



La dimensione delle Stelle

Stefano Covino

INAF / Osservatorio Astronomico di Brera



Istituto Nazionale di Astrofisica

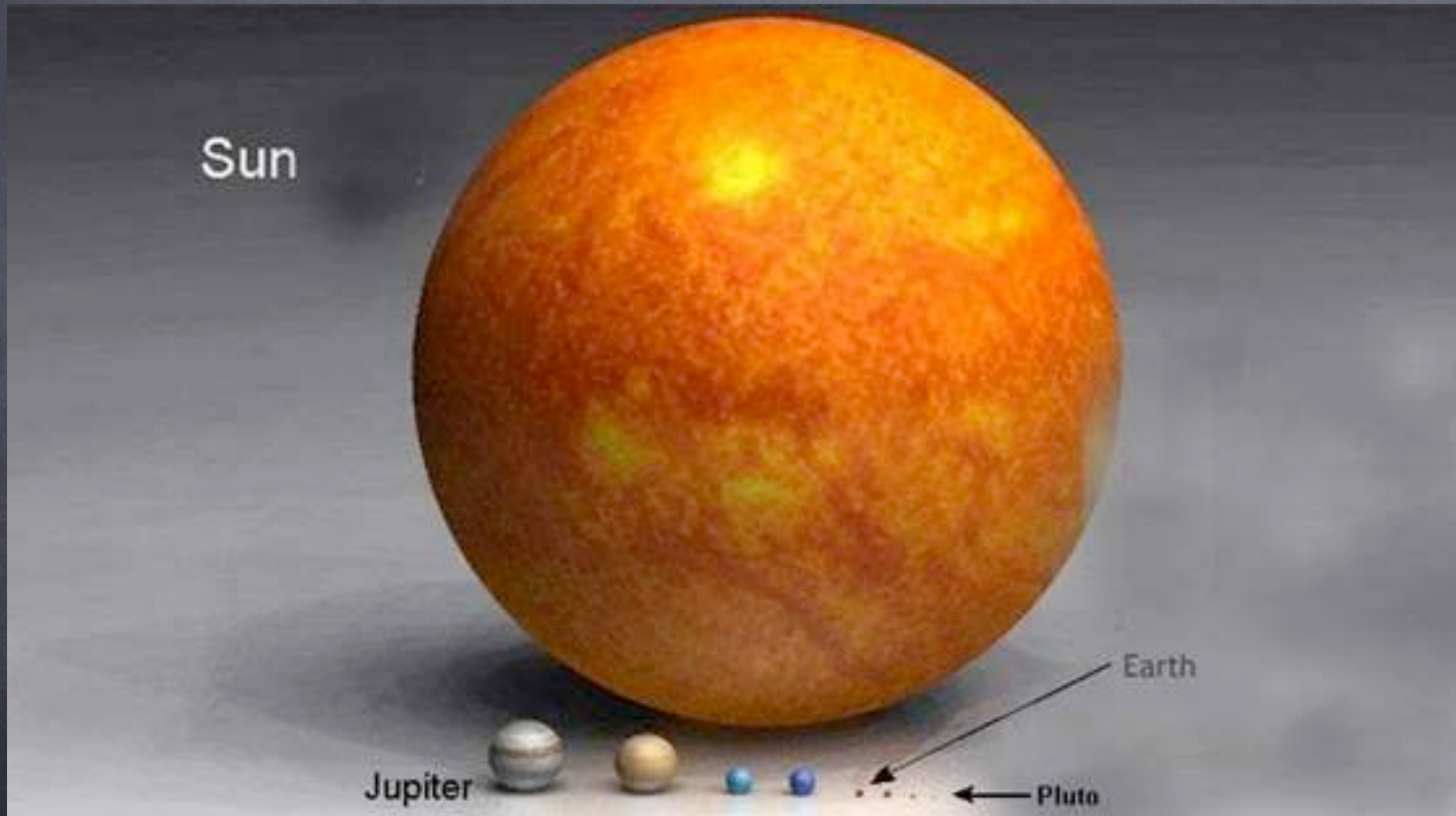
Osservatorio Astronomico di Brera

Gruppo Astrofili Deep Space (Lecco) - 6 marzo 2009

Spesso quando si parla di stelle si prende in considerazione la loro massa e poco si dice, o si sa, sul loro diametro. Come si misura la dimensione delle stelle? Storia e successi di una serie di tecniche che stanno raggiungendo risultati sempre migliori!

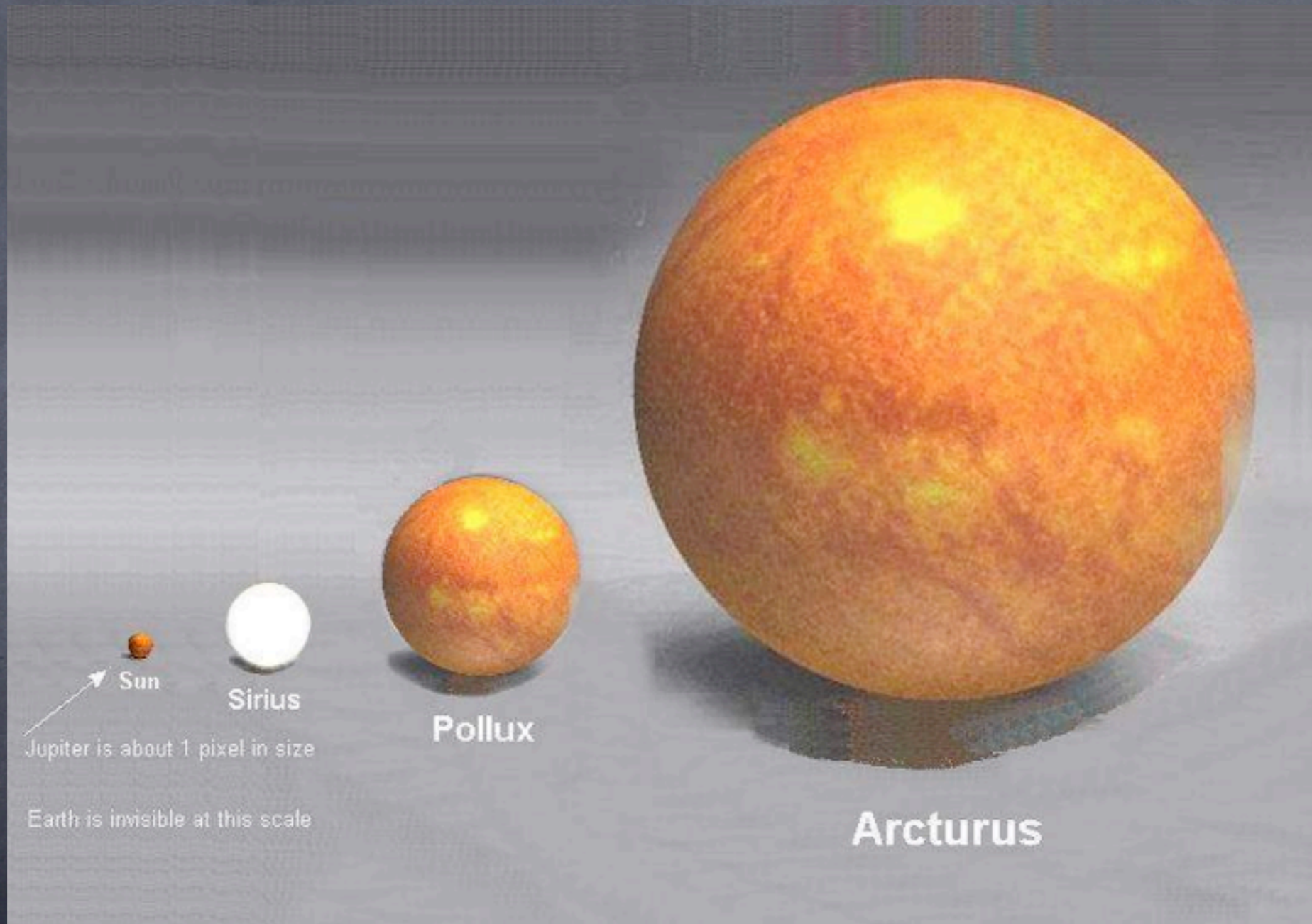
La natura del "problema"!

La natura del "problema"!



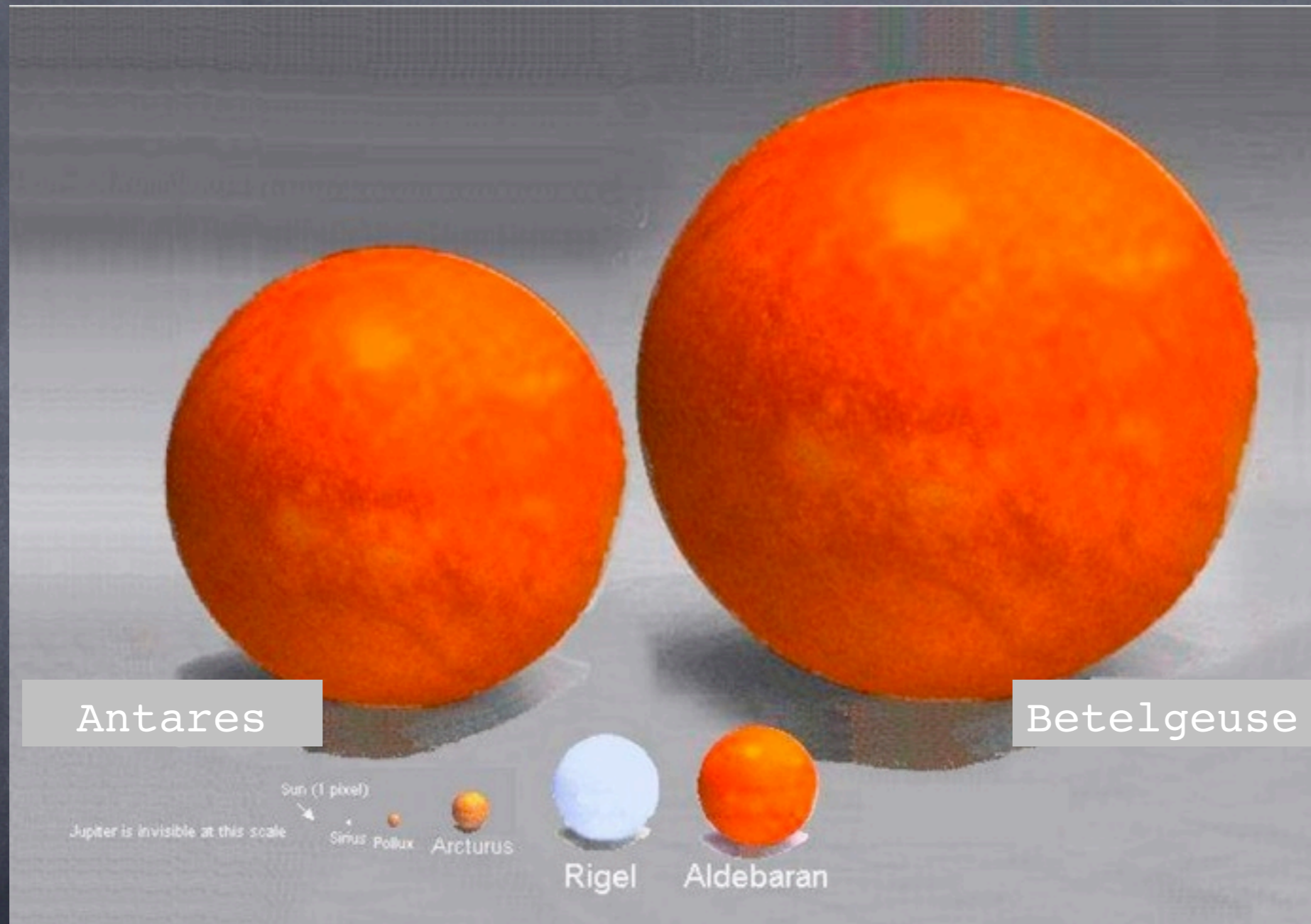
Il Sole: diametro circa 1,5 milioni di km

La natura del "problema"!



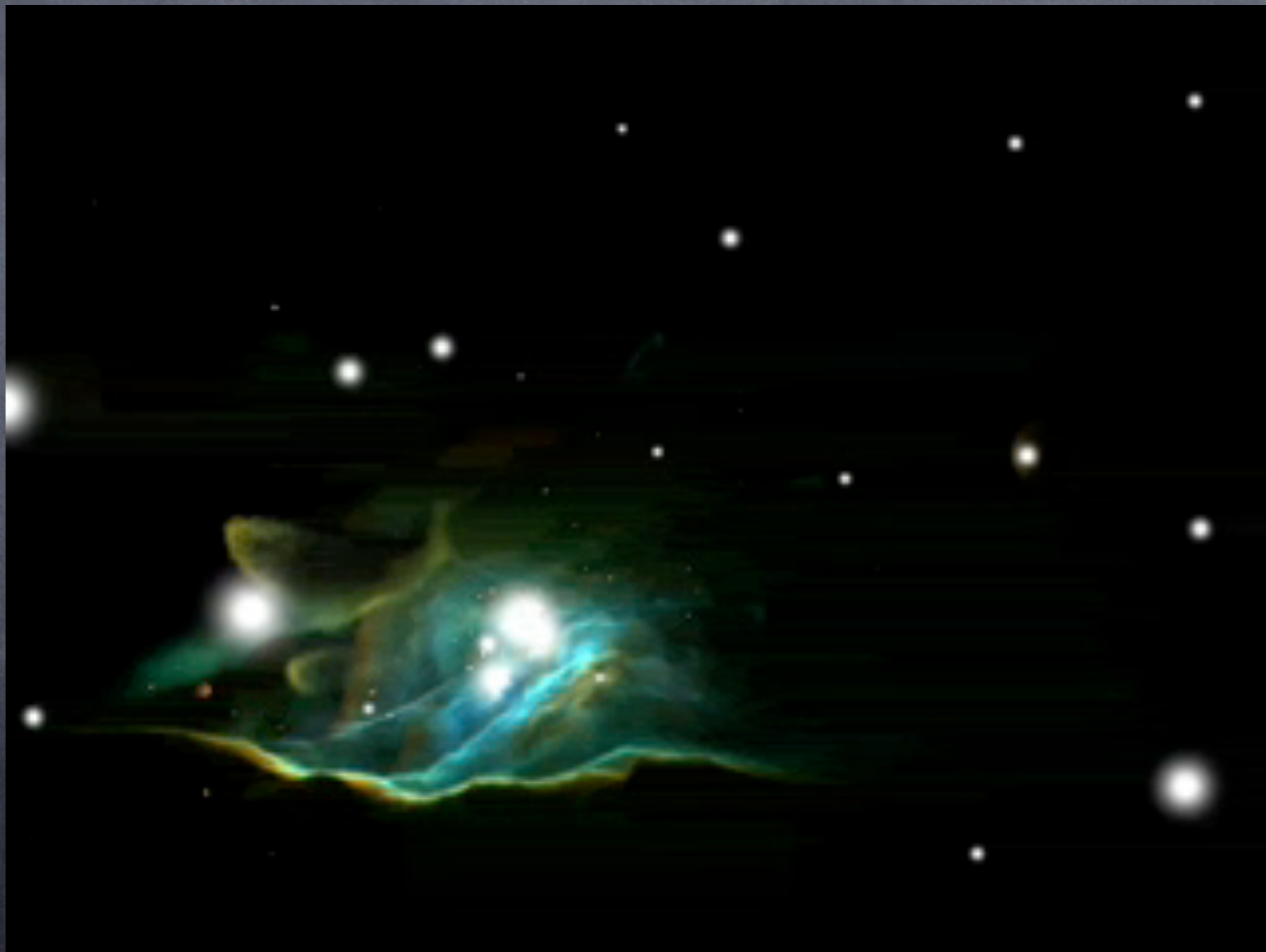
Arturo: diametro circa 16 volte il Sole

La natura del "problema"!

