertitori tra M4 e M6
- f) i supporti cilindrici cavi consentono di allineare gli elementi ottici agendo sull'altezza di ciascuna barretta (da serrare ...con gentilezza)
- g) sono disponibili utensili (chiavi a brugola, cacciaviti, pinza, forbici ...) in una cassetta: dopo l'uso riporli al loro posto.
- h) avvitate e svitate dolcemente; solo nel caso in cui due elementi non si separino potete usare l'incavo concavo della pinza .... sull'albero, non sulla filettatura!
- i) avete cartoncino bianco per individuare la posizione approssimativa dell'immagine. Potete proiettare l'immagine sullo schermo di alluminio con cartone sul banco ottico. Cartoncino bianco e nero, forbici e nastro adesivo sono disponibili se vi occorrono (schermi, diaframmi).
- j) la prova non richiede buio totale, tenete la porta semiaperta se lo preferite. In ogni caso tenete a portat di mano la "torcia". In caso di black out si accende automaticamente una lampada di sicurezza
- k) Ricordate che, in oscurità, la cosa più pericolosa sono le sedie o gli zaini in giro per la stanza, in cui si può inciampare. Accostate tutto alle pareti.

## N1. Lenti

a) Ponete la lente n.1 ( $\phi = 50\text{mm}$ ) sul banco davanti alla lampada alogena e mettete a fuoco l'immagine del filamento sulla parete di fronte.

- consiglio: installate la lente su una piastra di appoggio sufficientemente larga e allineatela alla sorgente senza fissarla al banco, così da essere più rapidi nella ricerca del fuoco.

Ottenuta l'immagine, misurate le distanze  $p$  e  $q$ ; ottenete da queste la lunghezza focale della lente; verificate che l'ingrandimento ottenuto corrisponda all'espressione  $I = -q/p$ .

- consiglio: avete una lampada gemella di quella montata per valutare le dimensioni. Ricordate che la lampada in uso SCOTTA e che il vetro delle lampade alogene non va mai toccato, anche a freddo!

- consiglio: per valutare gli errori assumete un errore su ogni misura di distanza sul banco di 1mm; quando misurate le distanze dalla parete assumete un errore di 1cm

b) Ripetete la stessa operazione con la lente n.3.

Ponete poi lo schermo di alluminio sul banco e cercate le due posizioni in cui l'immagine va a fuoco; verificate che queste corrispondono a "scambiare" tra loro p e q.

(N.B.: dovrà essere  $d = p+q$ , con d distanza tra sorgente e schermo).

- consiglio: fate prima alcuni tentativi senza fissare gli elementi, o fissandoli provvisoriamente.
- consiglio: potete scegliere di usare il binario graduato; per fissarlo sono sufficienti due viti . in due fori diagonalmente opposti (n.b: se le viti non sono serrate, la piattaforma mobile ne viene bloccata)
- l'uso del binario graduato aumenta la precisione ma è un poco laborioso; potete preferire usare una semplice piattaforma e regolarne la posizione

In entrambe le posizioni misurate l'ingrandimento e verificate corrisponda ad  $I = -q/p$

In fondo trovate una indicazione per valutare la propagazione degli errori nella formula delle lenti

## N2 Lenti accoppiate

Avete a disposizione due coppie di lenti convergente e divergente (3 e 6 oppure 4 e 7; scegliete voi). Per misurare la focale di una lente divergente, è necessario accoppiarla ad una convergente, di focale minore in valore assoluto.

La focale risulta poi dall'applicazione della  $1/f_{1+2} = 1/f_1 + 1/f_2$

Misurare prima le caratteristiche della sola lente convergente, procedendo come nel caso 1 (è sufficiente, dato un p, trovare il corrispondente q). Dalla coppia  $p_1$  e  $q_1$  si ottiene  $f_1$

Montare quindi la lente divergente accanto a quella convergente; non dovrebbe risultare difficile usando il "Meccano" a disposizione (n.b. la lente 6 ha montatura "fuori standard":

usate il supporto "a morsetto" per installarla). Ripetere la misura. Per un dato  $p_{1+2}$  si ottiene  $q_{1+2}$  e quindi  $f_2$

Con una scelta oculata di p, la lunghezza del banco vi basta. Se p è troppo vicino alla lunghezza focale della lente (o della coppia) l'immagine "si allontana".

