

Joseph Von Fraunhofer



nacque il 6 marzo **1787** a **Straubing** ([1]), **ultimo** di **11** figli ([2] di **Franc Xaver**, artigiano della lavorazione del vetro che alla nascita di Joseph aveva 45 anni e di **Maria Anna Frohlich**, discendente di una famiglia di vetrai, che ne aveva 44. **Joseph non fu mandato a scuola** regolarmente ([3]) e passò la maggior parte del suo tempo ad aiutare il padre nel suo laboratorio.

[1] in una regione che, dal 1623, faceva parte dell' elettorato indipendente di Baviera del Sacro Romano Impero e che nel 1805 sarebbe divenuta Regno di Baviera.

[2] 7 dei quali morti in tenera età.

[3] l'obbligo di frequenza scolastica sarebbe stato introdotto solo nel 1802 in Baviera.

Quando **Joseph** compì **10 anni** la **madre morì** e **l'anno successivo** morì anche il **padre**.

Il ragazzino fu mandato a lavorare come apprendista presso un tornitore di legno e poi, essendo troppo gracile per quel mestiere, da Philipp Anton **Weichelsberg** che era un **famoso artigiano** del **vetro** a **Monaco** di Baviera.

Joseph non era solo l'apprendista di **Weichelsberger**, ma anche il suo domestico e il suo "padrone" non gli concedeva mai un attimo di tempo per leggere e per studiare.

Il **21 luglio 1801** accadde un fatto che avrebbe cambiato la vita di **Joseph**: la **casa** di **Weichelsberger** crollò, la moglie di questi morì schiacciata dalle rovine, ma il ragazzino, rimasto **sepolto**, ne venne **estratto** vivo dopo **4 ore**.

Ad assistere a questa operazione di salvataggio era anche il **principe** elettore ([1]) di Baviera, **Massimiliano Giuseppe IV** ([2]) in quanto **Weilchsberger** aveva realizzato delle opere in vetro decorato e degli specchi per il suo castello. Il principe si commosse e si **prese a cuore** la situazione di **Joseph**: gli elargì una cospicua cifra di denaro e si fece garantire da **Weichelsberger** che avrebbe lasciato al giovane il tempo per studiare, in particolare si assicurò che gli avrebbe lasciato frequentare la scuola della domenica.

[1] un titolo di cui godeva un numero limitato di principi tedeschi a cui a partire dal XIII secolo spettava il compito di eleggere l'imperatore del Sacro Romano Impero

[2] Nel 1805 sarebbe divenuto **Massimiliano I**, primo re di Baviera



Il castello di *Nynphenburg* a Monaco, residenza dei principi e dei re di Baviera.

Oltre al principe di Baviera, sul luogo dell'incidente, era presente un'altra persona che si sarebbe rivelata **fondamentale** per il futuro del ragazzo: Joseph von **Utzschneider** (1763, 1840) un bavarese che aveva incarichi amministrativi importanti che avrebbe dovuto abbandonare a breve a causa di problemi dovuti alla sua intransigenza .

Utzschneider che aveva **ambizioni industriali**, intuendo le potenzialità del ragazzo gli **regalò** dei libri di **ottica** e di **fisica** e passò diverso tempo a discuterne con lui.

Nel **1802**, assieme all'amico **Reichenbach** ([1]), fondò a **Monaco** una fabbrica per la produzione di strumenti geodetici (la realizzazione di carte topografiche di buona accuratezza era importante sia per usi militari che civili).



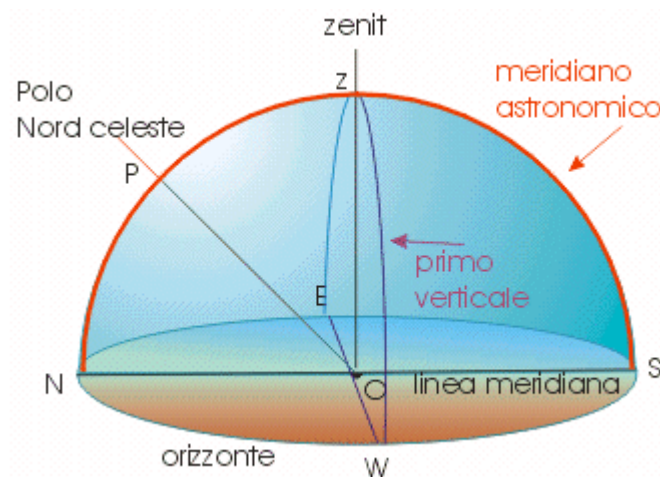
[1] Nato a *Durlach* nel *Baden Wurtemberg* nel 1771 ebbe una formazione di tipo militare e cominciò ad occuparsi di strumentazione per l'esercito, poi si dedicò all'astronomia. È noto per aver introdotto negli osservatori astronomici il cerchio meridiano (detto anche telescopio di transito) uno strumento che consente di misurare l'altezza degli oggetti che passano al meridiano (culminazione). Al *museo della Specola di Bologna* si può vedere quello che resta di un cerchio meridiano costruito da *Reichenbach, Utzschneider e Liebherr* nel 1814.



Un cerchio meridiano antico e uno più moderno
(dotato di motori per il posizionamento)

Lo strumento ha un asse fisso (nella direzione est-ovest) e può muoversi solo lungo il meridiano.

A che serve? A misurare il tempo siderale (ST) poiché quando una stella passa in meridiano la sua ascensione retta (RA) è uguale al tempo siderale (ST) essendo $ST = RA + HA$ (HA, angolo orario, è zero al meridiano). Il passaggio in meridiano (culminazione) permette quindi di trovare ST (nota RA).