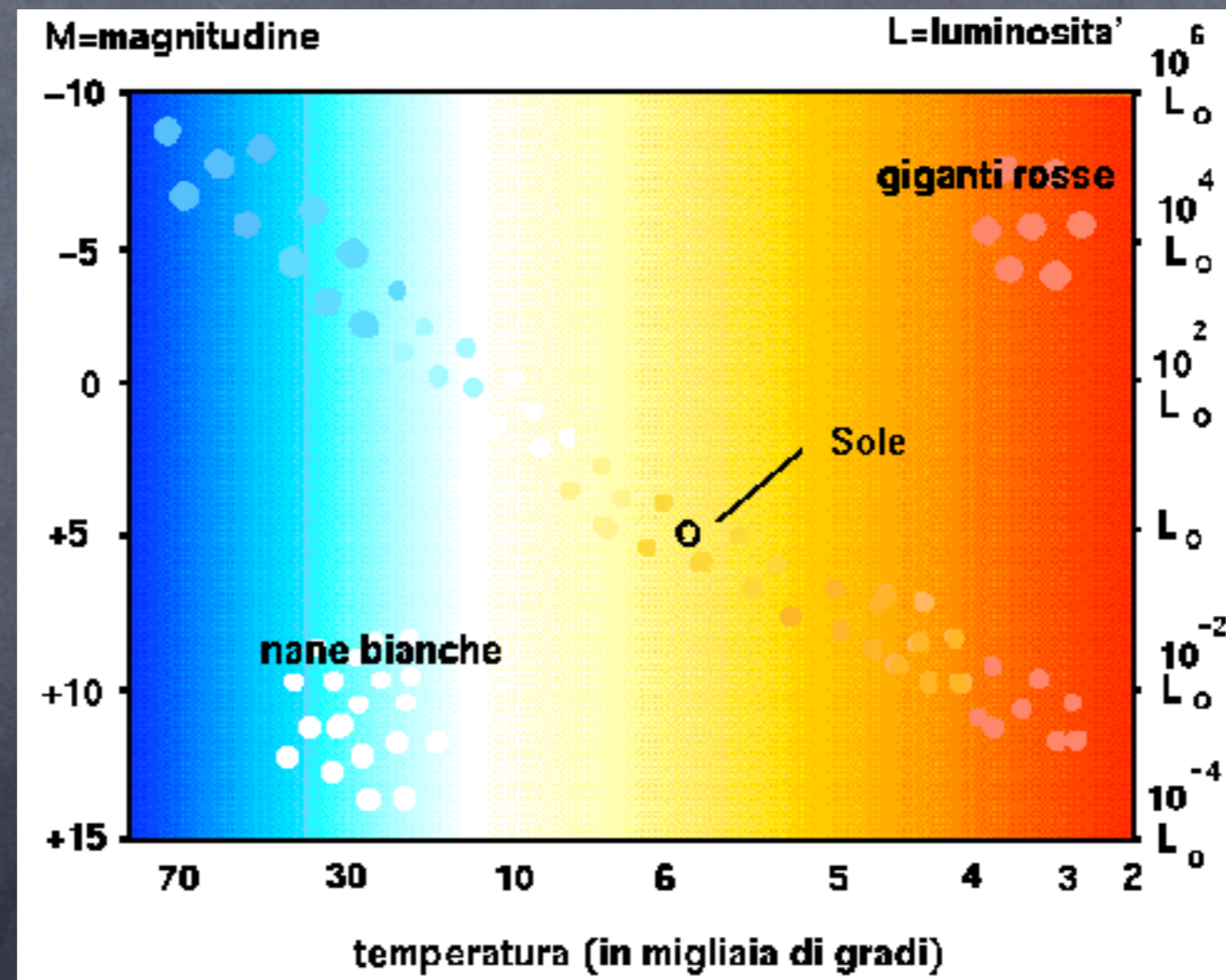


Betelgeuse: diametro centinaia di volte il Sole

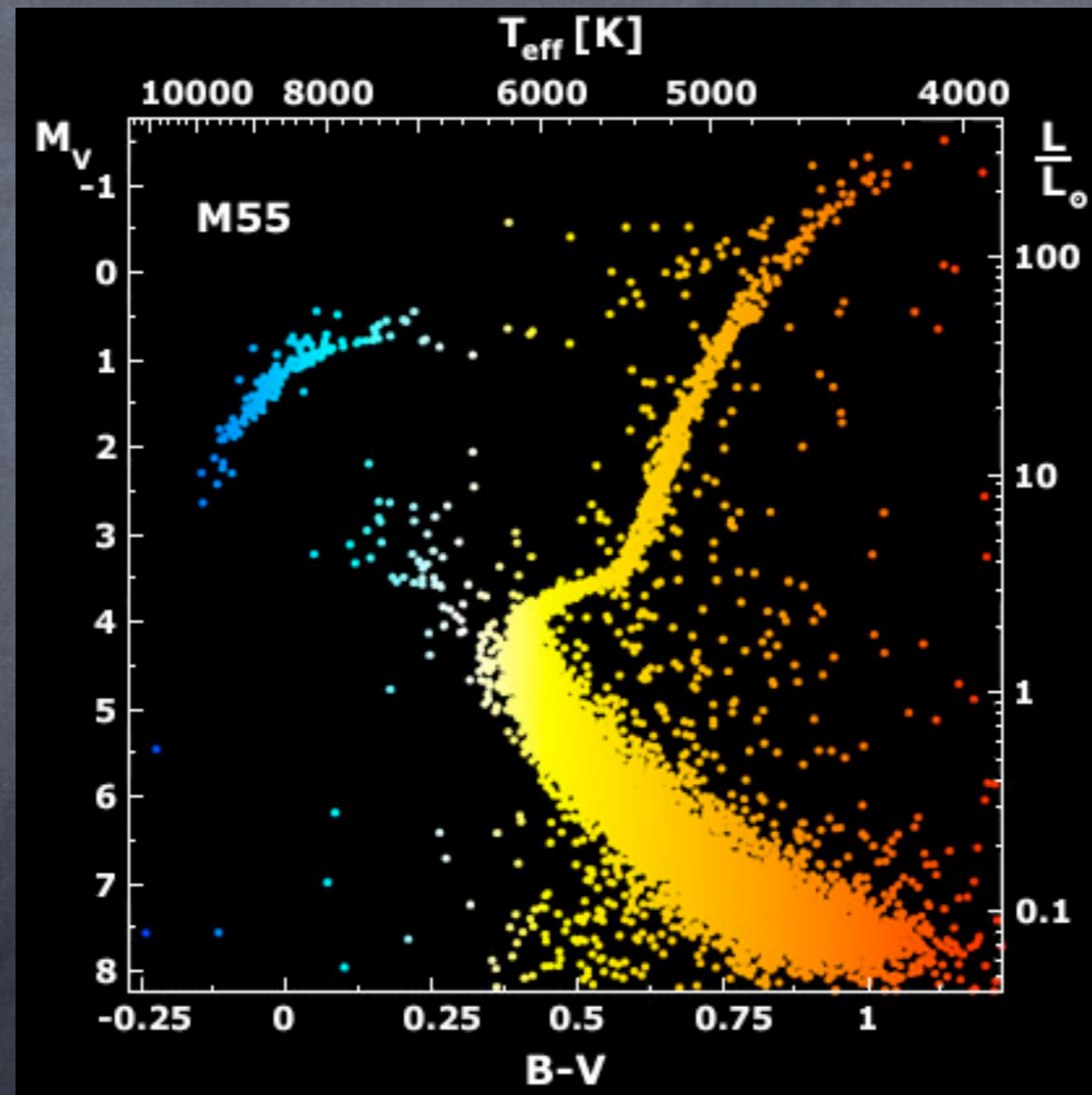
Il "problema" può anche presentare
altri punti di vista...



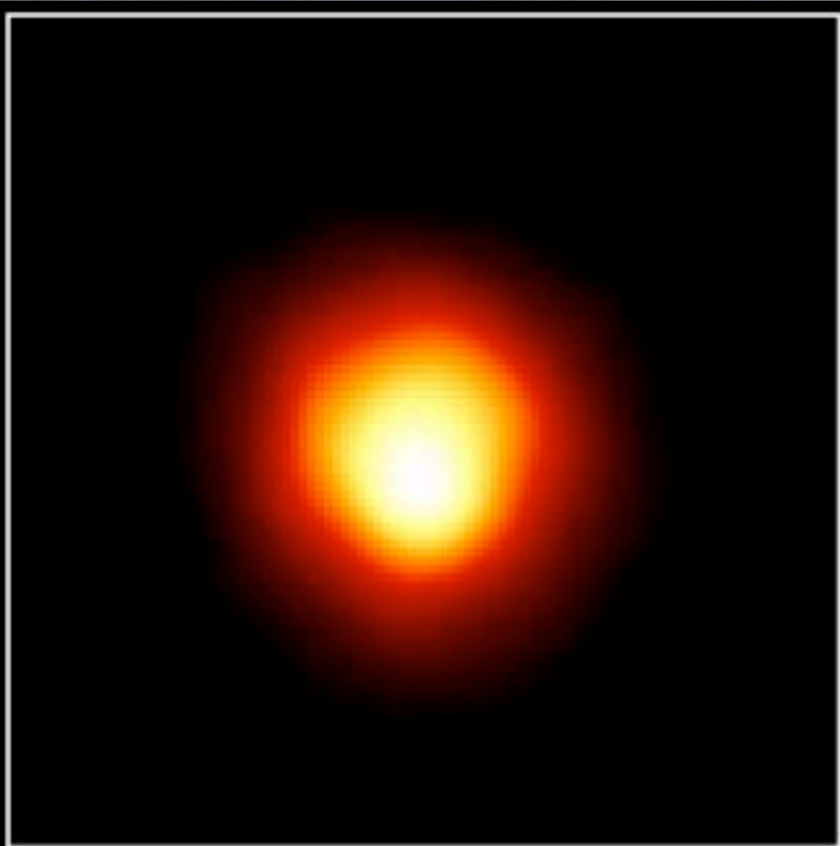
Il "problema" può anche presentare altri punti di vista...



Il "problema" può anche presentare
altri punti di vista...



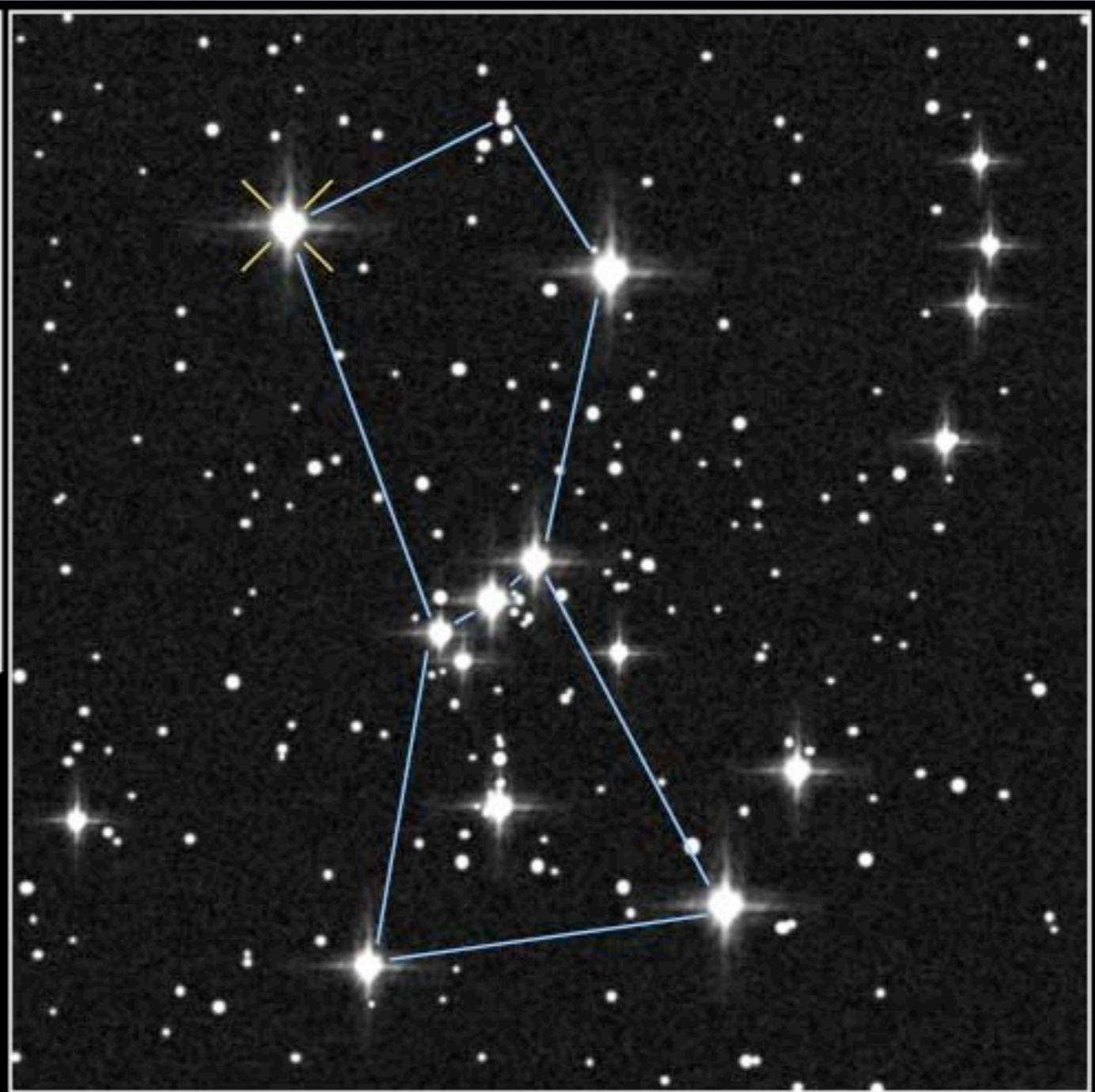
Fino a quando...



