

# Ottica, non solo lenti

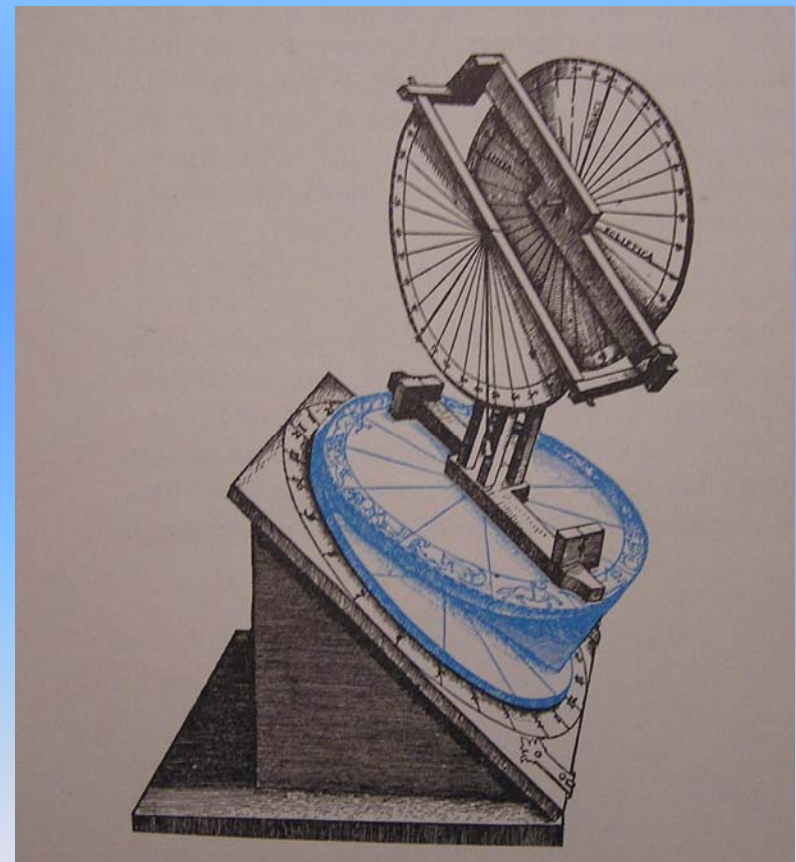
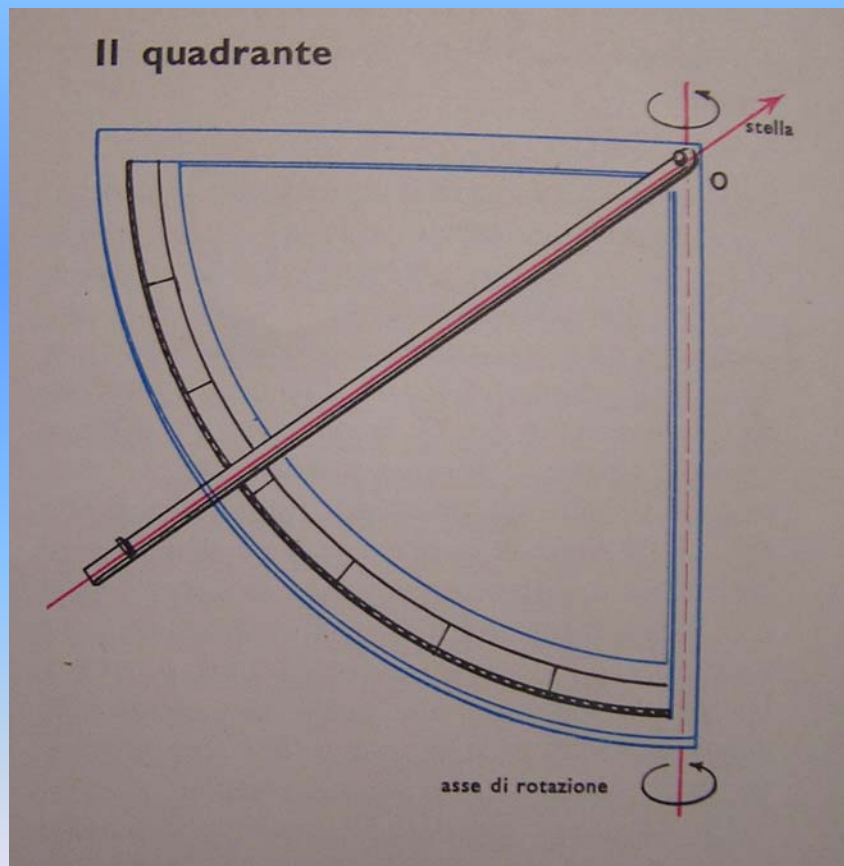
- **L'Occhio il principale strumento di visione**
- **L'occhio è composto da due differenti recettori di luce:**
  - **CONI** - recettori della luce intensa permettono la visione a colori e ad alta definizione, ma solo per un piccolo angolo di visione ed inoltre sono poco sensibili alla luce
  - **BASTONCELLI** - recettori di luce deboli, molto sensibile e copre un ampio angolo di visione( $120^\circ$  circa) ma non distingue i colori

# Strumenti prima del telescopio

- **QUADRANTI e TORQUETI**
- Strumenti per traguardo ottico, permettevano di misurare la posizione delle stelle e dei pianeti con un errore medio di circa 10 – 15 primi; nel XVI secolo si raggiunse la precisione anche di 5 primi