Nel **1804** **Joseph Fraunhofer** lasciò l' officina di **Weichselberger**, che in seguito al crollo si era spostata in un'altra parte di **Monaco**. Per farlo **dovette pagare** a **Weichselberger** una sorta di “riscatto dall'apprendistato” ma il denaro che gli aveva dato il Principe e che lui aveva messo da parte gli fu sufficiente. Si **recò** quindi presso **Joseph Niggel**, un rinomato ottico di Monaco da cui apprese l'*arte* della **molatura** delle **lenti**. Per sopravvivere fece i lavori più disparati, persino l'incisore di biglietti da visita su lastre di rame.

Si rivolse quindi ad **Utzschneider**, che dopo averlo fatto esaminare da **Ulrich Schliegg**, monaco benedettino esperto di ottica e astronomia, decise di **assumerlo**.

La **fabbrica** di strumenti aveva bisogno di qualcuno che si intendesse di **ottica**. **Fraunhofer** mostrò da subito il suo grande talento:

- analizzò meticolosamente tutto il processo che veniva seguito per tagliare le lenti ed introdusse delle migliorie;
- realizzò una nuova macchina per pulire le lenti;
- modificò la composizione del materiale che veniva usato per pulire le lenti e anche del cemento con cui venivano “incollate” ai loro supporti;
- realizzò un sistema ingegnoso per controllare la regolarità superficiale delle lenti.

Ottenne così un miglioramento considerevole della qualità ottica.

Nel **1806** la **fabbrica** fu **spostata** in un ex convento benedettino (*) a **Benediktbeuern** 60 km a sud ovest di **Monaco**



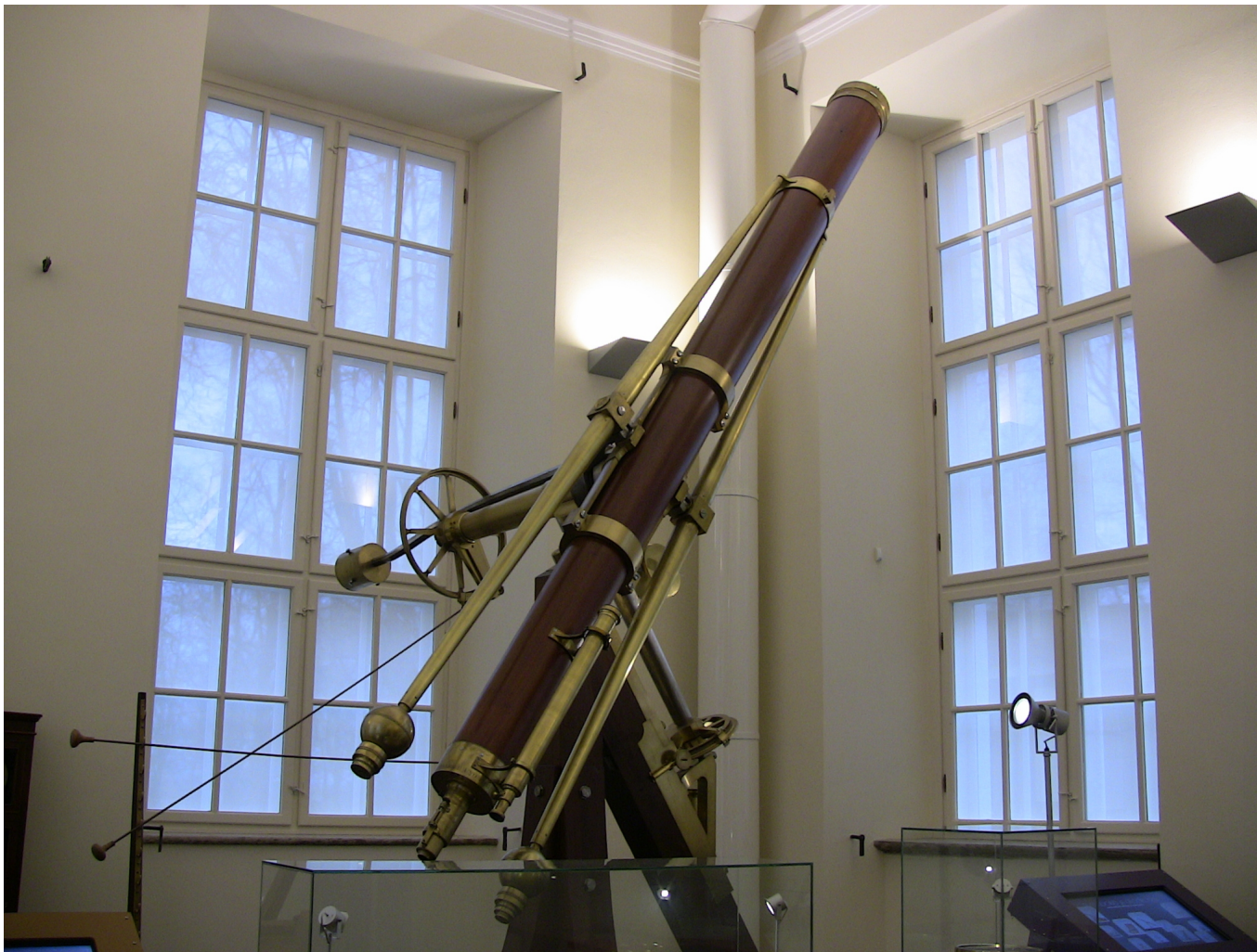
L'abbazia di *Benediktbeuern* è stata ricostruita, assieme a tutto il complesso monasteriale nel 1720

[1] Il monastero fu fondato dai benedettini intorno al 740. Fra il 1200 e il 1500 subì 4 incendi e fu ricostruito. Nel 1611 la maggior parte dei monaci morì a causa della peste e successivamente, durante la guerra dei trent'anni la scuola, fu sospesa. Nel 1803 col processo di secolarizzazione della Baviera (ossia il trasferimento delle proprietà della Chiesa allo Stato) l'abbazia fu chiusa e i 34 monaci che vi risiedevano furono mandati via. L'abbazia possedeva una biblioteca contenente circa 40 000 volumi, una parte dei quali (tanti furono dispersi) si trova nella *Bayerische Staatsbibliothek* di Monaco. Fortunatamente non fu perso, anzi il suo ritrovamento costituì un'importante scoperta un manoscritto del 1230 contenente i *Carmina Burana* (da Bura traduzione latina di Beuern), che sarebbero stati pubblicati nel 1847 da Johann Andreas Schmeller, linguista tedesco. Nel 1937 alcuni di essi sarebbero stati musicati da Carl Orff con una modificazione del tema originale (presente peraltro solo in pochi).