Size of Star

Size of Earth's Orbit

Size of Jupiter's Orbit

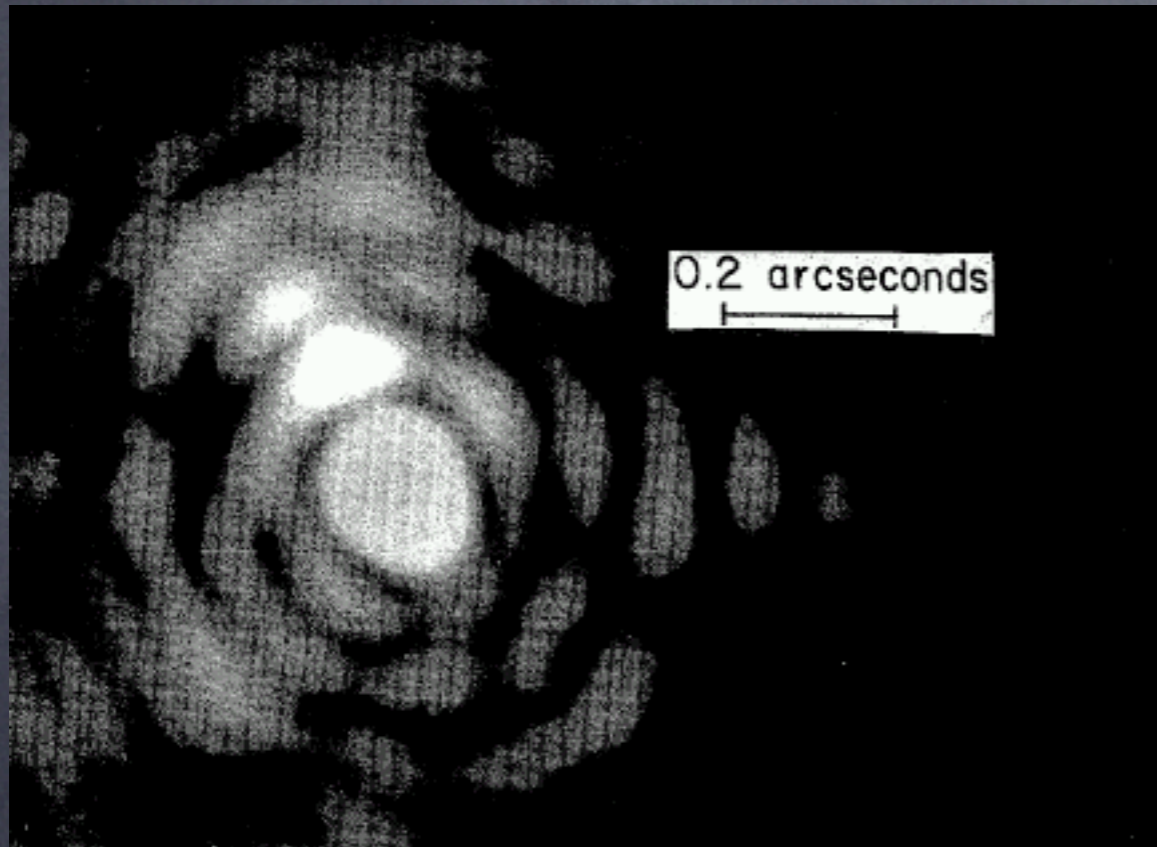


Atmosphere of Betelgeuse

HST • FOC

PRC96-04 • ST ScI OPO • January 15, 1995 • A. Dupree (CfA), NASA

Immagini dirette

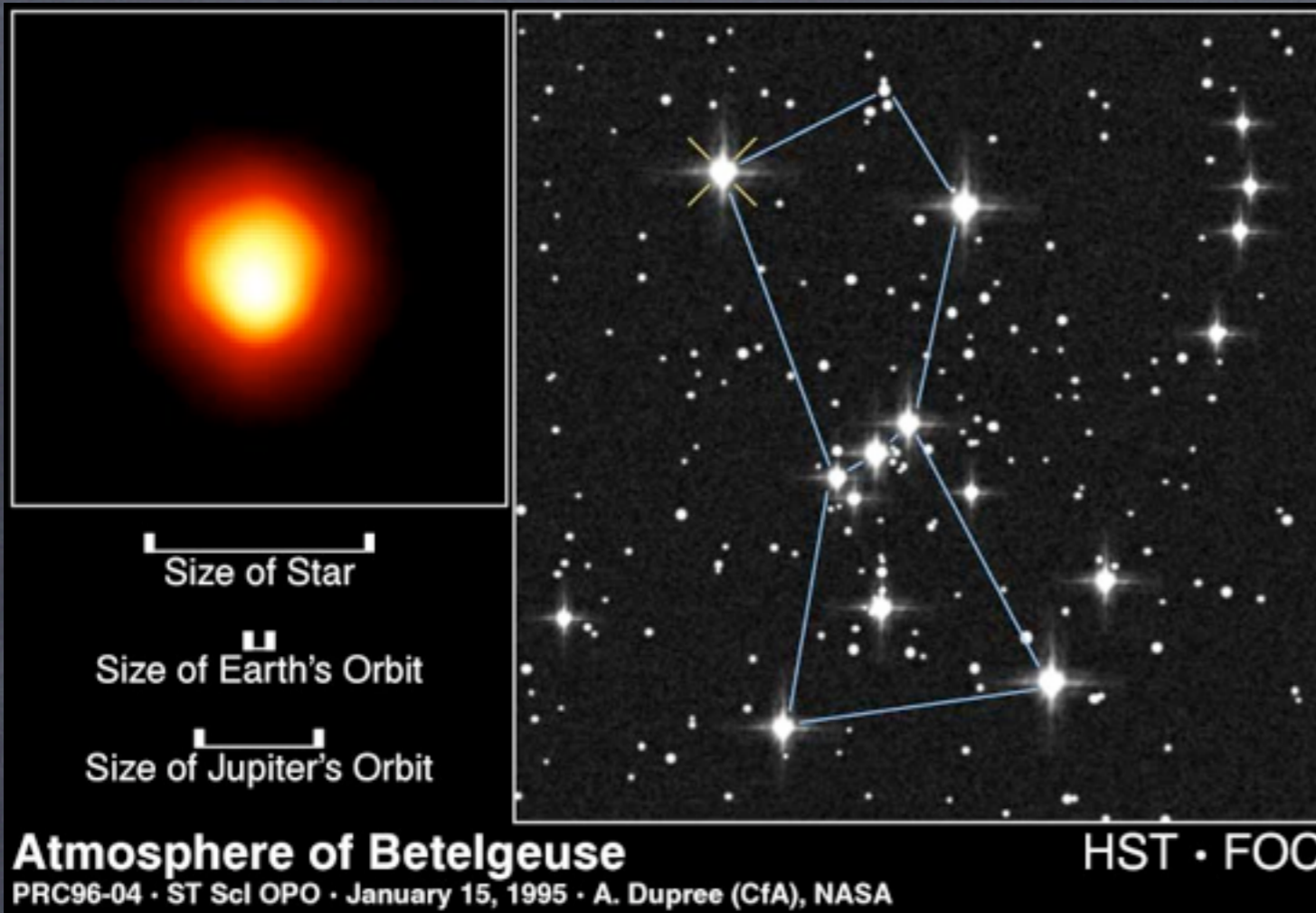


La figura di diffrazione è nota come disco di Airy, ed è intrinseca al sistema ottico.

$$\theta \approx 1.22 \lambda/D$$

Anche se, in realtà, da Terra, è l'atmosfera che domina la qualità delle immagini.

Essenzialmente, a parte il Sole, "quasi" nessuna stella da Terra presenta un disco misurabile..



Dallo spazio, in realtà, qualche tentativo ha dato buon frutto!