# Quadrante e Torqueto

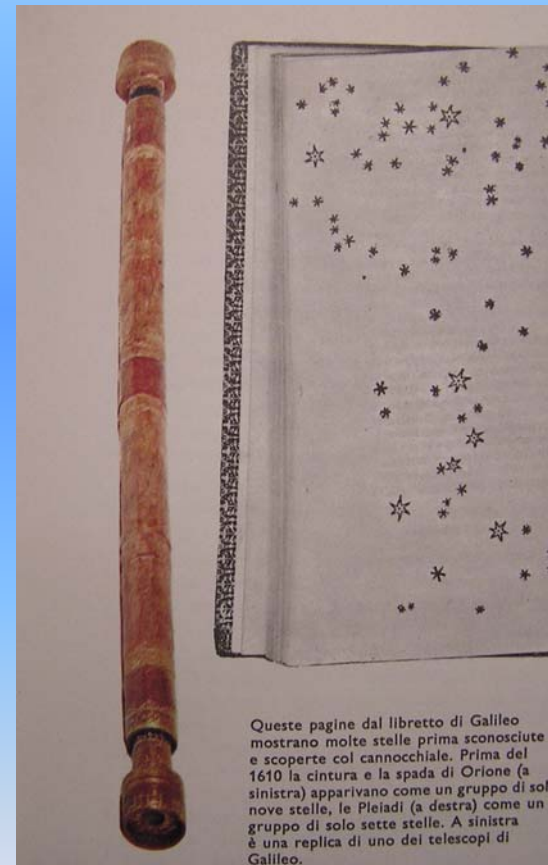


# Comparsa delle lenti

- Le lenti da occhiale compaiono per la prima volta in Italia nel XIII secolo
- Nel 1289 una lettera fiorentina si riferisce ad esse chiamandole  
*“Vetri per occhiale  
recentemente inventati, di  
grande vantaggio per la vista  
indebolita delle persone”*
- Lenti per presbiteri positive

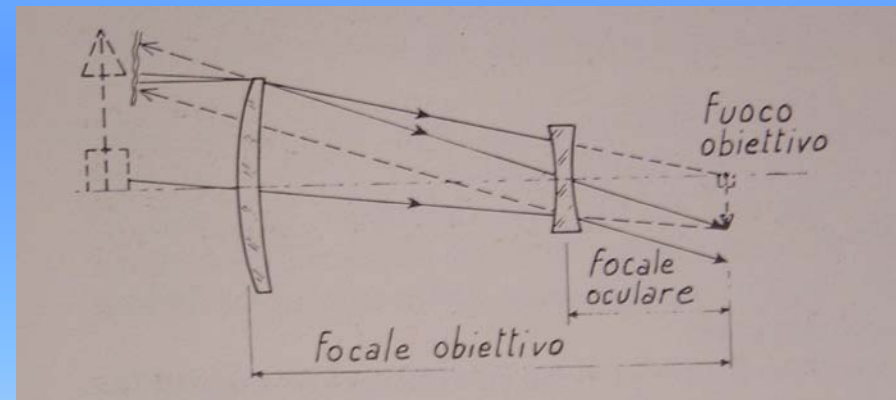
# Invenzione del CANNOCCHIALE

- **Jan Lippershey lo scopre nel 1608**
- **Galileo viene a conoscenza dell'invenzione nella primavera del 1609 e ne costruisce uno, e lo presenta al Doge nell'agosto del 1609 ottenendo un lauto compenso**
- *Perché non fu inventato prima?*



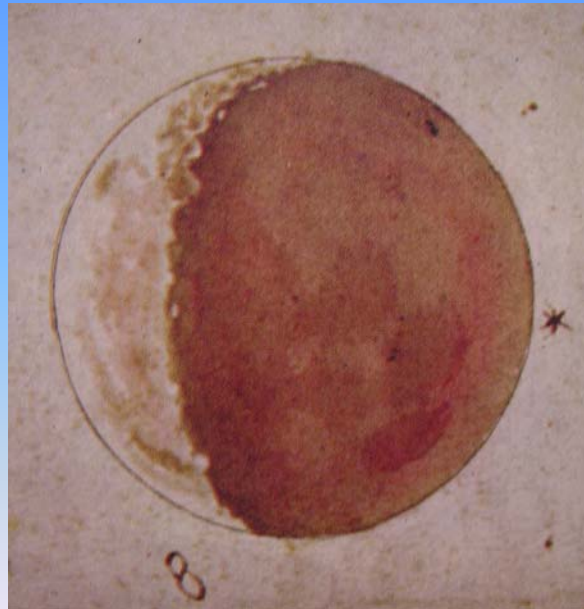
# Il Cannocchiale di Galileo

- Il nome cannocchiale deriva dall'unione di due parole: *cannone* ed *occhiale*
- Il primo cannocchiale aveva una lunghezza focale di 50 cm. e 6-8 ingrandimenti. Fu rivolto verso il cielo alla fine del 1609
- Galileo costruì diversi cannocchiali fino a 120 cm di lunghezza e 30 ingrandimenti
- L'ottica era composta da un obiettivo positivo ed un oculare negativo