La fabbrica a ***Benediktbeuern*** cominciò a **specializzarsi** in **ottica** e nella realizzazione di lenti di elevata qualità . Nel 1809 ***Fraunhofer*** era già a capo della sezione meccanica dell' istituto e nel **1818** ne divenne **direttore**.

L'ingegno di ***Fraunhofer*** aveva permesso alla **Baviera** di superare l'Inghilterra e divenire il **centro** della **produzione industriale ottica**. Nell' **Istituto di ottica** di ***Utzschneider e Fraunhofer*** si producevano non soltanto le lenti ma anche telescopi rifrattori di varie dimensioni, microscopi, ecc. ***Fraunhofer*** calcolava, disegnava e verificava ogni strumento, ne redigeva il manuale di istruzione ed assisteva alle fasi di smontaggio e imballaggio degli strumenti più voluminosi.

Nel **1817** ***Utzschneider*** ebbe un **tracollo finanziario** causato da un investimento sbagliato in un'altra attività, per questo fu costretto a **rivendere** allo **stato** parte dell' ex monastero benedettino. A ***Benediktbeuern*** lasciò soltanto le macchine per la lavorazione del vetro e trasferì tutto il resto a **Monaco**. Questo avvenimento provocò il **ritardo** della consegna del **rifratore** dell'osservatorio russo di ***Dorpat*** (ora **Tartu** in Estonia). La cui **lente** (obiettivo) di **24 cm** poté essere ultimata solo nel 1819. Poi ci vollero 5 anni per realizzare il telescopio che arrivò a destinazione in 22 casse il 10 novembre 1824 . Montato in 6 giorni, grazie alle esaurienti istruzioni di ***Fraunhofer***, che era rimasto a Monaco, il telescopio vide la prima luce il 16 novembre 1824 e 6 mesi dopo fu collocato all'interno di una cupola.



Il gioiello di **Fraunhofer** si trova ora nel museo annesso all' *Osservatorio di Tartu*. All'epoca della costruzione era il **rifrattore più grande del mondo** e con le **ottiche di migliore qualità**. Ma la genialità di **Fraunhofer** non si era limitata alla lavorazione delle ottiche. La montatura di questo rifrattore sarebbe stata d'ora in avanti detta *alla tedesca* e adottata da molti altri.

La montatura alla tedesca è una montatura equatoriale che ha un asse che punta nella direzione del polo nord celeste (la cui inclinazione è quindi pari alla latitudine del luogo in cui è collocato). Il campo di vista ruota attorno all' asse polare per effetto della rotazione terrestre e quindi per compensare tale rotazione il telescopio ruota attorno all' asse in senso inverso.

Grazie al *gioiello* di Fraunhofer ***von Struve*** ([1]) che all'epoca era direttore dell'osservatorio poté compiere una lunga serie di fruttuose osservazioni e misure.

Von Struve si prefiggeva di **misurare** la **parallasse** delle stelle e aveva definito 3 criteri per selezionare le migliori candidate allo scopo.

Le stelle dovevano essere:

- luminose,
- dotate di grande moto proprio,
- se in un sistema binario, la separazione fra la stella e la compagna doveva essere grande in relazione al tempo impiegato per percorrere l'orbita.

Von Struve osservò fra il 1824 e il 1826 120 000 ([2]) stelle per scegliere fra di esse quelle che potessero essere doppie. Ne risultarono **2714** per le quali egli **misurò** fra il **1826** e il **1837** le distanze con le compagne, utilizzando i 4 oculari (con ingrandimento fra 175 e 700), dotati di micrometro filare del suo 24 cm.

[1] ***Friedrich Georg Wilhelm von Struve***, astronomo tedesco (nato nei pressi di Amburgo il 15 aprile 1793, morto a San Pietroburgo il 23 novembre 1864)

[2] così è scritto sull' Hoskin (pag 173) ma sono sicura che è un errore di battitura e il numero di stelle è 12 000.

I risultati di questo lavoro monumentale furono pubblicati nel 1837 in un articolo dal titolo *Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae*.