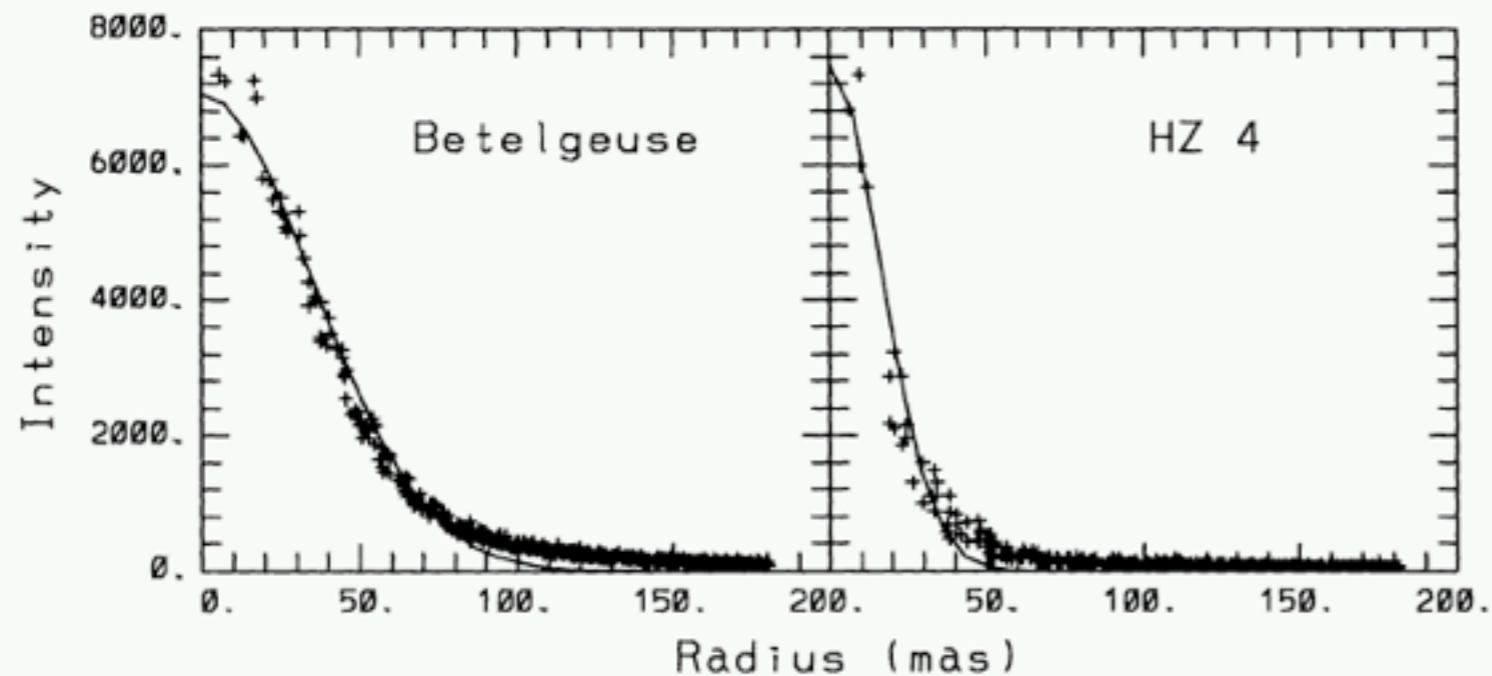
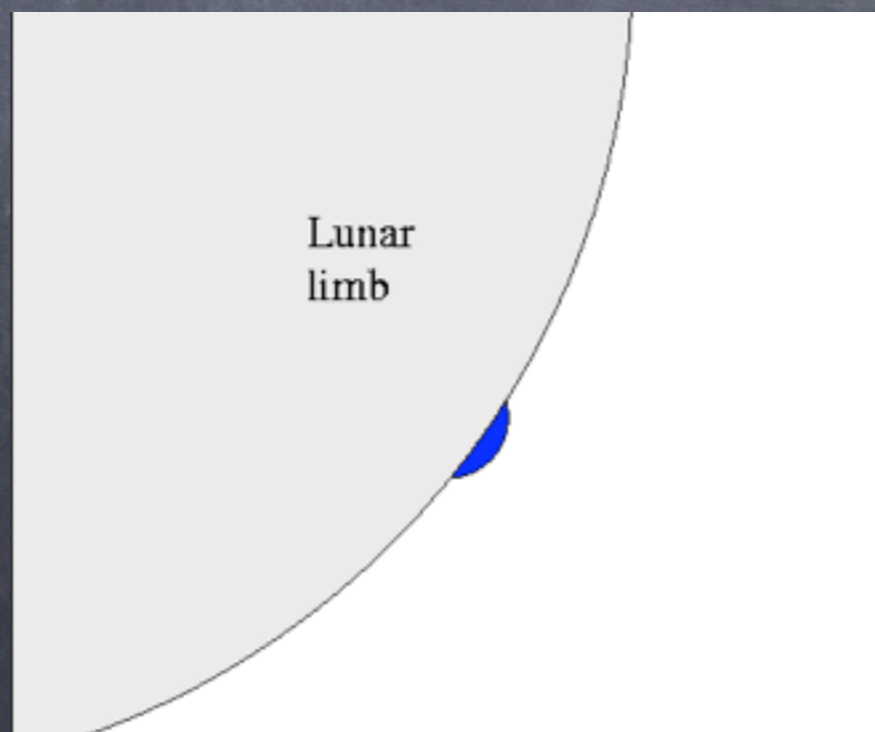
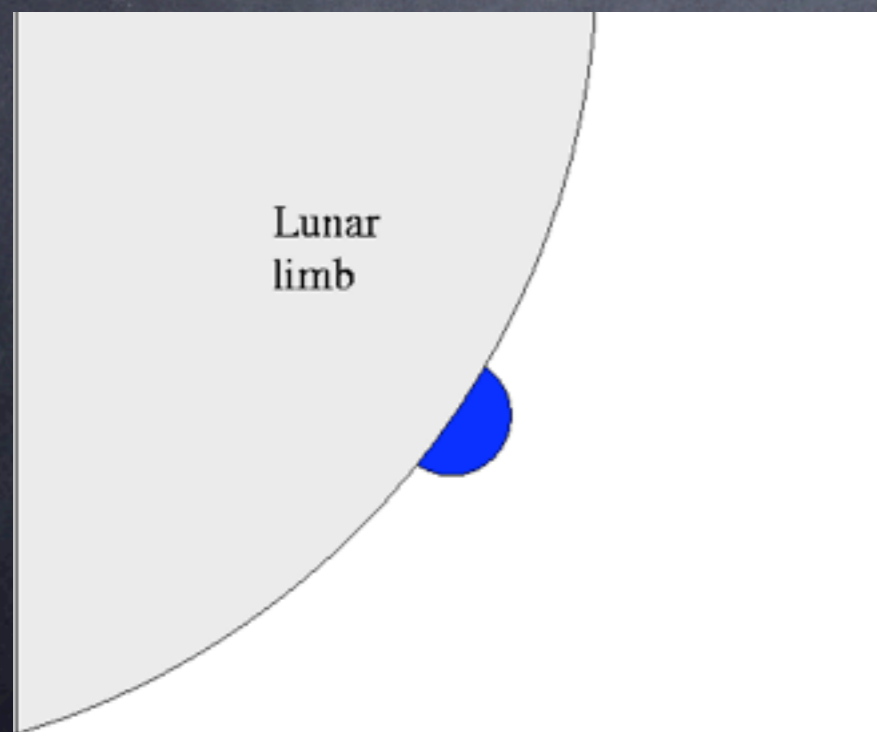
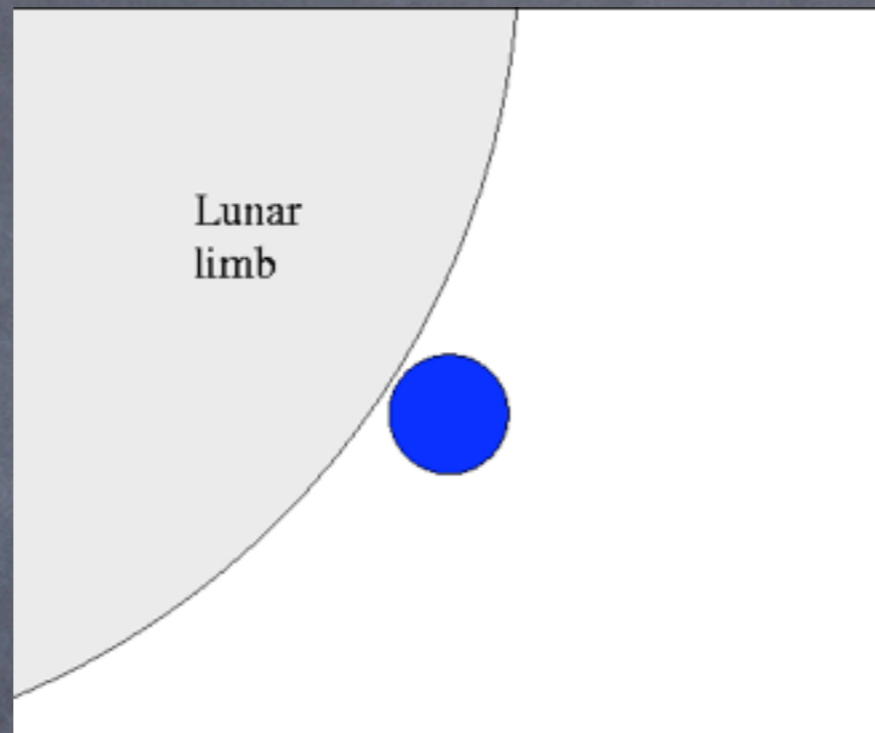
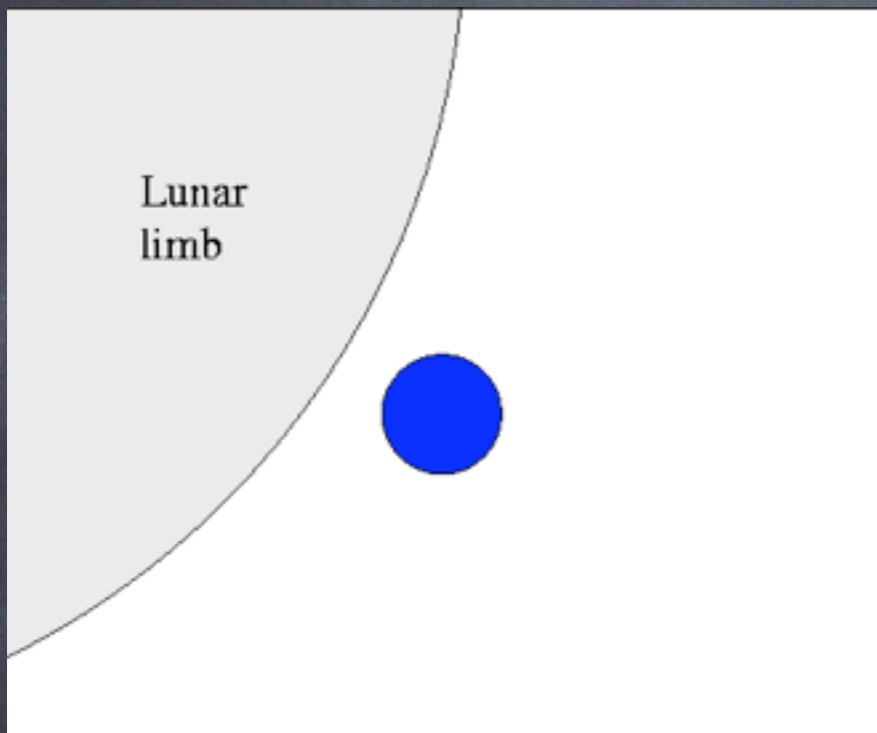


Figure 2. Radial intensity distributions of F278M images before over-sampling or deconvolution; curve in each case is a Gaussian fit with FWHM of 83 and 38 mas respectively.

Gilliand & Dupree (1995)

La Luna ci può aiutare...

La Luna ci può aiutare...



La luce di una stella impiega un certo tempo a scomparire.

$$\vartheta \approx \omega \Delta t$$

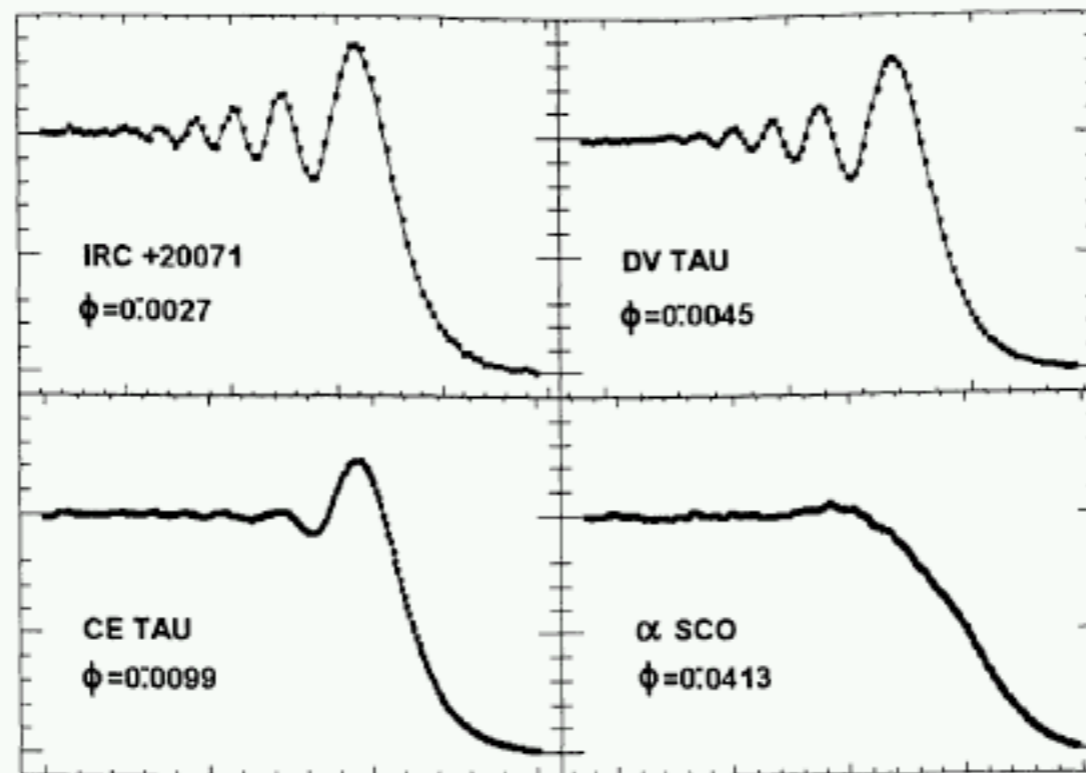
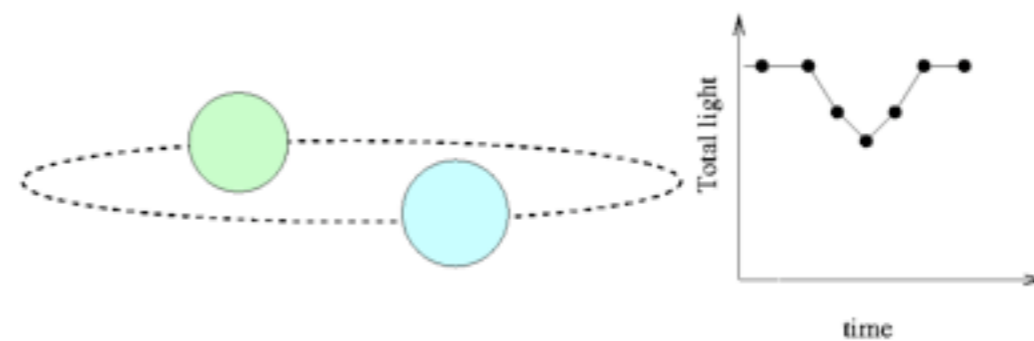
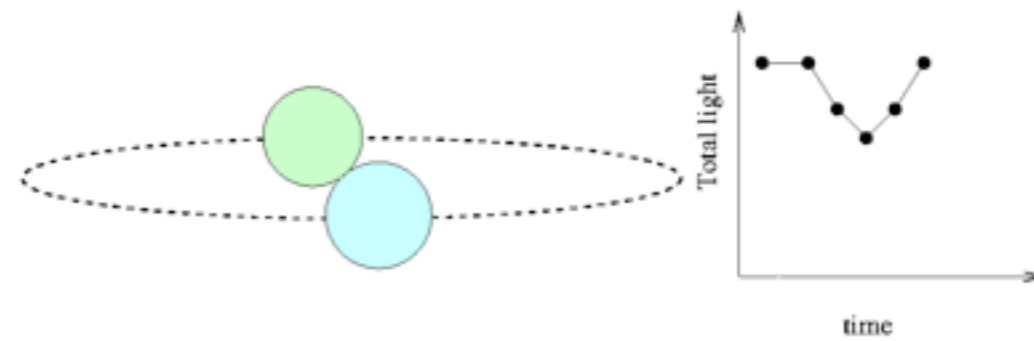
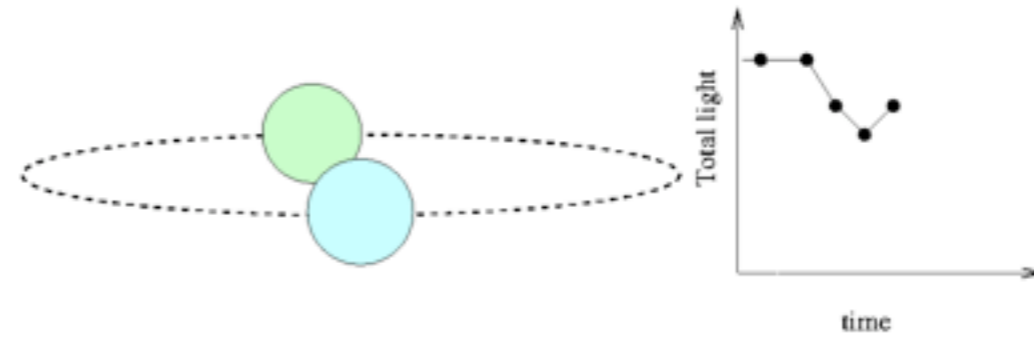
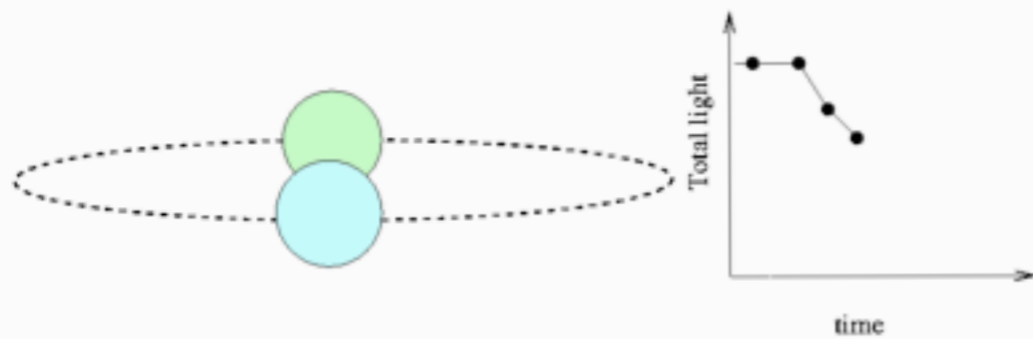
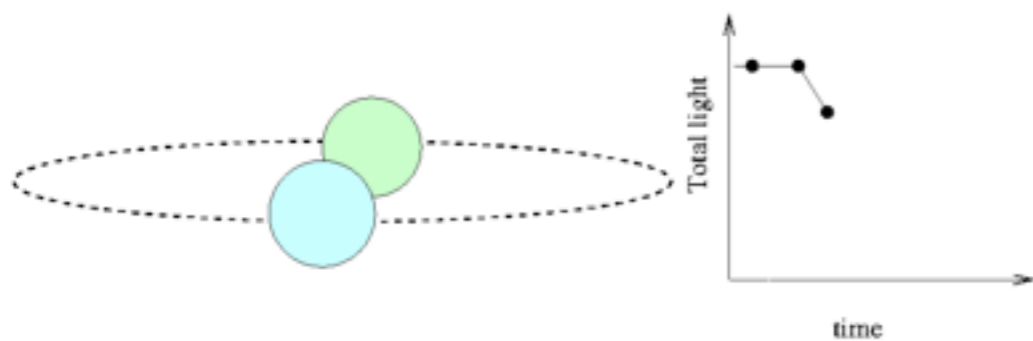
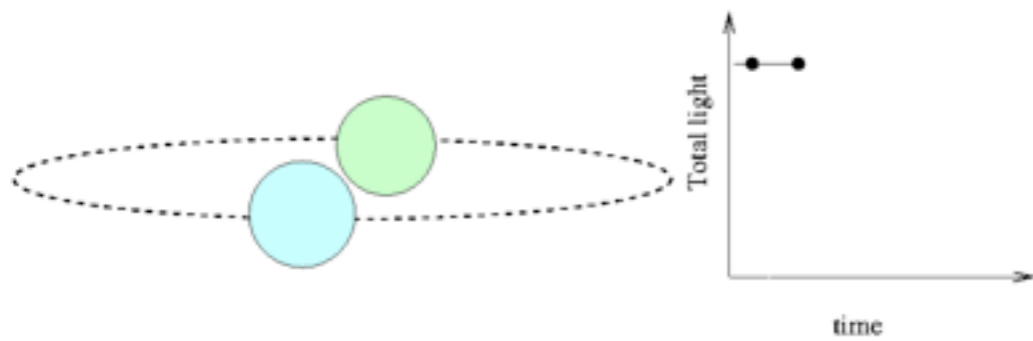
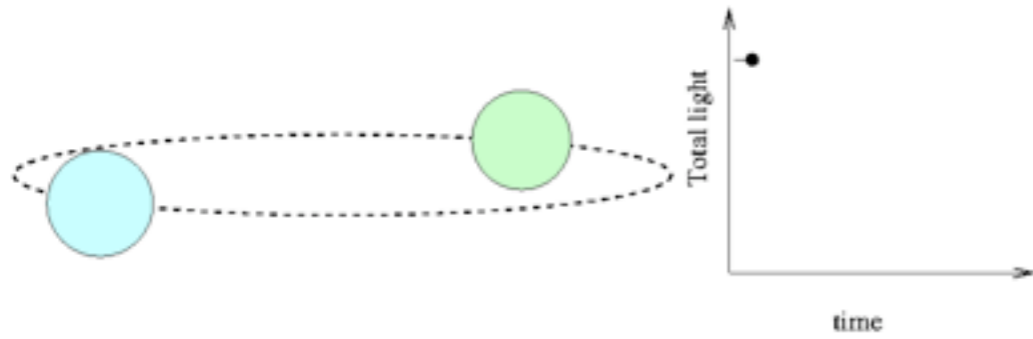