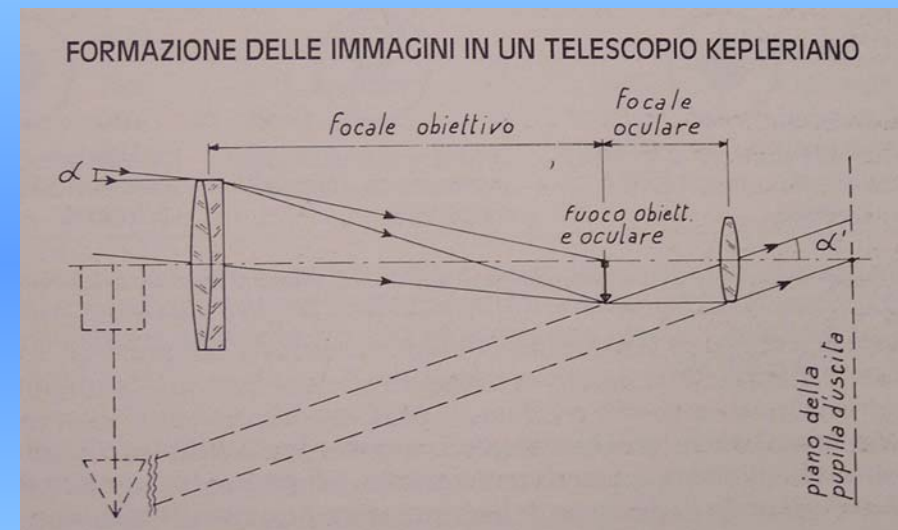
# Caratteristiche dello strumento

- **Permetteva la visione ad immagine dritta**
- **Aveva un piccolo campo di visione**
- **Soffriva di aberrazione sferica e soprattutto cromatica**
- **Il diametro della lente era di pochi centimetri (2 - 4 cm)**



# Cannocchiale kepleriano

- Nel 1611 Keplero propone (senza mai utilizzarlo) l'uso di un oculare con lente positiva che rovesciava l'immagine ma migliorava la visione
- Nel 1623 il gesuita Scheiner utilizza per la prima volta questa configurazione



# problemi delle lenti

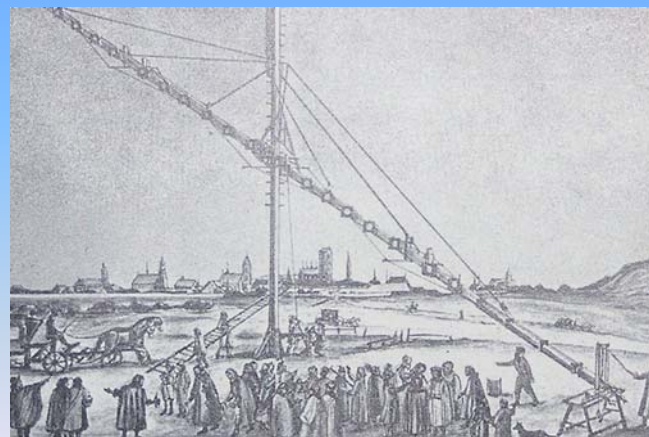
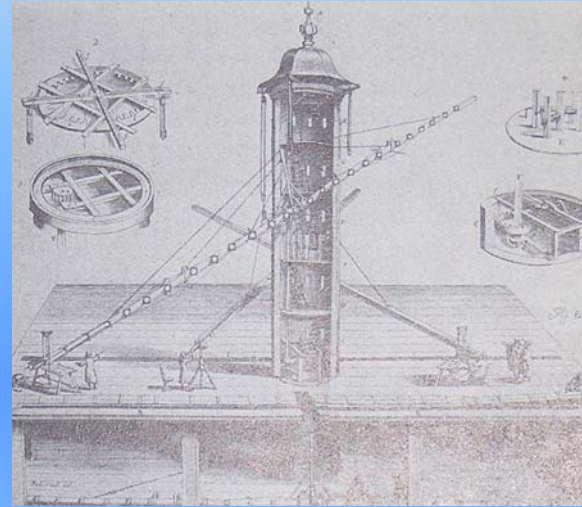
- **Eccessivo cromatismo**
- **Aberrazione sferica**
- **Precisione della lavorazione**

# Limitazione dei problemi

- **Allungare la focale per ridurre il cromatismo**
- **Nascono strumenti molto lunghi: Hevelius (1640) costruisce strumenti di ottima qualità e molto lunghi**
- **Nel 1637 Cartesio detta le condizioni fisiche per la correzione delle aberrazioni (*Dioptrique*) tramite superfici asferiche**
- **Huyghens (1650-60) istituisce i calcoli matematici per ridurre il cromatismo a condizioni minime (“regola del quadrato”)**

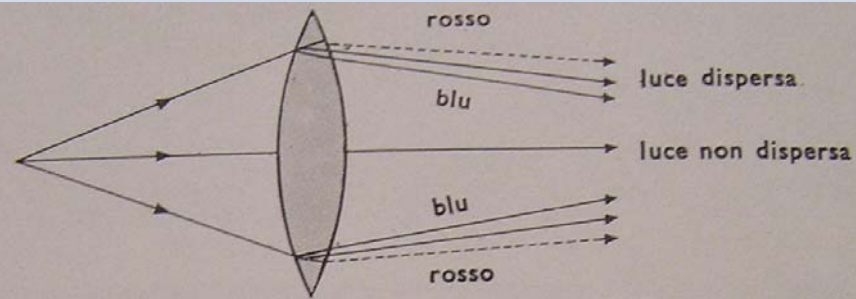
# I grandi telescopi “aerei”

- **Hevelius ed Huyghens realizzano strumenti lunghi fino a 40 metri e del diametro di 12-18 cm**
- **Divini e Campani (in Italia) realizzano strumenti simili di eccellente qualità**
- **Cassini (1672) utilizzando uno strumento di Campani osserva la divisione negli anelli di Saturno**