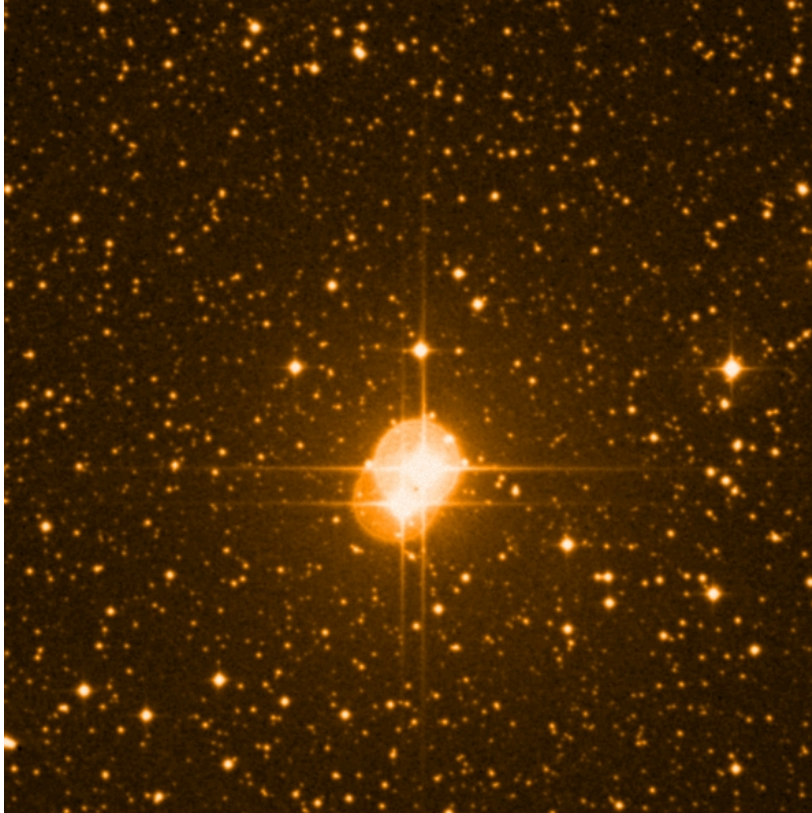
Tuttavia quando si trattò di misurare la **parallasse Von Struve** scelse una delle stelle più brillanti dell'emisfero boreale (**Vega**) che soddisfaceva soltanto 2 dei suoi 3 criteri e nello stesso anno in cui pubblicò il suo articolo **annunciò** che a seguito di **17 osservazioni** aveva derivato per la **parallasse di Vega** un valore di **0.125"** ([1]).

C'era però un **altro** astronomo che aveva un altro *gioiello* di **Fraunhofer**: un eliometro di 16 cm di apertura (vedi slide 14 e 15). La stella che aveva deciso di osservare, *61 Cygni A*, non era brillante, anzi la sua magnitudo era intorno alla 5, ma aveva uno dei moti propri maggiori osservati all'epoca: 5"/anno ([2]).

[1] straordinariamente vicino al valore attualmente accettato (0,129").

[2] il moto proprio elevato era stato notato nel 1804 da **Giuseppe Piazzi** astronomo italiano vissuto fra il 1746 e il 1826, direttore degli osservatori di Napoli e di Palermo. Giuseppe Piazzi a cui si deve anche la scoperta di Cerere (1 gennaio 1801) aveva soprannominato *61 Cygni stella fuggitiva*, proprio per sottolinearne la velocità la sua scoperta però non aveva ricevuto troppo interesse a causa del tempo (10 anni) in cui aveva osservato la stella che era stato ritenuto troppo breve. Quando nel 1812 **F. W. Bessel** pubblicò una parallasse speculativa di 0.46" per *61 Cygni A*, basata sulla considerazione che il sistema doppio (*61 Cygni A e B*) avesse una massa comparabile a quella del Sole e un periodo orbitale di 400 anni, la stella cominciò ad attrarre l'attenzione di quanti volevano misurarne la parallasse.

L'astronomo in questione era proprio Friedrich Wilhelm **Bessel** ([1]). Iniziò



a puntare l'eliometro in direzione di *61 Cygni* nel **1834**, ma la sua attenzione fu catturata dall' arrivo della *cometa di Halley* (agosto-novembre 1835) così poté riprendere le sue osservazioni (e misure) nel 1837. Per tutto l'anno misurò le distanze fra le due stelle (*61 Cygni A e B*) (decine di volte per notte) e nel **1838** annunciò per la stella A una parallasse di 0.313" ([2]) . Tale valore indusse **Von Struve** a rivedere il valore per *Vega* e a **raddoppiare** la sua precedente stima. Questa insicurezza gettò **discredito** sulle misure di **Von Struve** e portò ad attribuire a **Bessel** il primato della prima misurazione di una parallasse stellare.

61 Cygni A e B distano fra loro circa 20", B è "più debole" di circa 1 magnitudine.

[1] astronomo e matematico tedesco vissuto fra il 1784 e il 1846 si occupò prevalentemente di misurare le posizioni delle stelle. Dai suoi studi derivò, nel 1844, l'ipotesi di un possibile compagno non visibile per Sirio e Prozione (due nane bianche che sarebbero state rivelate in seguito e a cui sarebbero stati dati i nomi di Sirio B e Prozione B). Oltre ad aver generalizzato le funzioni (che portano il suo nome ma che in realtà erano state definite per la prima volta da Bernoulli) a **Bessel** dobbiamo il fattore correttivo (N-1) introdotto al denominatore della varianza al posto di N.

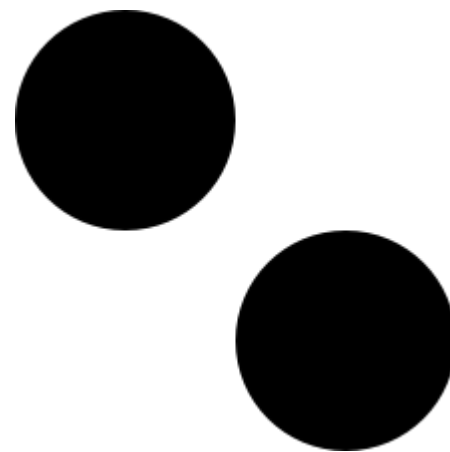
[2] il valore odierno e' 0.287"

L'eliometro, è uno strumento progettato e realizzato nel 1748 da **Pierre Bouger** (1698-1758) astronomo, matematico, geofisico, allo scopo di misurare il diametro del sole.

