

Esperimentazioni 2

Aberrazioni

Modulo di Ottica e Fisica Moderna

Elisa Palazzi - Exp 2 - Lezione 5

Aberrazioni: sfericità

- Se i raggi uscenti da un oggetto puntiforme non vengono fatti convergere tutti in un singolo punto immagine, la conseguente confusione dell'immagine è detta **aberrazione**.
- Se si considerano dei raggi paralleli all'asse di una lente avente superfici **sferiche**, i raggi che incidono su di essa in punti lontani dall'asse vengono deviati più di quelli che incidono in punti vicini all'asse; pertanto, **non passano per il fuoco definito per i raggi parassiali** e, di conseguenza, non tutti i raggi vengono fatti convergere in un singolo punto:
 - al crescere delle distanza tra il raggio e l'asse, il raggio viene deviato troppo e la posizione F_A dell'intersezione del raggio rifratto con l'asse si allontana sempre più dal fuoco parassiale F .
 - L'immagine di un punto luminoso, formata da una lente con aberrazione di sfericità, appare come **una macchia circolare luminosa circondata da un alone di luce**. Questo macchia circolare ha il diametro minimo in un punto dove prende il nome di **cerchio di minima confusione (è la zona in cui i raggi rifratti sono più concentrati)**

Soluzione: cambiare la forma della lente → non usare superfici sferiche ma tipo paraboloidi

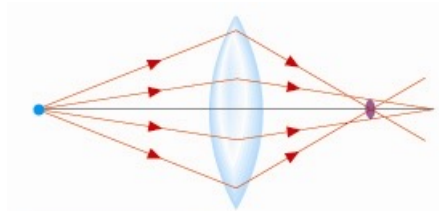
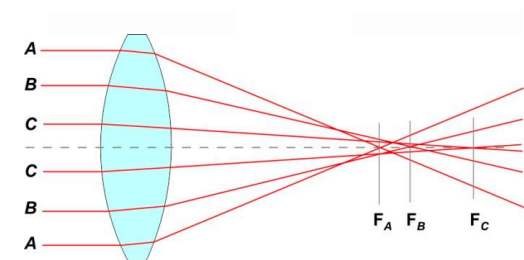


Figura 12.42

Aberrazione di sfericità in una lente.

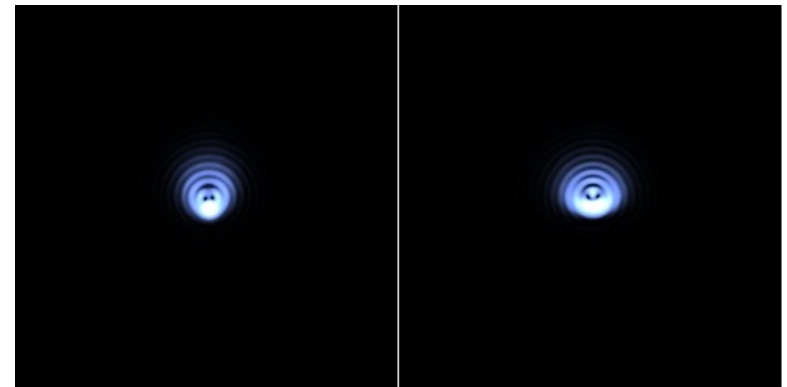
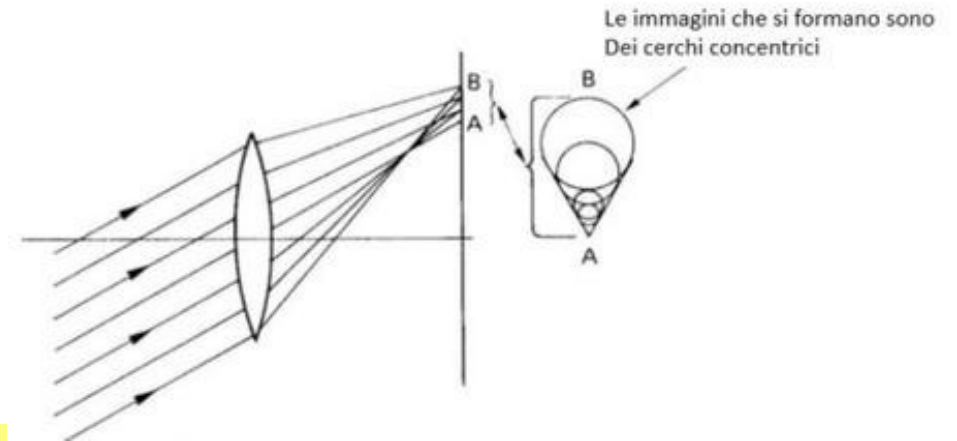