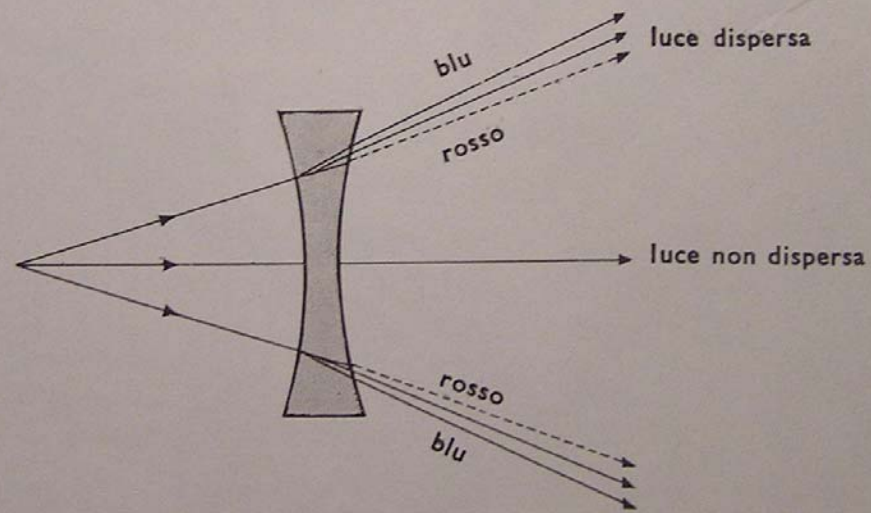


# Altra via per non avere cromatismo: Telescopi a riflessione

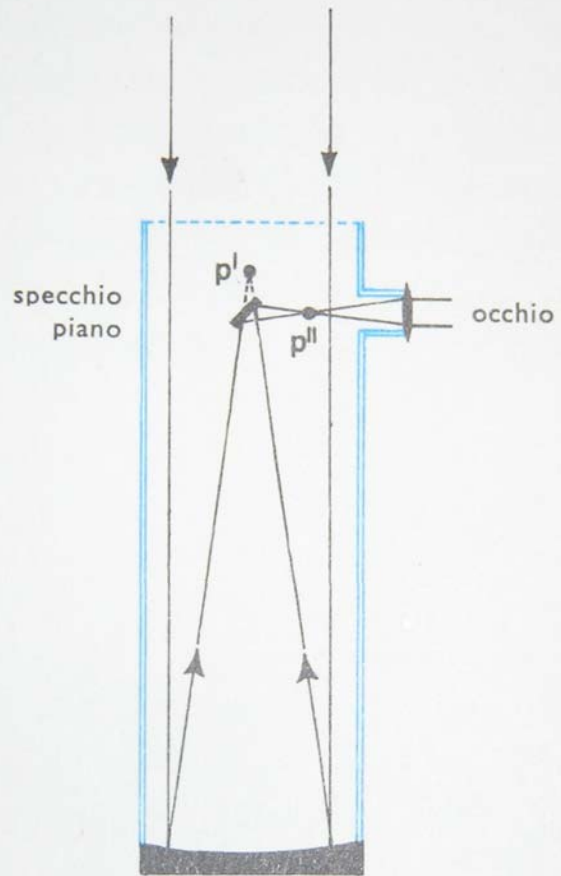
- **Già all'epoca di Galileo erano stati proposti strumenti a riflessione (“specchi ustori”)**
- **Nel 1672 Newton presenta il primo strumento a riflessione che ancora porta il suo nome, dopo i suoi studi sulla rifrazione**
- **Altri proposero differenti soluzioni allo stesso problema**

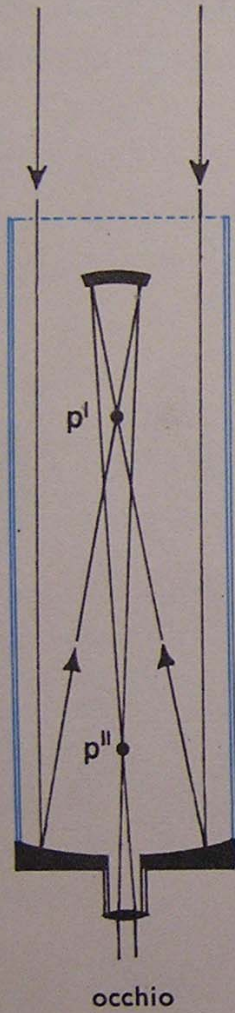


2.30 Dispersione cromatica prodotta ai bordi di una lente convessa.



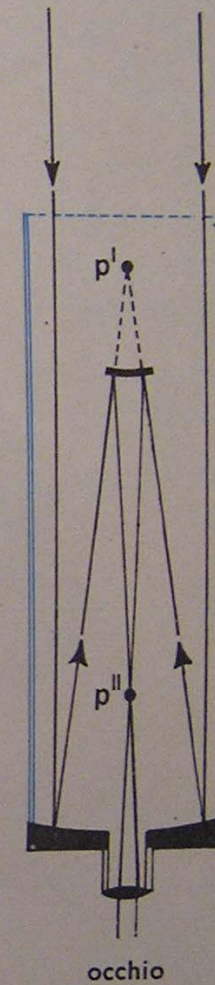
2.28 Principio del telescopio newtoniano.