Se avete ancora voglia e tempo, chiedetevi quanto siate vicini all'ipotesi di lenti sottili a contatto, e se non vi convenga adottare l'espressione valida per due lenti separate da una distanza d.

## N.3 Film polarizzatore

Avete disponibili due filtri polarizzatori rettangolari identici. Verificate la loro proprietà di assorbire la luce quando sono "incrociati", e di farne passare una frazione significativa quando sono paralleli (il lato più lungo definisce l'asse di polarizzazione "che passa") (non occorre mettiare questo punto nella relazione, a meno che non abbiate commenti particolari).

## N.4 "Resolution Target"

Ponete il "R.T." su un supporto con morsetti e posizionatelo a circa 25 cm dalla lampada (Questo assicura una illuminazione del RT abbastanza uniforme) . Usate quindi la lente n.3 e proiettate l'immagine del RT sulla parete. Mettete a fuoco. Valutate il livello al quale riuscite a separare le barre del RT nell'immagine. Sulla base della tabella allegata otterrete, in termini di "righe per mm", la risoluzione cui il sistema ottico arriva.

Ripetete la stessa prova usando la lente di ingrandimento (col manico nero) che trovate in laboratorio.

## N.5 Focale di uno specchio parabolico.

Attenzione, niente ditate sullo specchio (ce ne sono già abbastanza)! Usate i guanti. Ponete lo specchio parabolico di fronte alla sorgente, e lo schermo di alluminio di fianco ad essa. Per lavorare senza difficoltà, dovete accettare di disallineare sorgente e immagine. Cercate la condizione per cui l'immagine è a fuoco sullo schermo; misurate p e q e determinate la focale dello specchio.

Provate quindi a fare la stessa operazione con lo specchio convergente "da barba".

Verificherete che potete ottenere f, ma con una immagine gravemente aberrata; provate a diaframmare lo specchio, e vedrete un netto miglioramento della nitidezza dell'immagine.

**In chiusura:** rimettete tutte le cose come le avete trovate, proteggete le lenti dalla polvere con la carta morbida del rotolo, spegnete sorgente e luci e chiudete la stanza. In caso di necessità o difficoltà, cercate, lungo il corridoio a destra, la dr. Laura Schreiber. Se proprio siete in panne (ma dovete essere nel guano fino al collo!) vi può aiutare. Potete cercare anche me, ma dovete salire tre piani.

**Relazione:** unica per tutto il gruppo; mettete i vostri nomi in testa; descrivete le operazioni fatte e i risultati. Stimare gli errori di misura ove ragionevolmente possibile. Con la macchina fotografica digitale fotografate l'assetto del banco ottico e le immagini ottenute, fotografate anche voi stessi, così ci sarà più facile identificare nomi e volti. Mandateci la sola versione elettronica alla fine di tutte le prove, con il numero del gruppo nel nome del file.

[bruno.marano@unibo.it](mailto:bruno.marano@unibo.it)

[laura.schreiber@oabo.inaf.it](mailto:laura.schreiber@oabo.inaf.it)

Buon Lavoro.

1	2	3	4	5	6	7
2.00	4.00	8.00	16.00	32.0	64.0	128.0
2.24	4.49	8.98	17.95	36.0	71.8	144.0
2.52	5.04	10.10	20.16	40.3	80.6	161.0
2.83	5.66	11.30	22.62	45.3	90.5	181.0
3.17	6.35	12.70	25.39	50.8	102.0	203.0
3.56	7.13	14.30	28.50	57.0	114.0	228.0

Propagazione degli errori nella formula delle lenti:

$$f = \frac{pq}{p+q}$$

$$\Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial p} \right| \Delta p + \left| \frac{\partial f}{\partial q} \right| \Delta q$$

$$\Delta f = \frac{q^2}{(p+q)^2} \Delta p + \frac{p^2}{(p+q)^2} \Delta q$$