Figure 1. Occultation data (dots) and corresponding fits (solid lines) for four late-type stars with increasing angular diameter (data of the Arcetri LO group). The axes have been rescaled for each data set, bringing the time of occultation and the rate of the event to a common value and renormalizing the intensity values, in order to provide a more direct illustration of the phenomenon of fringe smoothing as a function of the angular size.

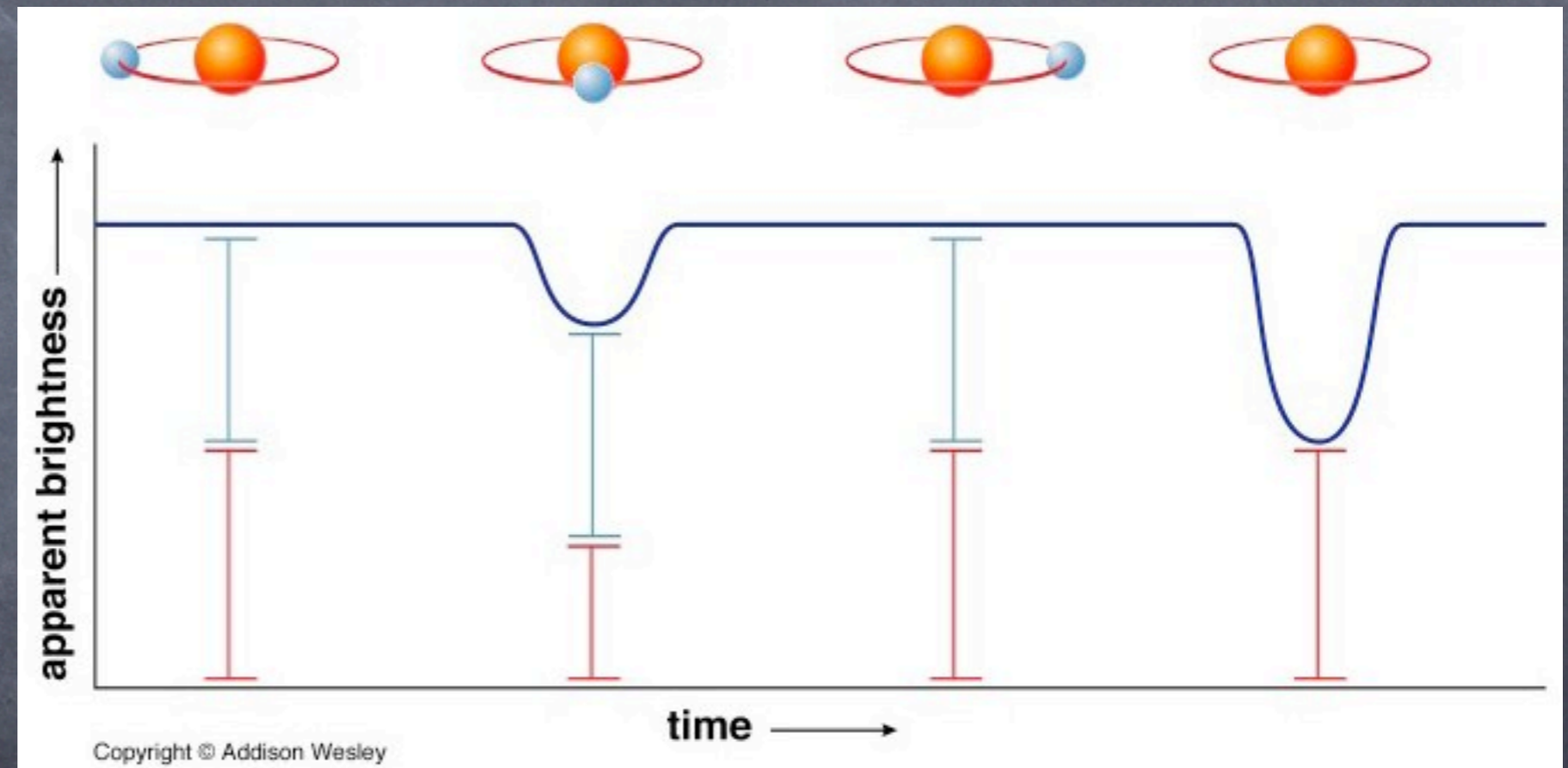
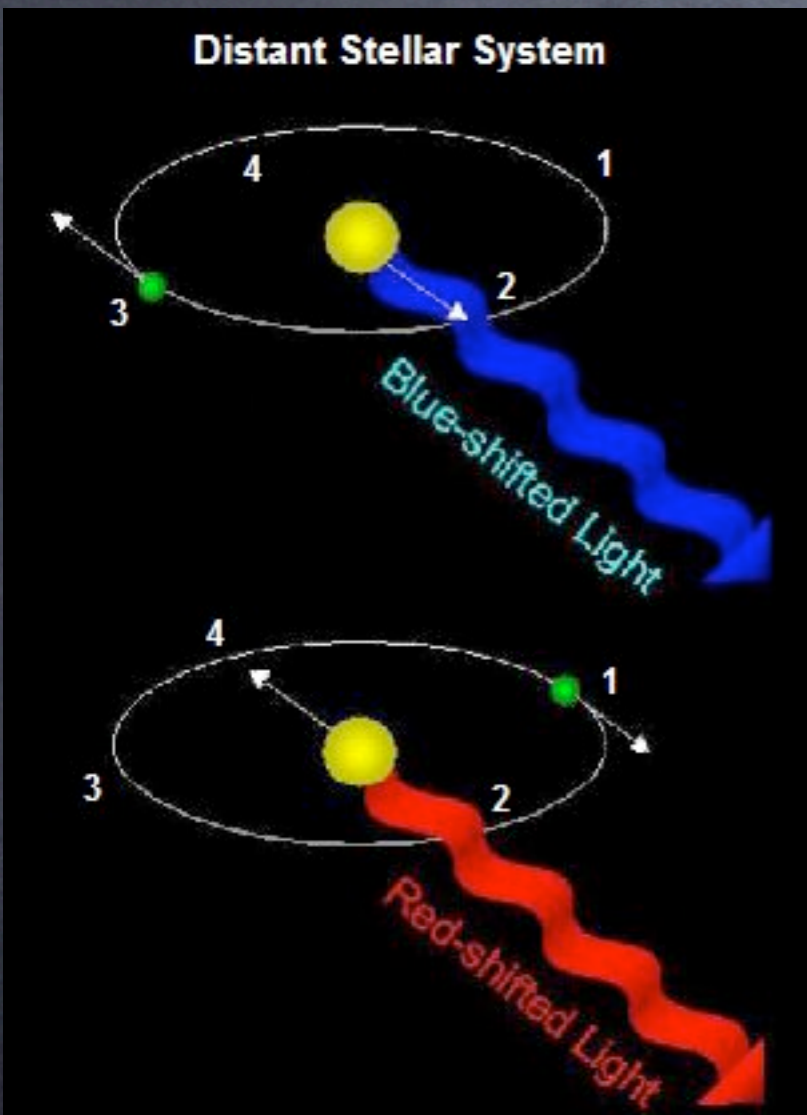
Per un oggetto puntiforme si avrebbe la figura di diffrazione, mano a mano che la dimensione angolare aumenta abbiamo un profilo più regolare.

Sistemi binari ad eclisse



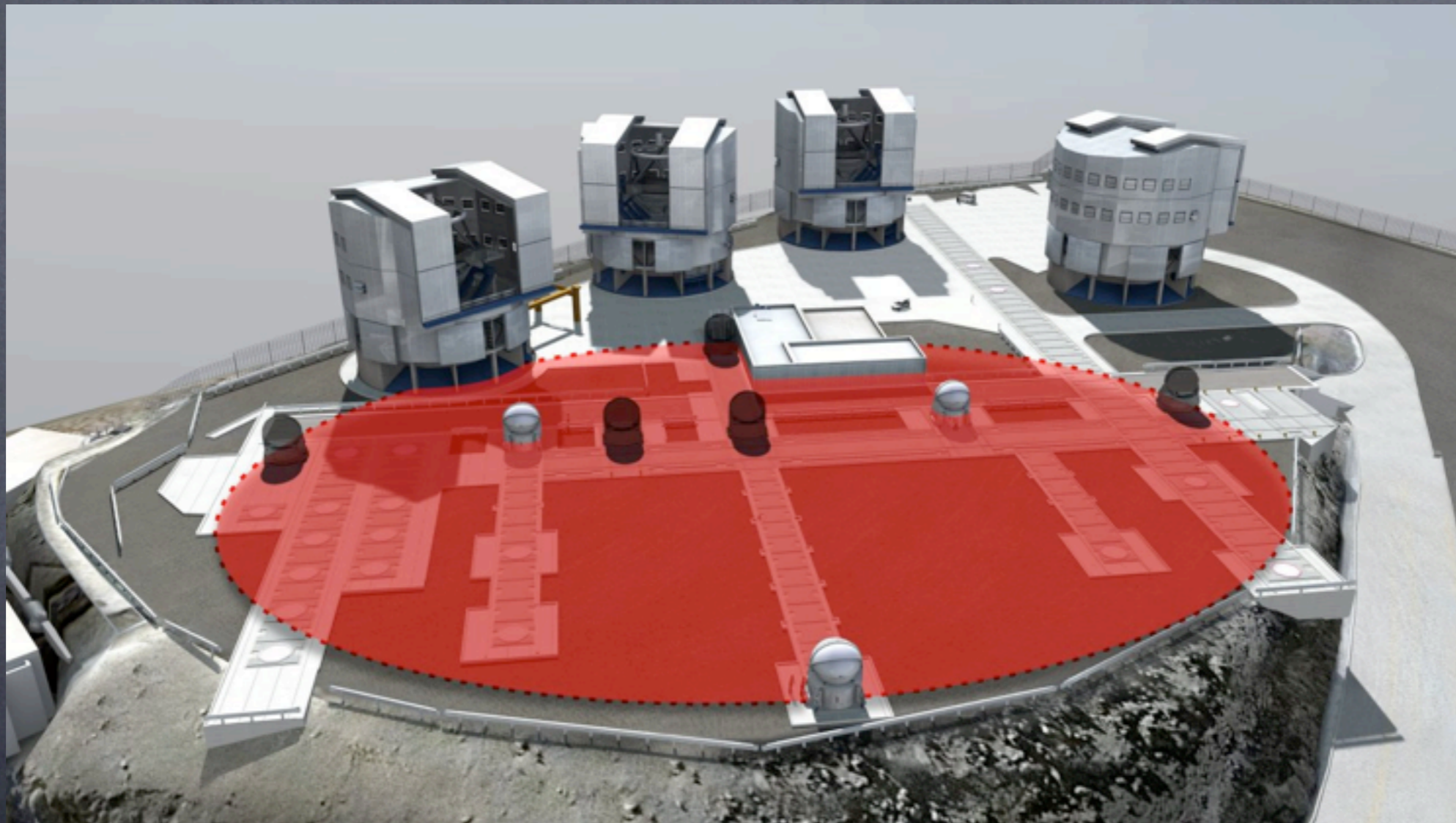
Sistemi rari ma preziosi...