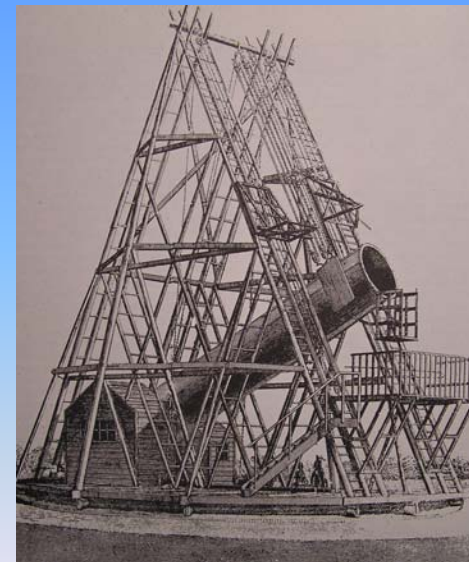
Riflettore Cassegrain di 120 cm eretto in Melbourne, Australia, nel 1860. Esso ha almeno un vantaggio sul tipo newtoniano. L'osservatore era sul fondo e non appollaiato precariamente presso la cima.

2.27 Riflettore Cassegrain. Newton disse: "Non presenta vantaggi"



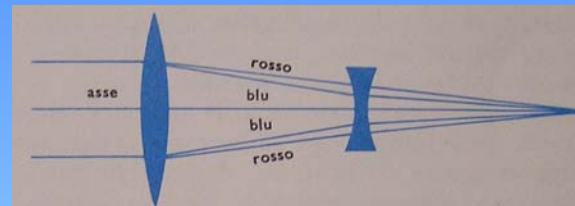
# Evoluzione dei riflettori

- Nel XVIII secolo prendono grande impulso i riflettori
- Nel 1722 Hadley presenta il primo strumento degno di questo nome
- Herschel (dal 1781 ) costruisce di seguito telescopi sempre più grandi: 16 cm – focale 2 metri, 30 cm – focale 6 metri, 46 cm – focale 6,1 metri e 122 cm – focale 12,2 metri

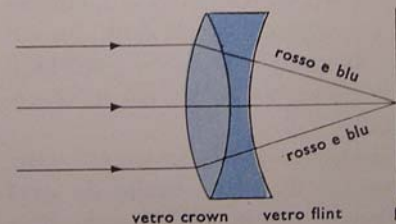


# Invenzione dell'acromatico

- Nel 1733 Chester Moore Hall commissiona il primo doppietto acromatico
- Nel 1758 Peter Dollond lo brevetta.....l'errore di Newton!!
- I primi strumenti avevano diametri limitati a causa dei materiali



2.32 Due lenti del medesimo vetro, molto spaziate, possono cancellare gli effetti della dispersione.



# Evoluzione dell'acromatico

## **Fraunhofer (1787-1824):**

- **introduce il calcolo per la correzione di aberrazione sferica e cromatica e coma e realizza i migliori telescopi al mondo per qualità: nasce l'ottica moderna**
- **Rapporto 1:15 (ancora usato) vedi "Dorpat" diametro 24 cm focale 4,3 m.**

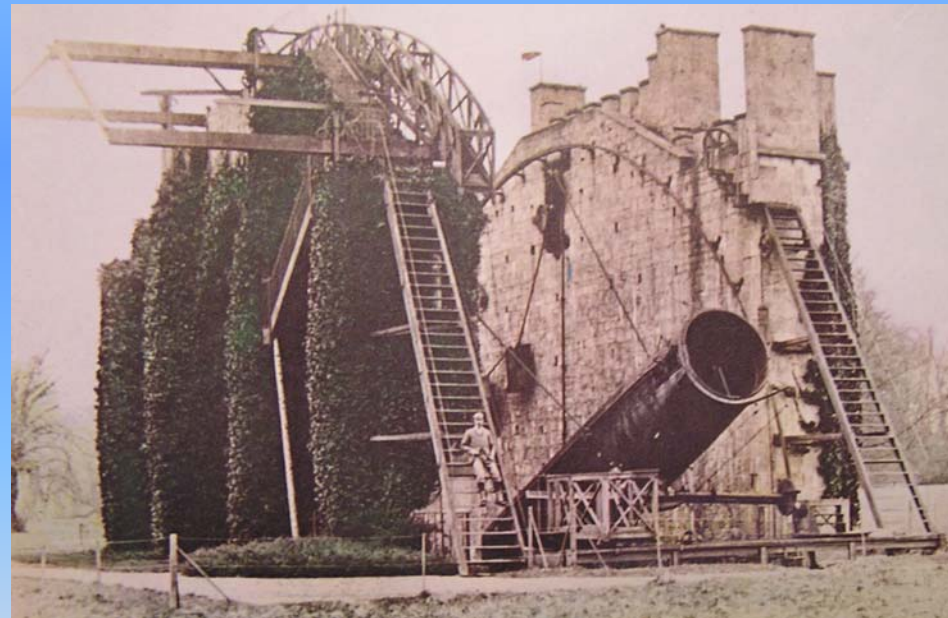
# Avvento dei grandi rifrattori

## **Dopo Fraunhofer:**

- **Merz (38 cm di Pulkovo)**
- **Alvan G. Clark (USA) 47 cm – 1862**
- **Cooke (Inghilterra) – 1871 63,5 cm**
- **Alvan G. Clark 1897 Yerkes 102 cm**

# Ultimi grandi riflettori metallici

- **Lord Rosse (1844): 182 cm di diametro**
- **Lassel (1861): 122 cm di diametro**



**Liebig inventa l'argentatura...**

Steinheil e Foucault applicano l'argentatura dei vetri per la realizzazione di specchi