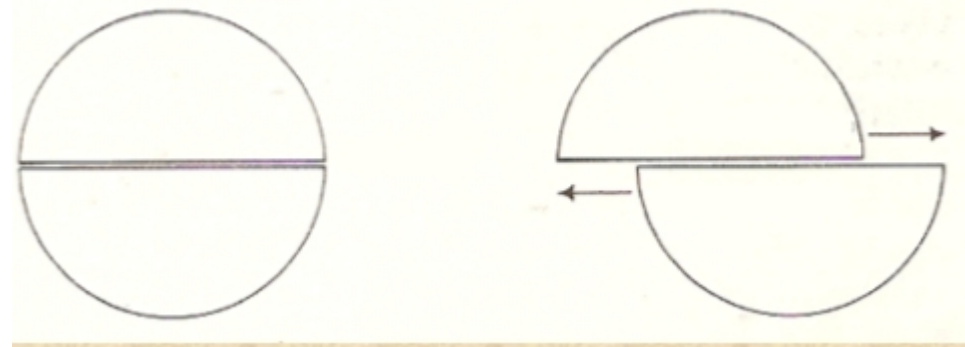
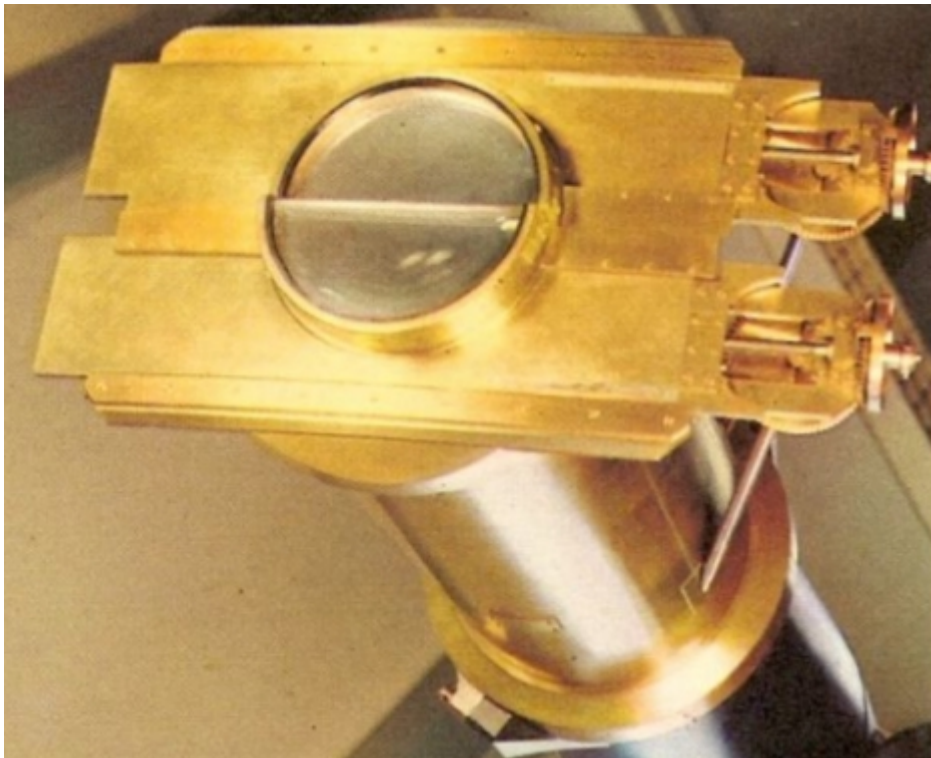
Una descrizione dello strumento si trova nella *'Histoire de l'astronomie moderne* di **Jean Sylvain Bailly** (1736-1793) astronomo, matematico, letterato e politico, primo sindaco di Parigi:

L' eliometro di Bouger ha per oggetto il misurar il diametro anche orizzontale del sole quando ha passato il meridiano e di paragonarlo col diametro verticale per così decidere se il Sole ha un acciaccamento sensibile. A questo effetto egli costruì un telescopio con due obbiettivi, l' uno presso l'altro, entro lo stesso tubo. E con un solo oculare, come un binocolo: in questa guisa un oggetto presenta due immagini. I due obbiettivi son mobili a volonta, e secondo che si avvicinano tra loro o si allontanano, le immagini si allontanano o si avvicinano. La quantita del loro moto è segnata da un indice. Il punto essenziale è il toccamento delle due immagini: ond'è necessario il vedere in un colpo le estremità del diametro. Con questo strumento si possono misurare anche le mediocri distanze delle stelle fra loro o le distanze fra I pianeti e I loro satelliti.

il disco del sole come visto attraverso un eliometro: quando le due immagini vengono messe a contatto (regolando lo spostamento dei due obiettivi) si ottiene la misura del diametro del Sole (pari alla distanza fra i centri delle immagini).