Un autentico laboratorio di astrofisica!



Dallo studio di questi oggetti si possono ricavare masse, distanza, dimensioni, ecc.

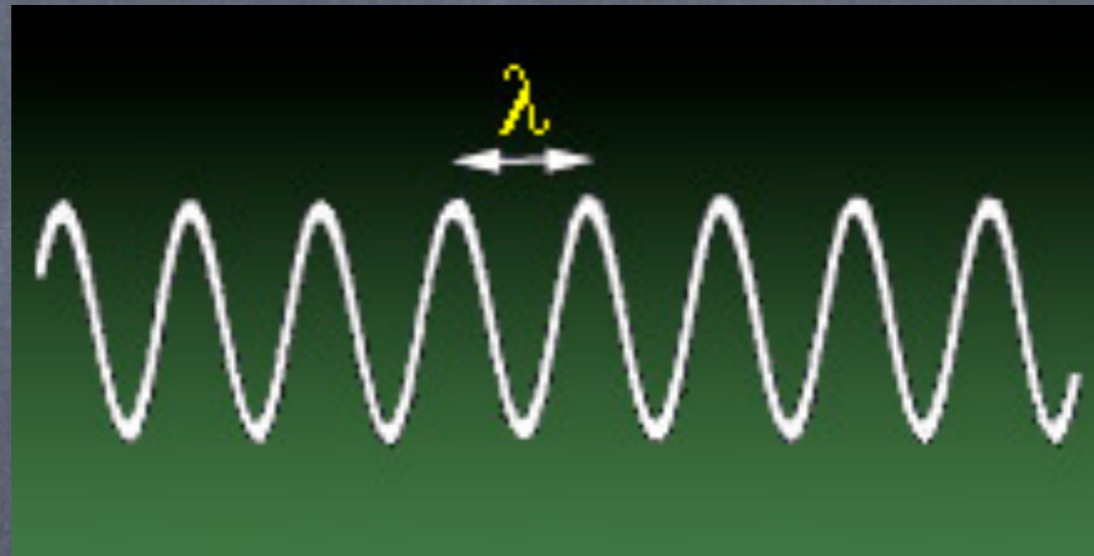
Ma è l'interferometria che promette
di dare risultati eccezionali!



il VLTI, Cerro Paranal ESO

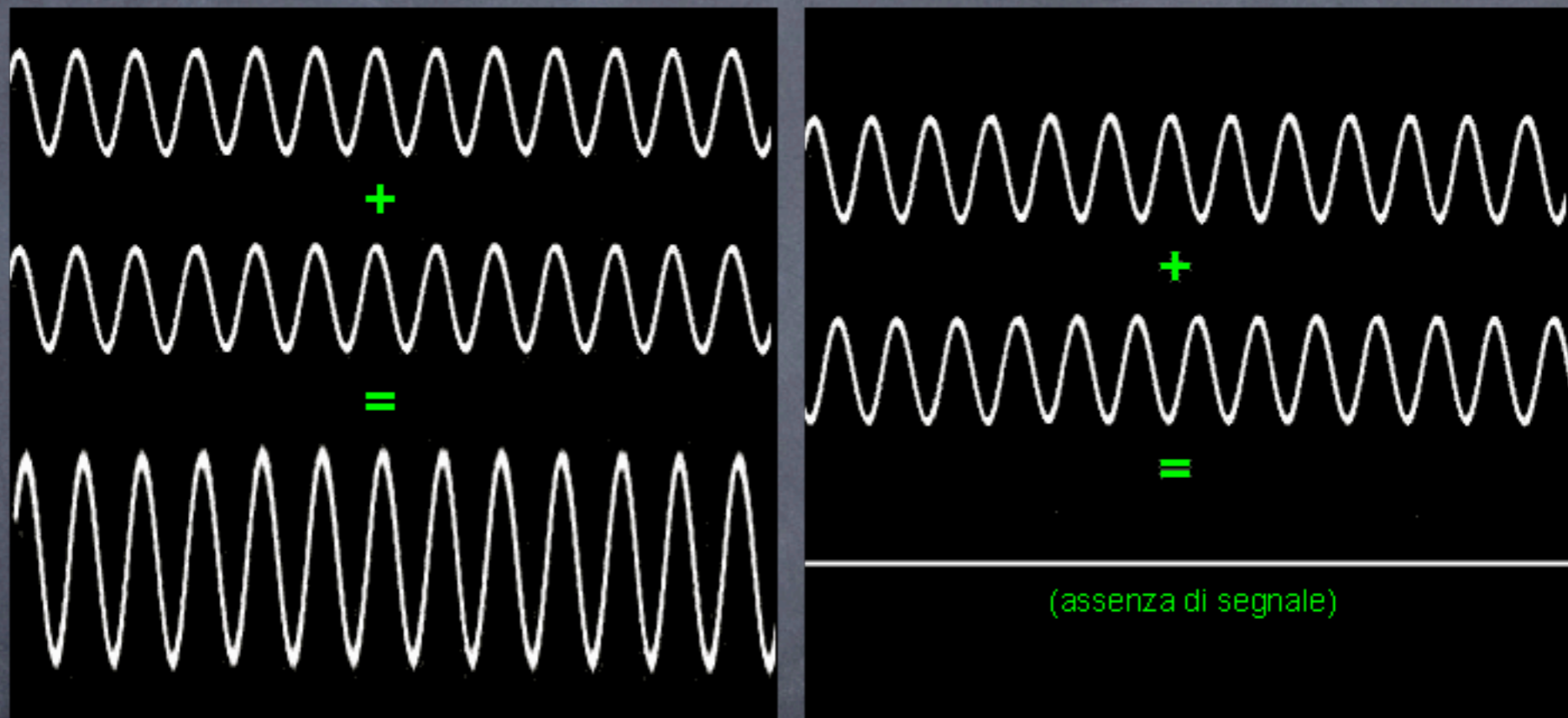
Che cosa è
l'interferometria?

Che cosa è l'interferometria?



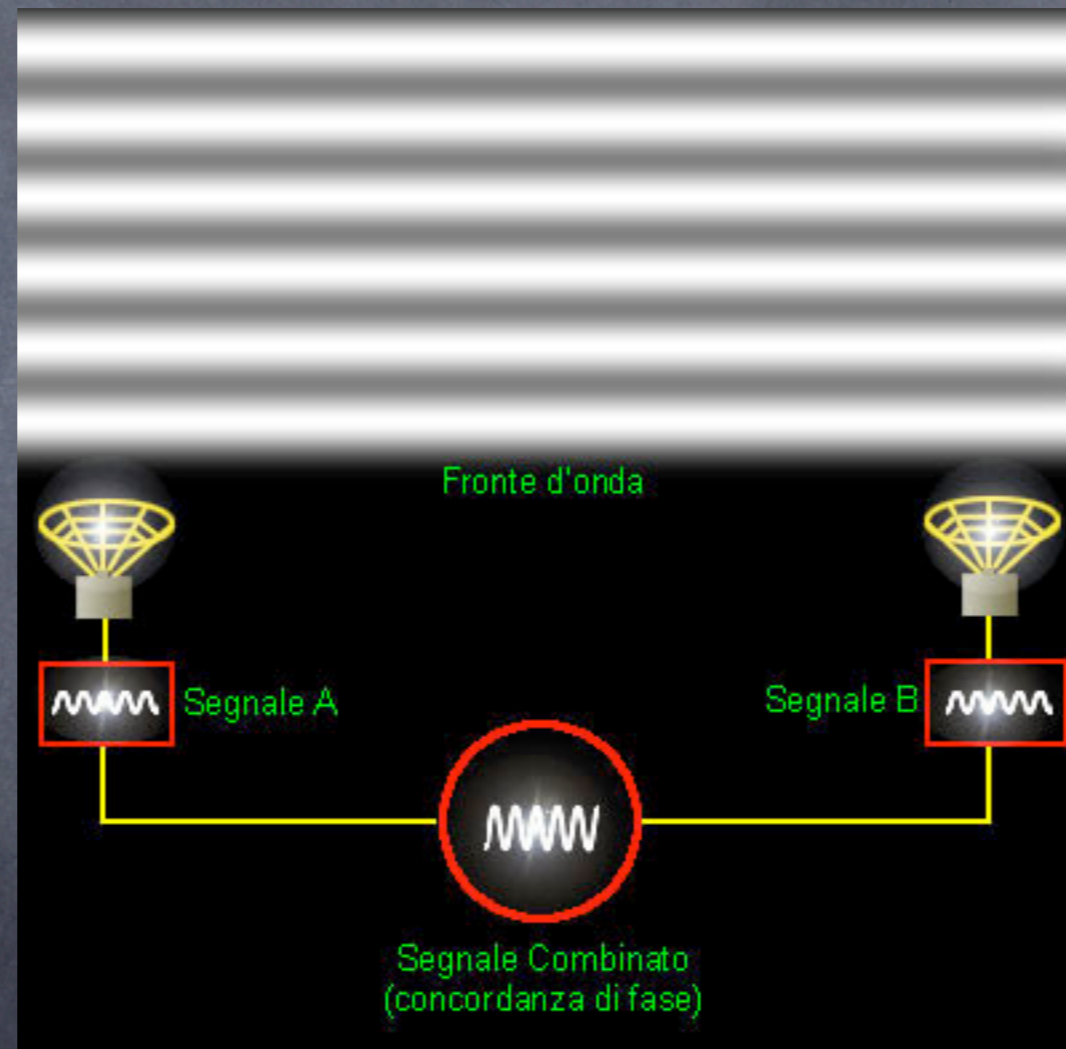
La luce è un fenomeno ondulatorio!

Che cosa è l'interferometria?



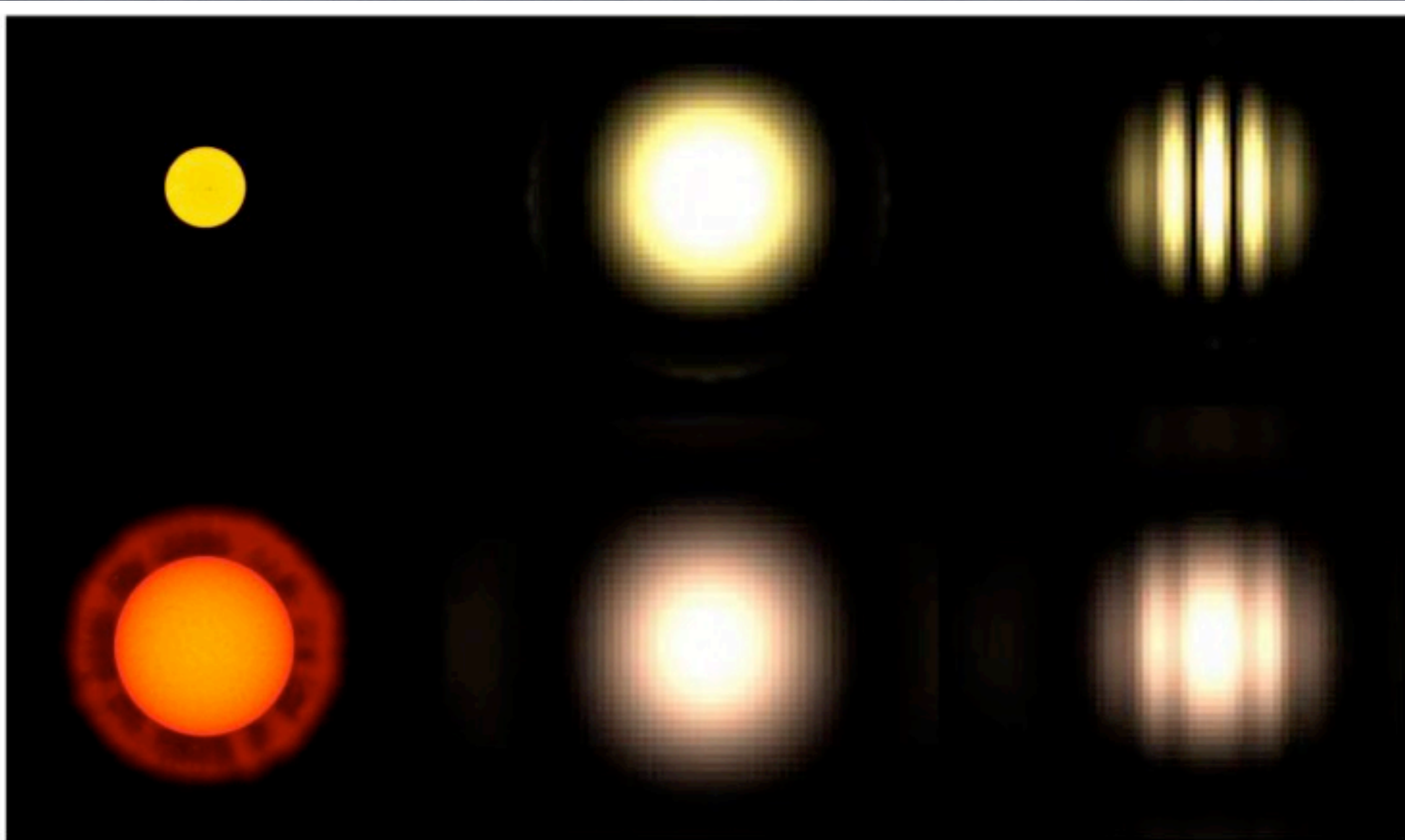
Si può avere interferenza costruttiva o distruttiva

Che cosa è l'interferometria?