Foucault studia lo sviluppo del riflettore:

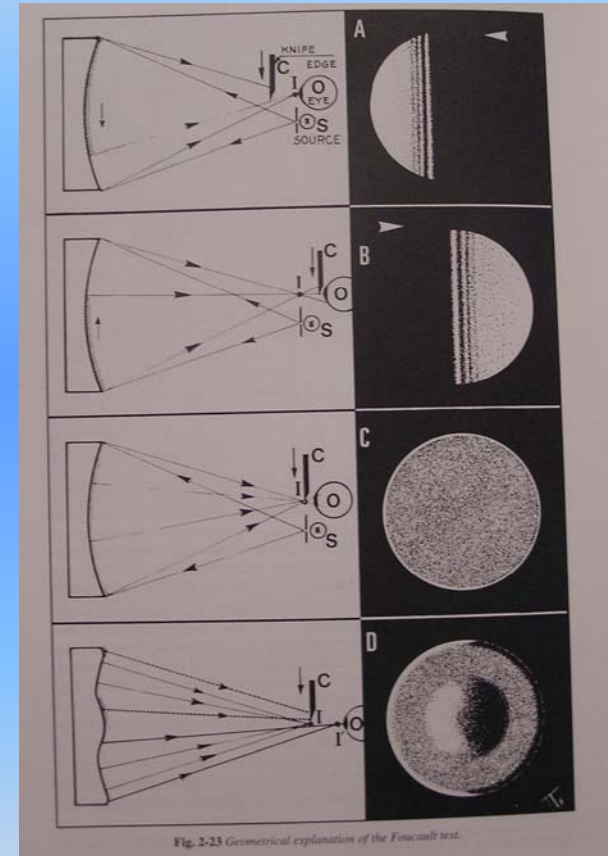
Modi di controllo

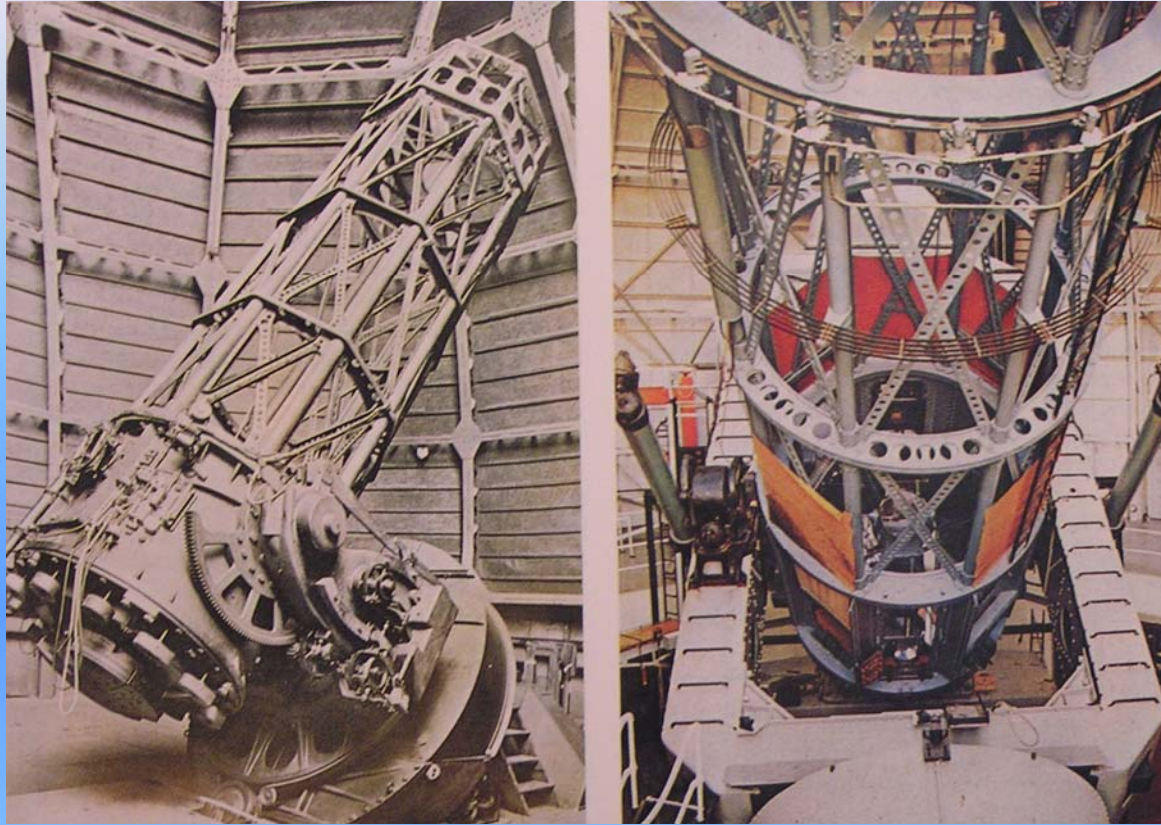
Test ottico

Lavorazione

.....oggi universalmente impiegati

Nascono i grandi riflettori in vetro argentato e con montature equatoriali