Mazzoldi - Nigro - Voci
Elementi di Fisica - Onde
EdiSES



Aberrazioni: **coma**

- COMA: oggetto lontano dall'asse ottico, raggi tra di loro paralleli ma inclinati rispetto all'asse della lente:
 - se i raggi incidenti attraversano la lente lontano dall'asse, i raggi rifratti non si incontrano tutti nello stesso punto (la superficie della lente può essere approssimata con un piano solo in zona parassiale)
 - a seconda della distanza del raggio dal centro della lente la corrispondente immagine sarà un cerchio di raggio diverso e diversa distanza dall'asse
- L'immagine di un punto fuori asse ricorda la forma di una cometa (da ciò il nome della aberrazione)
- SOLUZIONE: La coma può essere ridotta in una lente semplice impiegando un **diaframma** in una posizione tale da limitare l'area della lente su cui i raggi obliqui sono incidenti → elimino i cerchi più esterni di diametro maggiore



E. Botta, Appunti di Ottica

Aberrazioni: astigmatismo

Oggetto fuori asse:

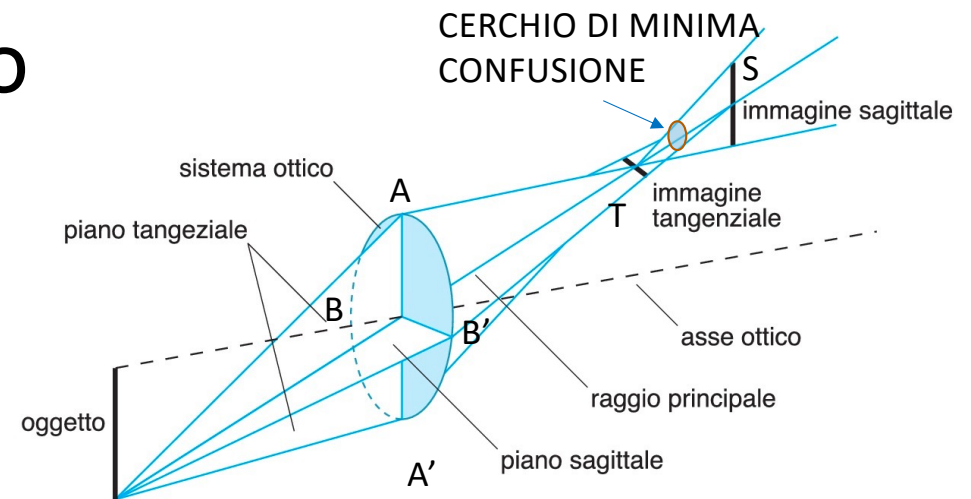
- Consideriamo un singolo punto dell'oggetto e seguiamo il percorso dei raggi sul piano tangenziale e su quello sagittale
 - i fasci di luce che incidono lungo il meridiano tangenziale AA' convergeranno nel punto T, detto immagine primaria
 - I fasci di luce che incidono lungo il meridiano sagittale BB' focalizzano nel punto S, detto immagine secondaria.

Nel punto T si trova il fuoco dei raggi tangenziali. I fasci sagittali non saranno ancora a fuoco, si vedrà una linea detta focalina o immagine tangenziale

Nel punto S si trova il fuoco dei raggi sagittali. Il fascio dei raggi tangenziali diverge. Anche qui si vedrà un'immagine della focalina sagittale

La distanza tra le focaline è detta intervallo di Sturm → dimensione longitudinale dell'aberrazione astigmatismo

La miglior immagine del punto P si può vedere a metà tra T e S ed è detto cerchio di minima confusione

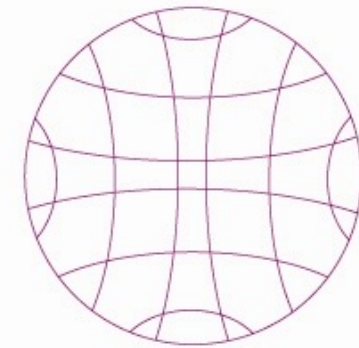


L'astigmatismo colpisce principalmente i margini della scena → problema più serio con lenti che hanno un ampio angolo di visione.