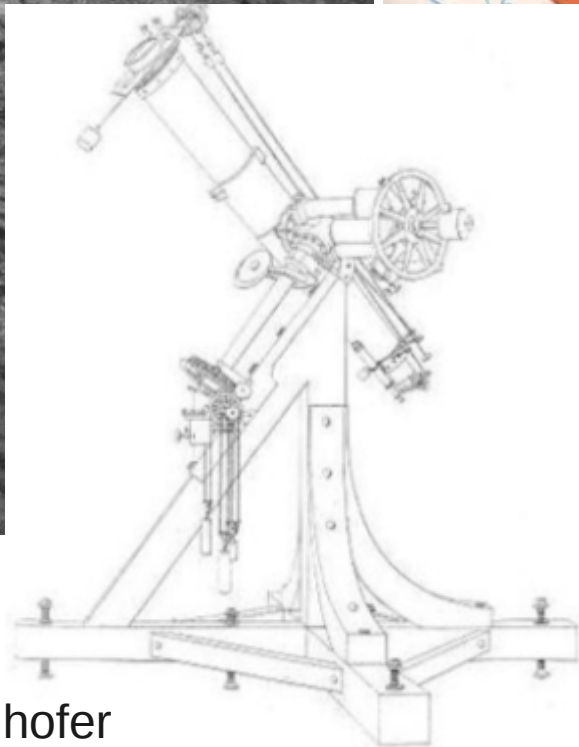
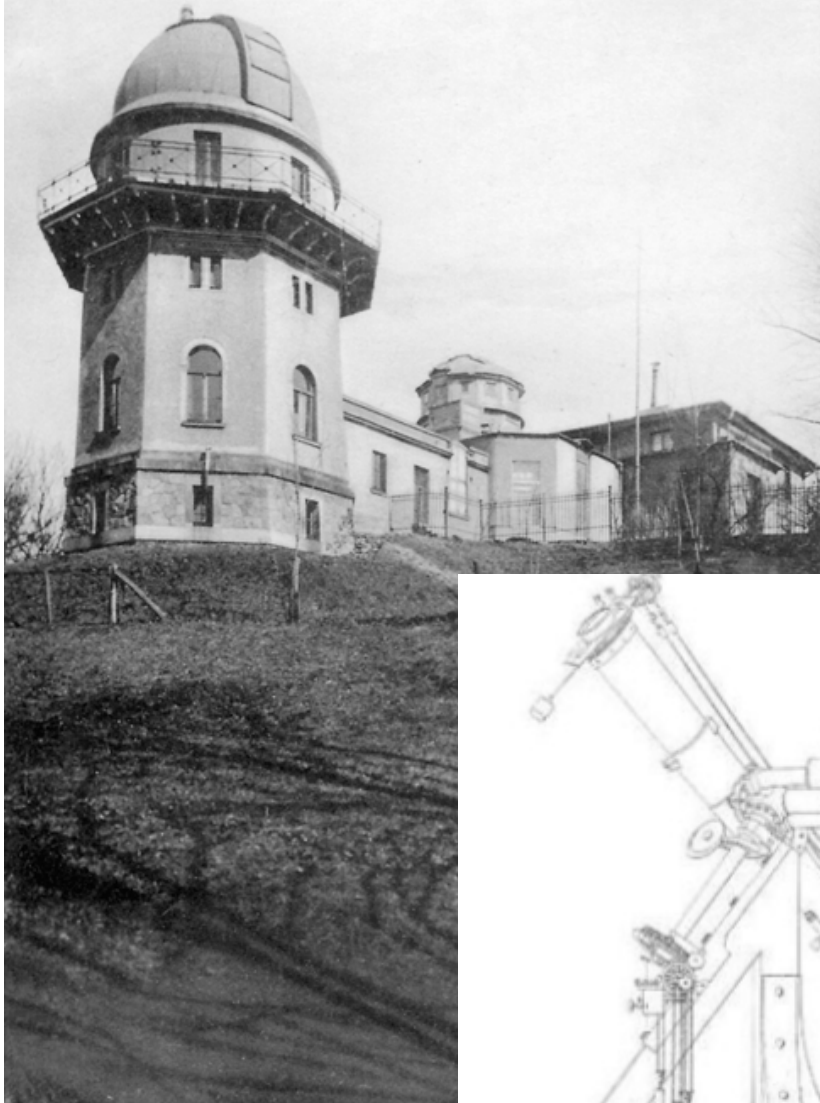
Fraunhofer pensò di costruire un eliometro **tagliando** esattamente in **due** la **lente** (obiettivo) operazione che richiedeva una non comune abilità. Se le **due mezzelenti** erano poste a **contatto** nel campo visivo si vedeva un **unico oggetto**. Se le mezzelenti erano allontanate lungo una direzione allora il campo visivo appariva come sarebbe potuto apparire ad un ubriaco (tutte le stelle sdoppiate). Se però la **stella** era **doppia** come nel caso di *61 Cygni* allora era possibile fare **coincidere le due componenti** (metterle una sull'altra, sovrapporle) spostando le semilenti. In questo modo grazie alla **vite micrometrica** che regolava lo scorrimento delle semilenti era possibile ottenere una **misura** della distanza di **precisione superiore** a quella che si poteva ottenere col **micrometro filare**.



Obiettivo dell'eliometro di **Fraunhofer**

Königsberg, Pr.

Sternwarte



L' eliometro di Fraunhofer (disegno)

Bessel era direttore dell'osservatorio astronomico di **Königsberg** che all'epoca apparteneva alla Prussia e oggi è parte della Russia (quel pezzettino di Russia sul mar Baltico).

Ma c'era un altro astronomo che si sarebbe guadagnato il titolo di primo misuratore di parallasse stellare se solo avesse “osato di più “ : **Thomas Henderson** (1798-1844) di origine scozzese che era stato astronomo all'osservatorio reale del **Capo di Buona Speranza**. Da lì fra il **1832** e il **1833** aveva misurato la parallasse di *Alpha Centauri* (una stella luminosa visibile dall'emisfero australe e con un elevato moto proprio).

Rientrato in Europa, per problemi di salute, aveva iniziato ad analizzare i suoi dati giungendo alla conclusione che *Alpha Centauri* con una parallasse di poco più di 1" (1.16 ± 0.11 , per l'esattezza) distava da noi poco meno di 1 parsec ([1])

Henderson però non si sentiva sicuro del risultato e lo comunicò soltanto il 3 gennaio 1839, guadagnandosi il titolo di secondo misuratore di parallasse (dopo **Bessel**).