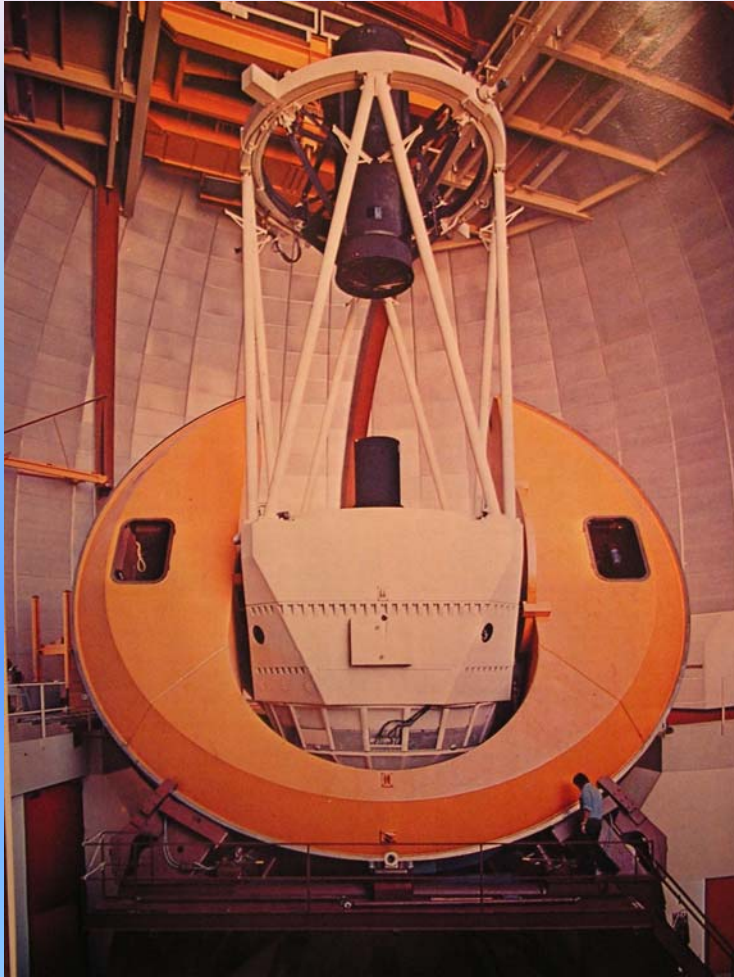




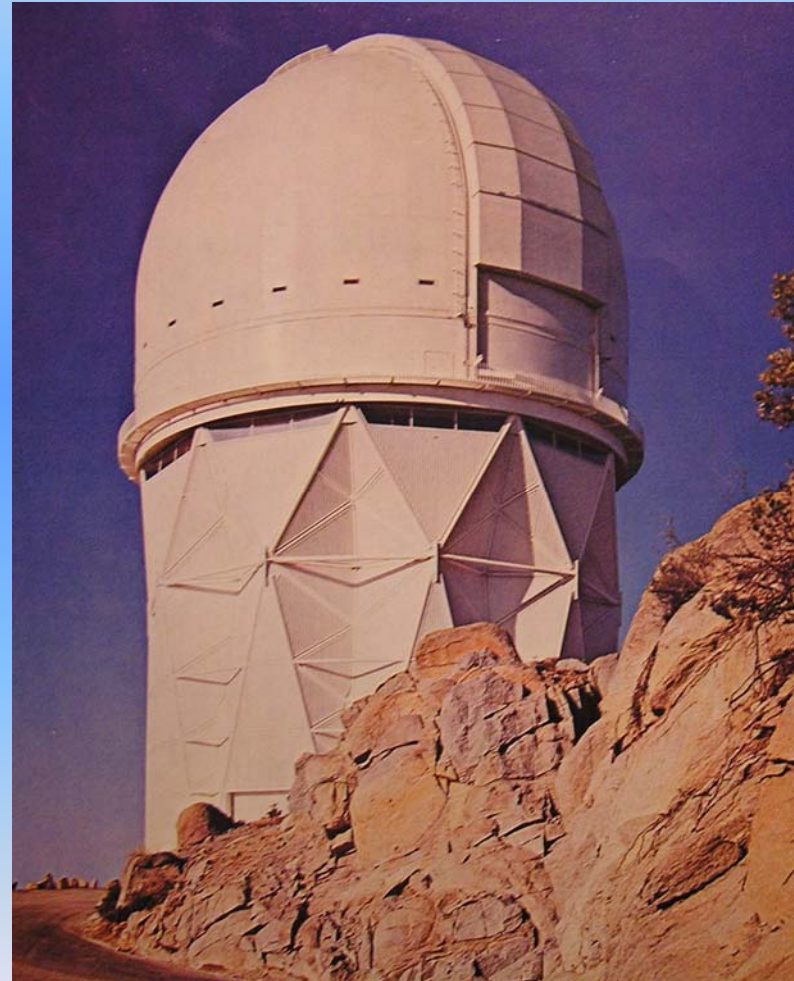
**Common – 1888**

**Mount Wilson:**

- **Ritchey 152 cm di diametro focale 7,6 m**
- **Hooker 250 cm di diametro focale 12,9 m**