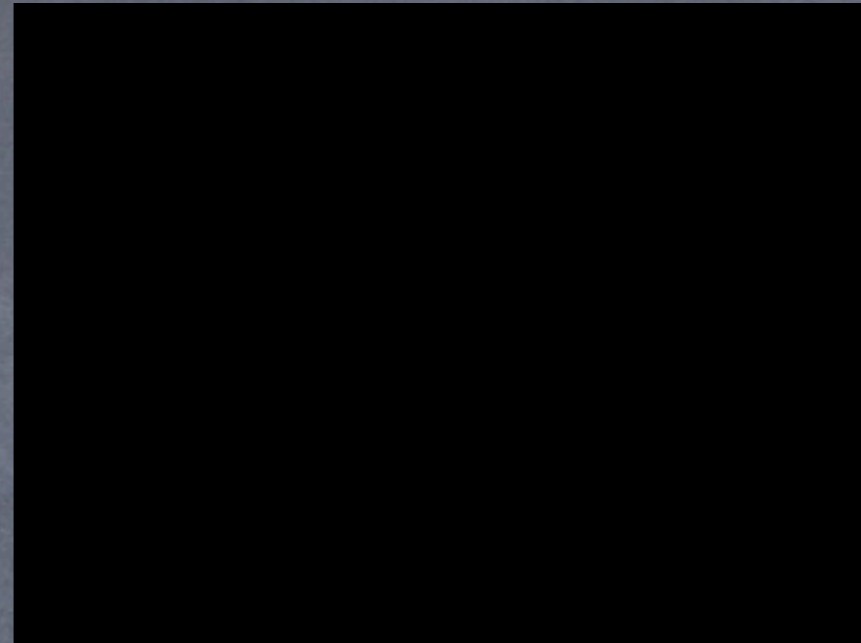
Si ha un telescopio virtuale grande come la
separazione fra i rivelatori!

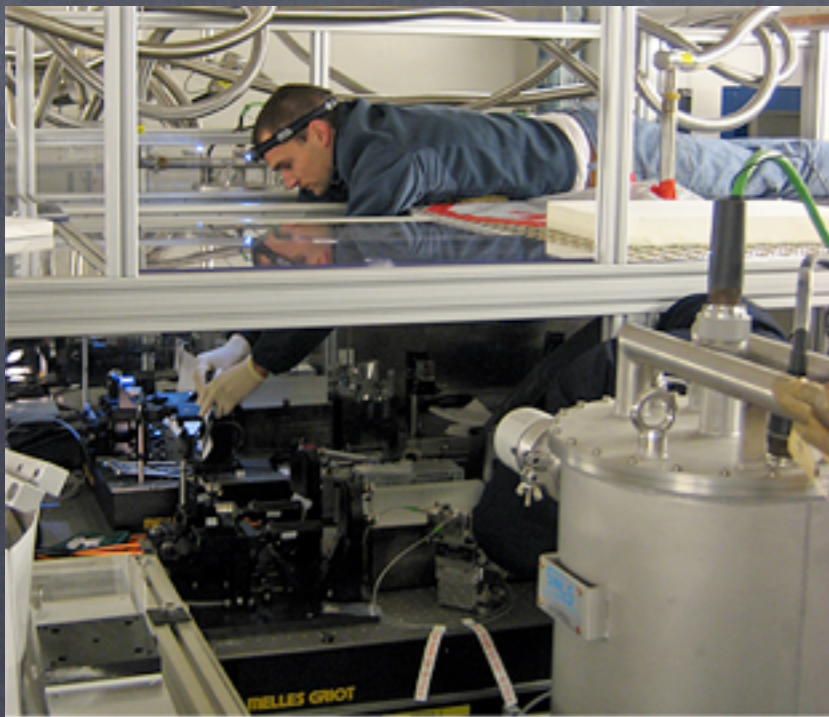
Che cosa è l'interferometria?



Interferometric Fringes from Star with Different Angular Diameters
(Simulation)

I telescopi ausiliari



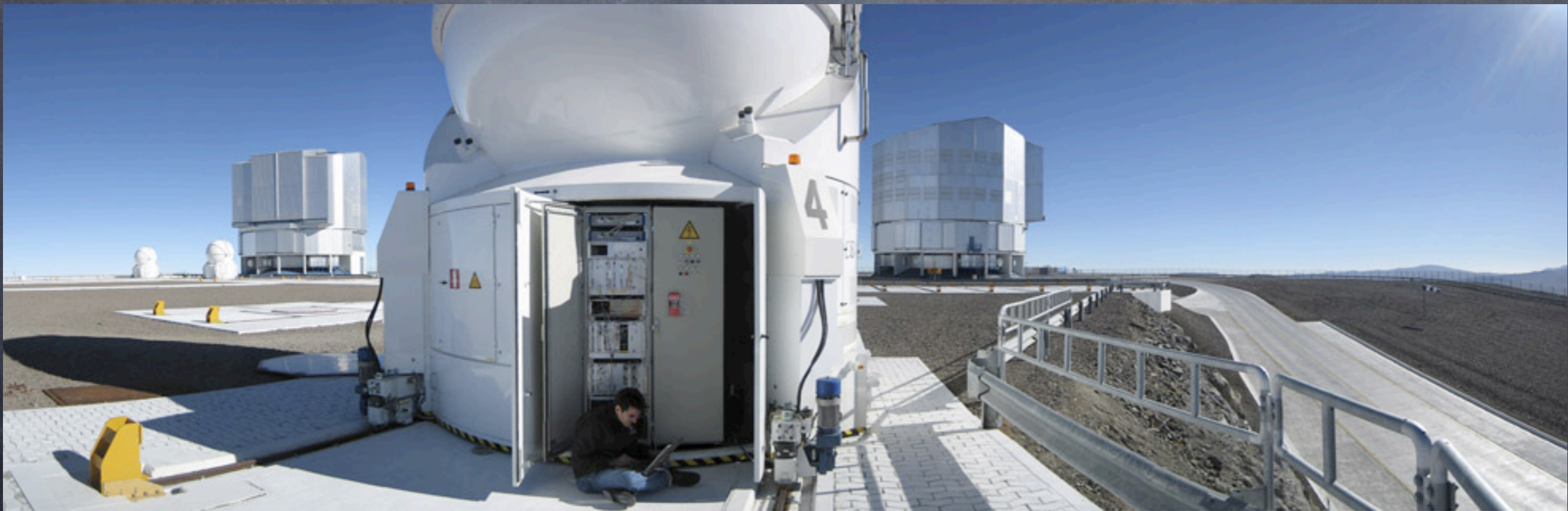


Preparing for PRIMA first light

ESO PR Photo 29b/08 (18 September 2008)



PRIMA è uno strumento che permette di compiere osservazioni interferometriche di oggetti molto più deboli che in passato.

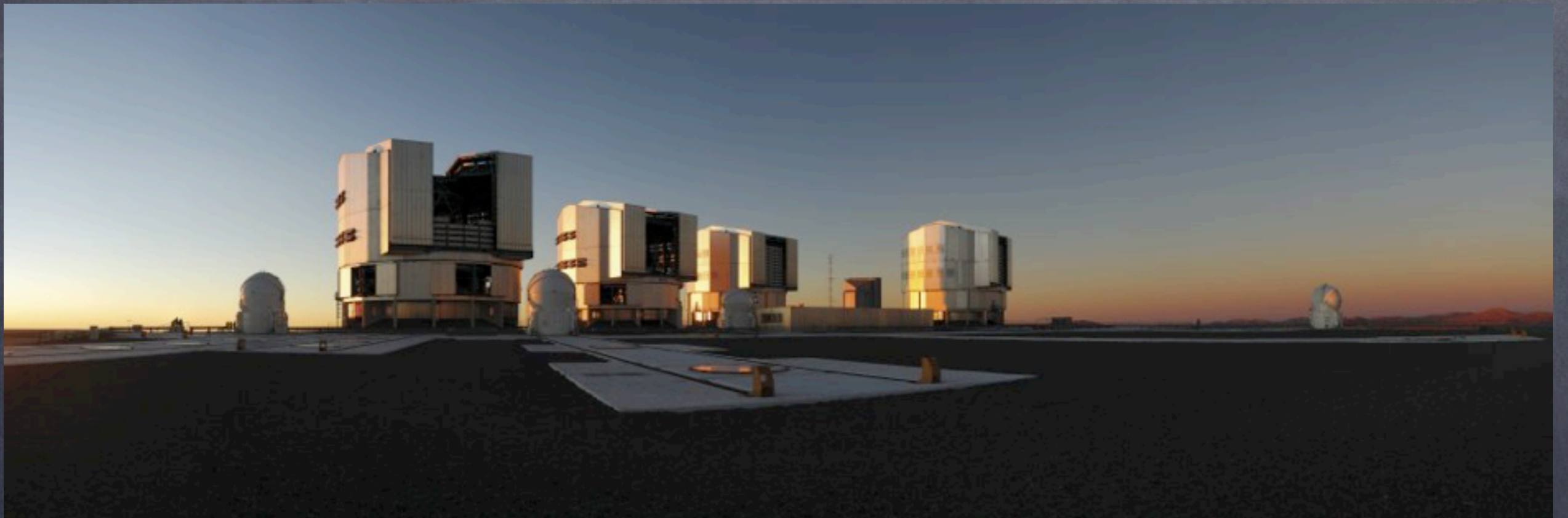


Preparing for PRIMA First Light

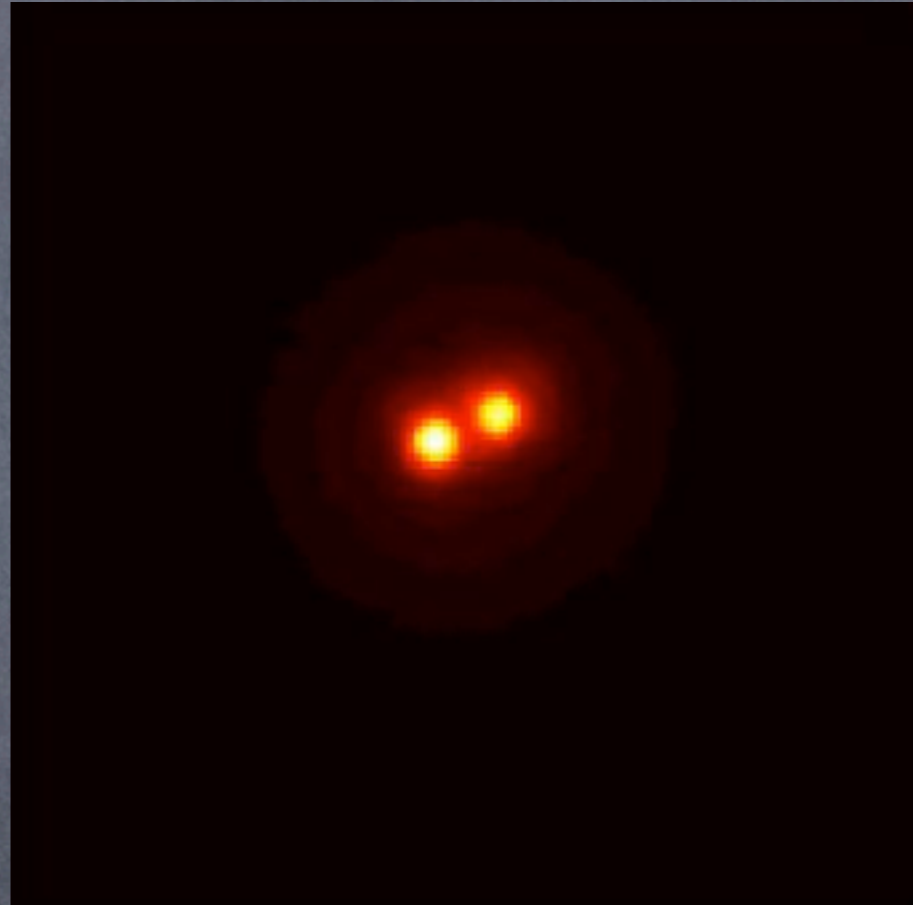
ESO Press Photo 29a/08 (18 September 2008)



IL VLT!