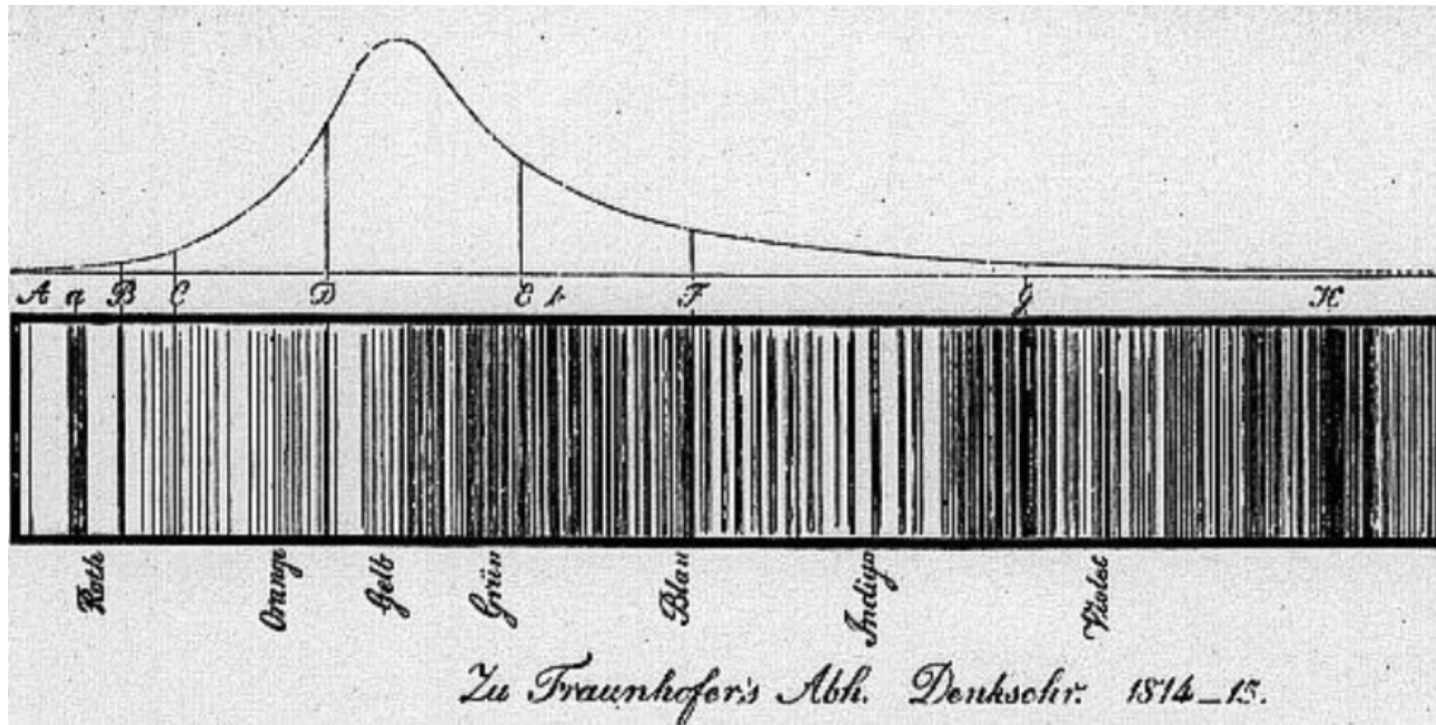
Alpha Centauri sarebbe stata la stella più vicina a noi fino alla scoperta di *Proxima Centauri* ad opera di **Robert T.A. Innes** ([2]) nel 1915.

Alpha, Beta e Proxima Centauri costituiscono un sistema stellare triplo.

[1] un valore sottostimato di circa il 25% .

[2] (1861-1933) astronomo sudafricano scozzese

Il motivo per cui ricordiamo **Fraunhofer** è la sua scoperta delle righe di assorbimento nel sole:



Il francobollo emesso dalle Poste tedesche nel 1987 per commemorare il bicentenario della nascita di **Fraunhofer**

Fraunhofer non fu il **primo** a vedere le righe: il chimico inglese William Hyde **Wollaston** (1766-1828) aveva costruito, nel **1802**, uno **spettroscopio** a **prisma** con cui aveva osservato il Sole. Aveva notato che i colori (già visti da **Newton**) non erano distribuiti in modo uniforme, in particolare aveva osservato **7 bande scure**, ma aveva pensato che si trattasse di una sorta di confini naturali fra i colori.



Nel **1814** **Fraunhofer** costruì uno spettroscopio il cui elemento disperdente era un prisma (nel **1821** avrebbe ideato il **reticolo a diffrazione** che gli avrebbe permesso di realizzare uno spettroscopio con una maggiore risoluzione).



Fraunhofer in piedi, vestito di nero, mostra il suo spettroscopio a **Joseph von Utzschneider**, **Georg von Reichenbach** e **Georg Merz** (in ordine da sinistra a destra, l'uomo vestito di bianco in piedi non è identificato). Il dipinto è di *Richard Wimmer*, l'ambientazione è a Monaco nel 1814.

Cosa guardava **Fraunhofer** nello spettroscopio? La luce di una candela o di una lampada ad olio. Ma poi notò qualcosa di interessante di cui non seppe trovare la ragione. Se buttava un pizzico di sale sulla candela nello spettro appariva una riga gialla luminosa e se sostituiva il prisma dello spettroscopio con un prisma di maggiore dispersione le linee gialle diventavano 2. Allora **Fraunhofer** puntò lo spettroscopio verso il Sole (o meglio nella direzione della luce riflessa del Sole) e vide che laddove erano presenti le 2 righe brillanti ce n'erano 2 scure.