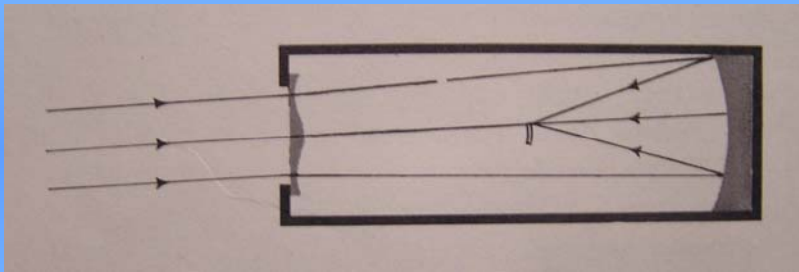
Grandi riflettori moderni



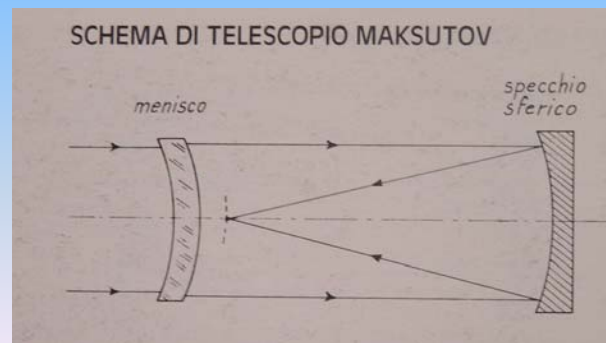
# Astronomia moderna e fotografia

## Telescopi misti (catadiottrici):

### •1930 - Camera Schmidt



### 1941 – Maksutov

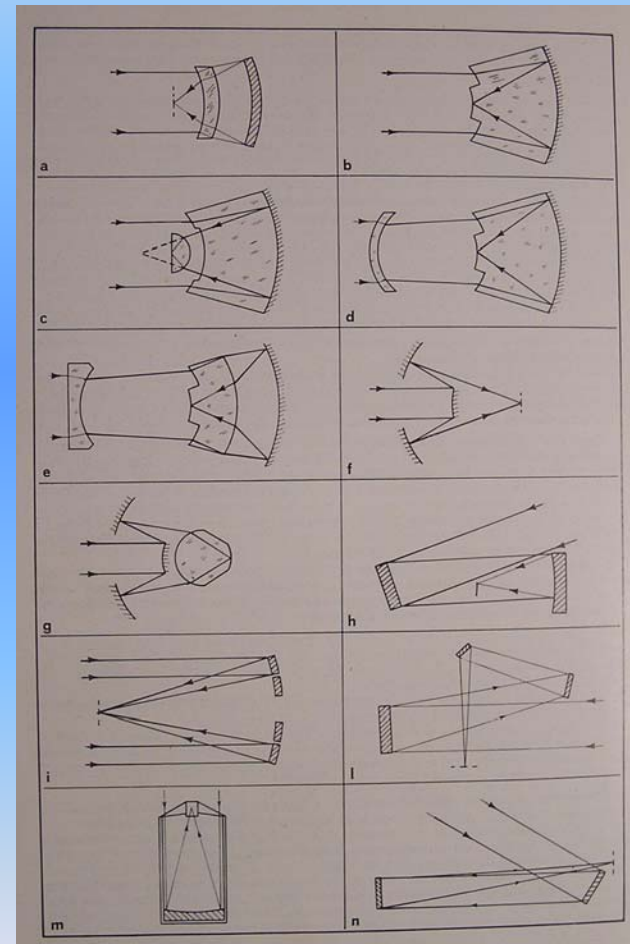
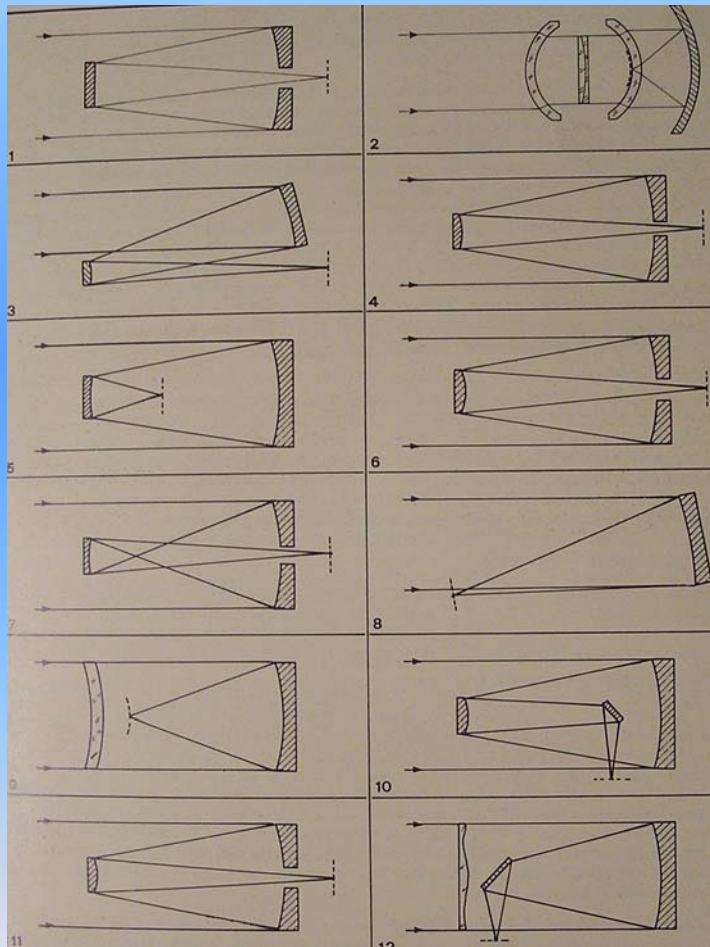


## **Anni '60 – '70: avvento dei telescopi commerciali**

- Newton
- Rifrattori
- Schmidt-Cassegrain
- Maksutov-Cassegrain
- Apocromatici
- Camere fotografiche



# Configurazioni ottiche esistenti



# Il futuro prevedibile...

- Progetto telescopi di grande diametro (100 metri)
- Telescopi ultraleggeri
- Ricerche con materiali in fibra di carbonio
- Le nostre ricerche...