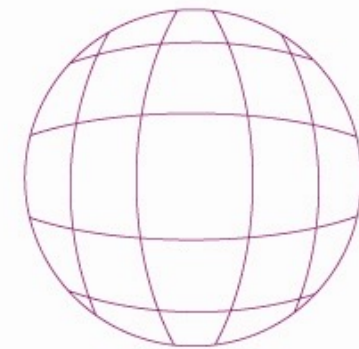
La correzione di tale aberrazione si effettua mediante lenti cilindriche; i sistemi corretti si dicono sistemi anastigmatici

Aberrazioni: distorsioni (curvatura di campo)

- L'aberrazione della forma dell'immagine di un oggetto esteso dovuta al fatto che l'ingrandimento dipende dalla distanza del punto oggetto dall'asse prende il nome di **distorsione**
 - se l'ingrandimento aumenta all'aumentare della distanza dall'asse avremo una **distorsione a cuscinetto (a)**
 - se l'ingrandimento diminuisce all'aumentare della distanza dall'asse avremo una **distorsione a barilotto (b)**
- correzione: si usa un sistema detto doppietto ortoscopico, formato da una coppia di lenti e un diaframma



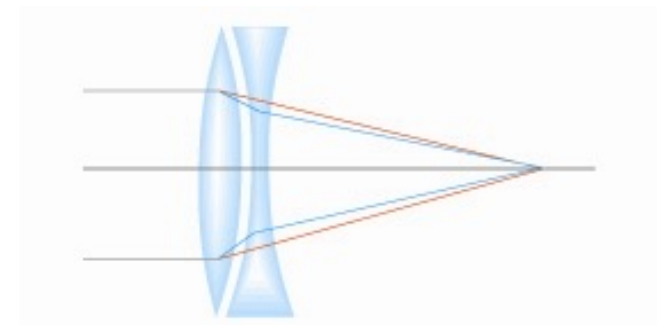
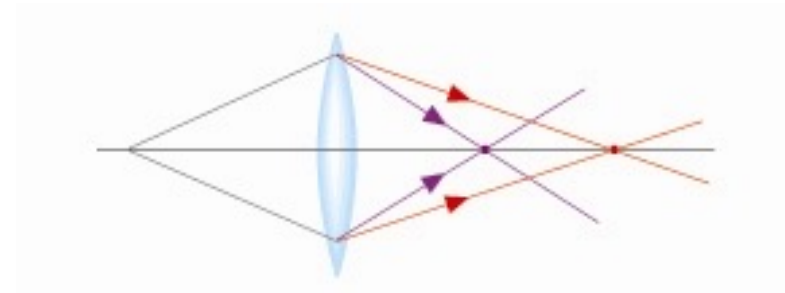
(a)



(b)

Aberrazioni cromatiche

- l'aberrazione cromatica è dovuta alla **variazione dell'indice di rifrazione al variare della lunghezza d'onda**:
 - la distanza focale di una lente dipende dal suo indice di rifrazione
 - è diversa per lunghezze d'onda diverse.
 - Poichè $n_{\text{viola}} > n_{\text{rosso}}$ la distanza focale per la luce viola sarà minore di quella per la luce rossa.
- Per correggere questa aberrazione negli strumenti ottici si usano i “doppietti acromatici” (coppie di lenti convergente-divergente opportunamente lavorate)



Diaframma (per delimitare un fascio di raggi)

- per diaframma si intende una limitazione meccanica, di solito di forma circolare, che riduce in una certa misura la quantità di radiazione che incide su un sistema ottico o che da esso viene trasmessa
- il diaframma può quindi essere posizionato all'ingresso del sistema, tra lenti all'interno del sistema oppure in uscita
- si usa per limitare l'apertura dei fasci che incidono sulle lenti oppure per regolare la luminosità complessiva, in generale per ridurre gli effetti delle aberrazioni.



diaframma circolare di apertura variabile