Fraunhofer's solar spectrum (1814)

A a B C D E b F G H

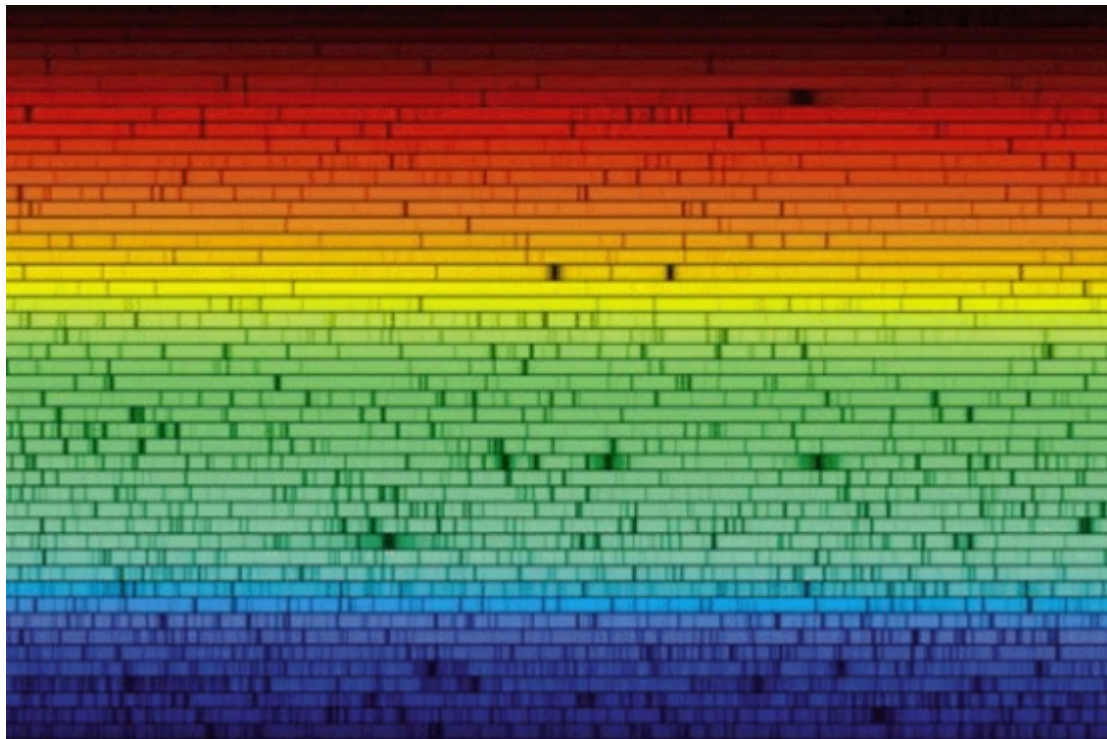
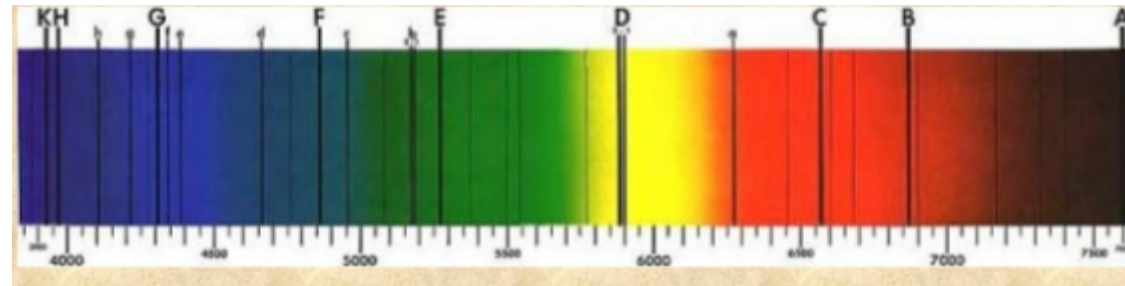


Name	Wavelength	Origin	Name	Wavelength	Origin
<i>A</i>	7594	O_2	<i>E</i>	5270	$Fe\ 1$
<i>a</i>	7165	H_2O	<i>b</i>	5170,5180	$Mg\ 1$
<i>B</i>	6867	O_2	<i>F</i>	4861	H_β
<i>C</i>	6563	H_α	<i>G</i>	4300	CH
<i>D</i>	5890,5896	$Na\ 1$	<i>H</i>	3968	$Ca\ 2$

Chiamò queste righe **D** perché aveva deciso di classificare le righe scure dello spettro del Sole con lettere dell'alfabeto ordinate a partire dalla regione rossa dello spettro verso la blu. Le lettere erano in **maiuscolo** per le righe forti e minuscole per quelle deboli. Oltre ad attribuire una lettera diede anche la misura della lunghezza d'onda.

Quando, nel 1821, sostituì il prisma col reticolo di diffrazione riuscì a vedere **570** righe scure che classificò e di cui misurò la lunghezza d'onda.

Osservò anche lo spettro di Venere, Cappella, Betelgeuse e si accorse che erano molto simili a quello del Sole, notò che lo spettro di Sirio invece era molto diverso.



Con gli spettrografi *echelle* entrati in uso a cominciare dagli anni '80 del secolo scorso le righe di assorbimento misurabili del Sole sono alcune migliaia

Sì, ma come aveva fatto **Fraunhofer** a misurare le lunghezze d'onda delle righe nello spettro del Sole ? La risposta ce l'ho (ho approfondito la questione) ma prenderebbe diverse pagine e un bel po' di “conti” così ho deciso di risparmiarvela...



Fraunhofer ricevette un dottorato *honoris causa* dall' Università di Erlangen-Norimberga nel 1822.

Nel 1824 ottenne dal re **Massimiliano I di Baviera** (il principe che lo aveva aiutato) il titolo di Cavaliere.

Nel 1826, a soli 39 anni, si spense molto probabilmente a causa dell'avvelenamento provocatogli per aver lavorato con vapori di metalli pesanti.

Le sue spoglie mortali riposano nell' *Alte Südfriedhof* di Monaco di Baviera