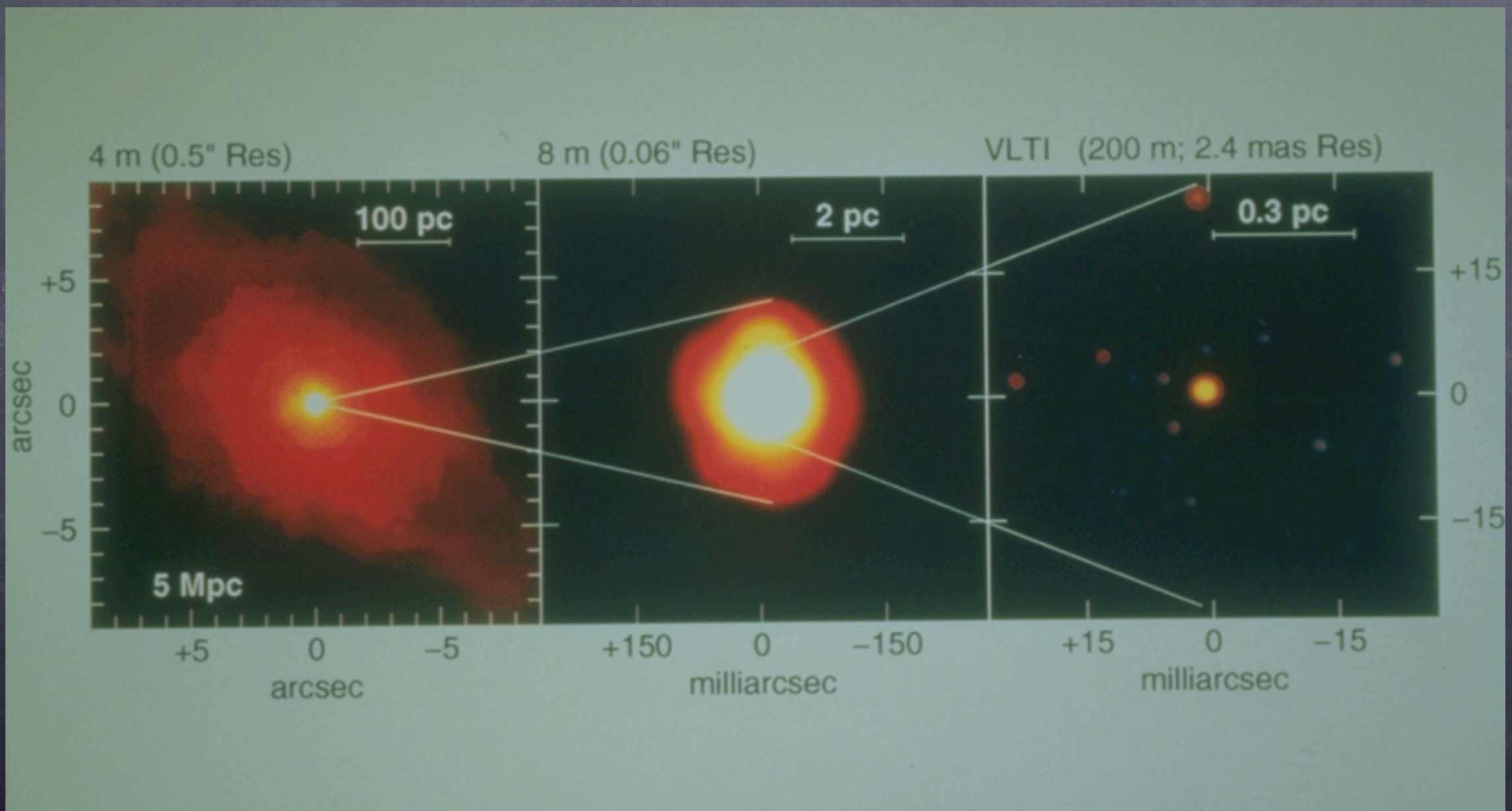


Immagini con risoluzione "spaziale"!

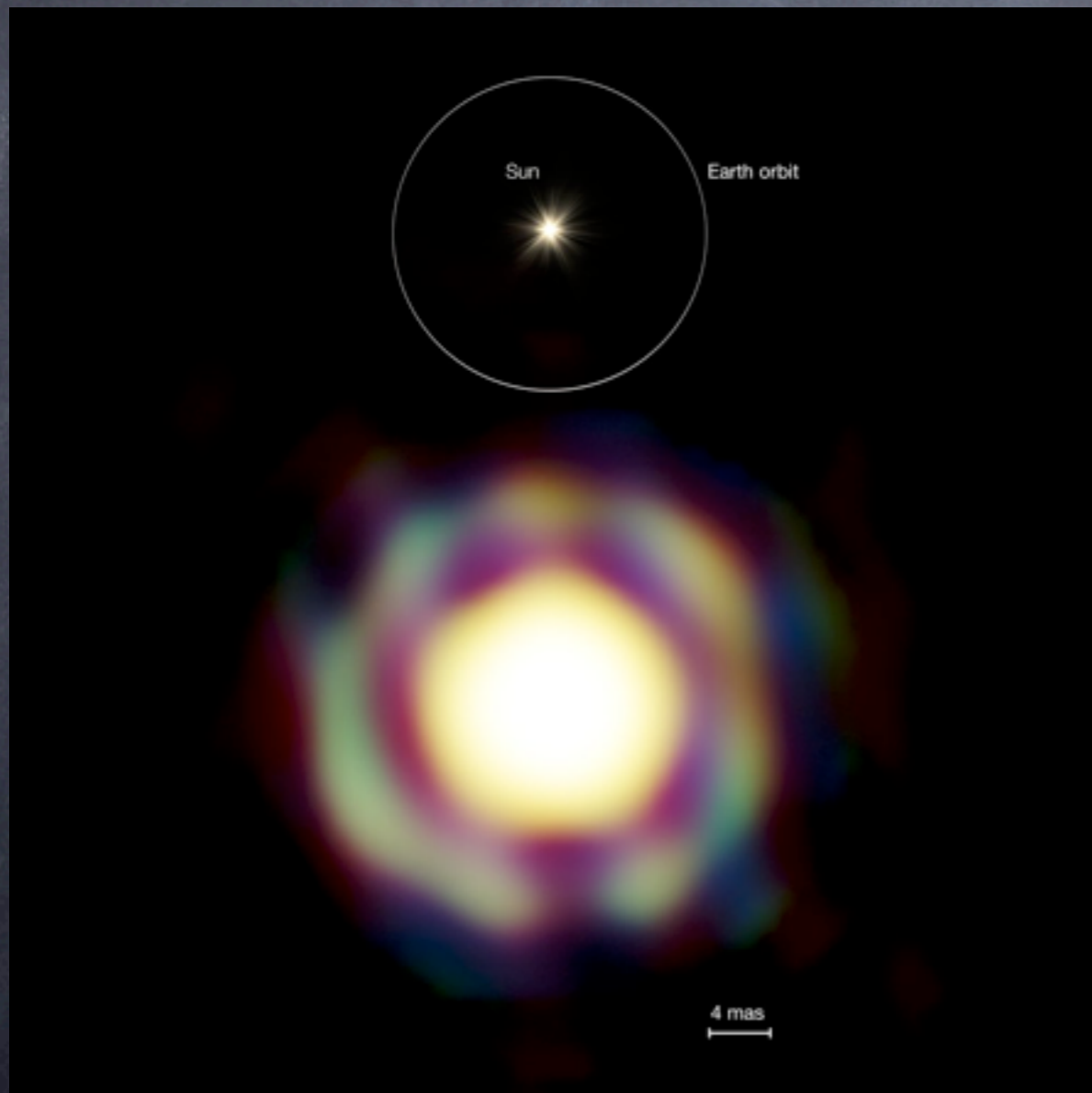


HIC 59206
separazione 0.12 arcsec

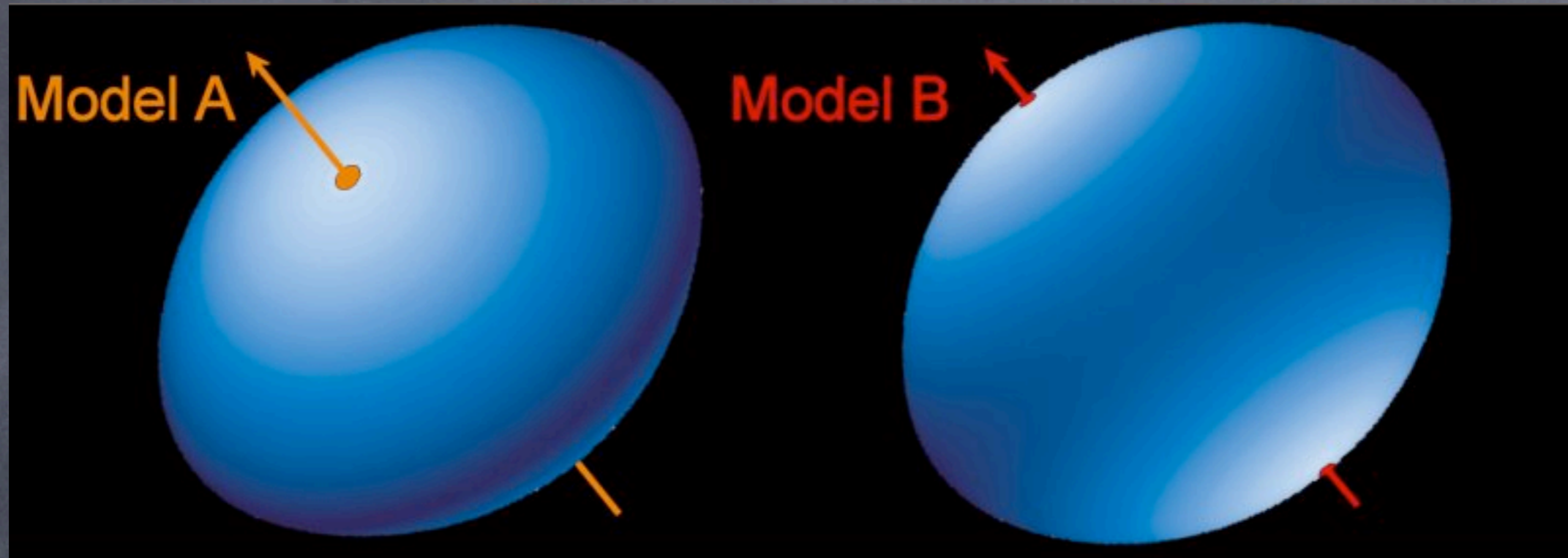
Dai telescopi normali, all'ottica adattiva, fino all'interferometria!



Lo studio di una variabile di tipo Mira: T Leporis



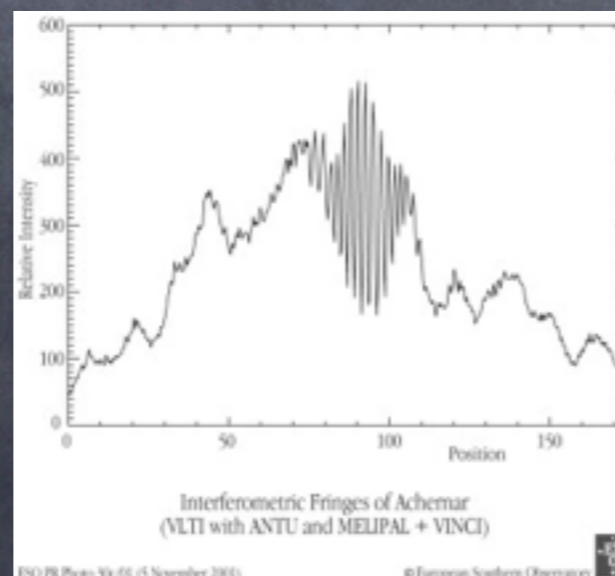
La forma delle stelle!



3-D Shape of Achernar (Models)

ESO PR Photo 15c/03 (11 June 2003)

© European Southern Observatory

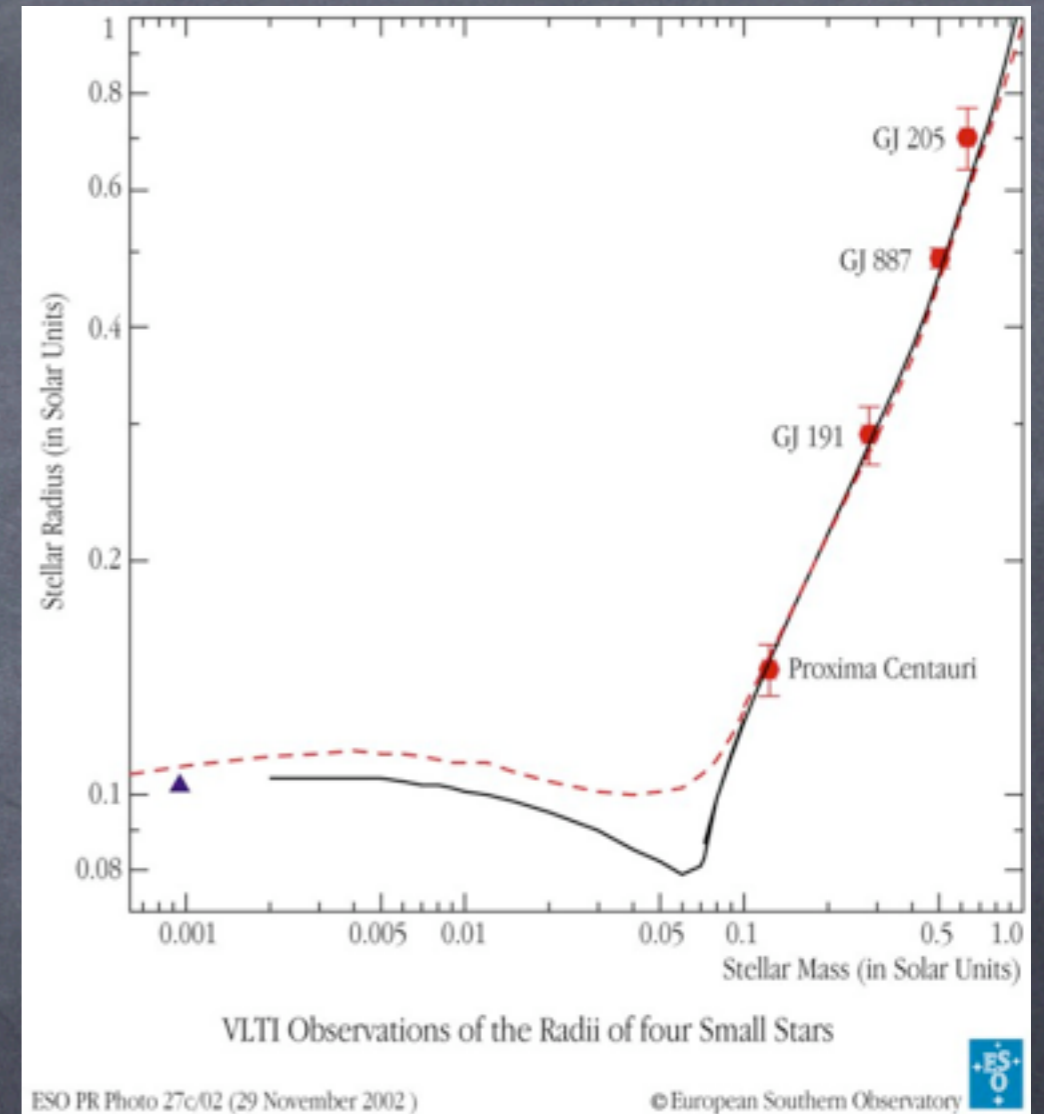
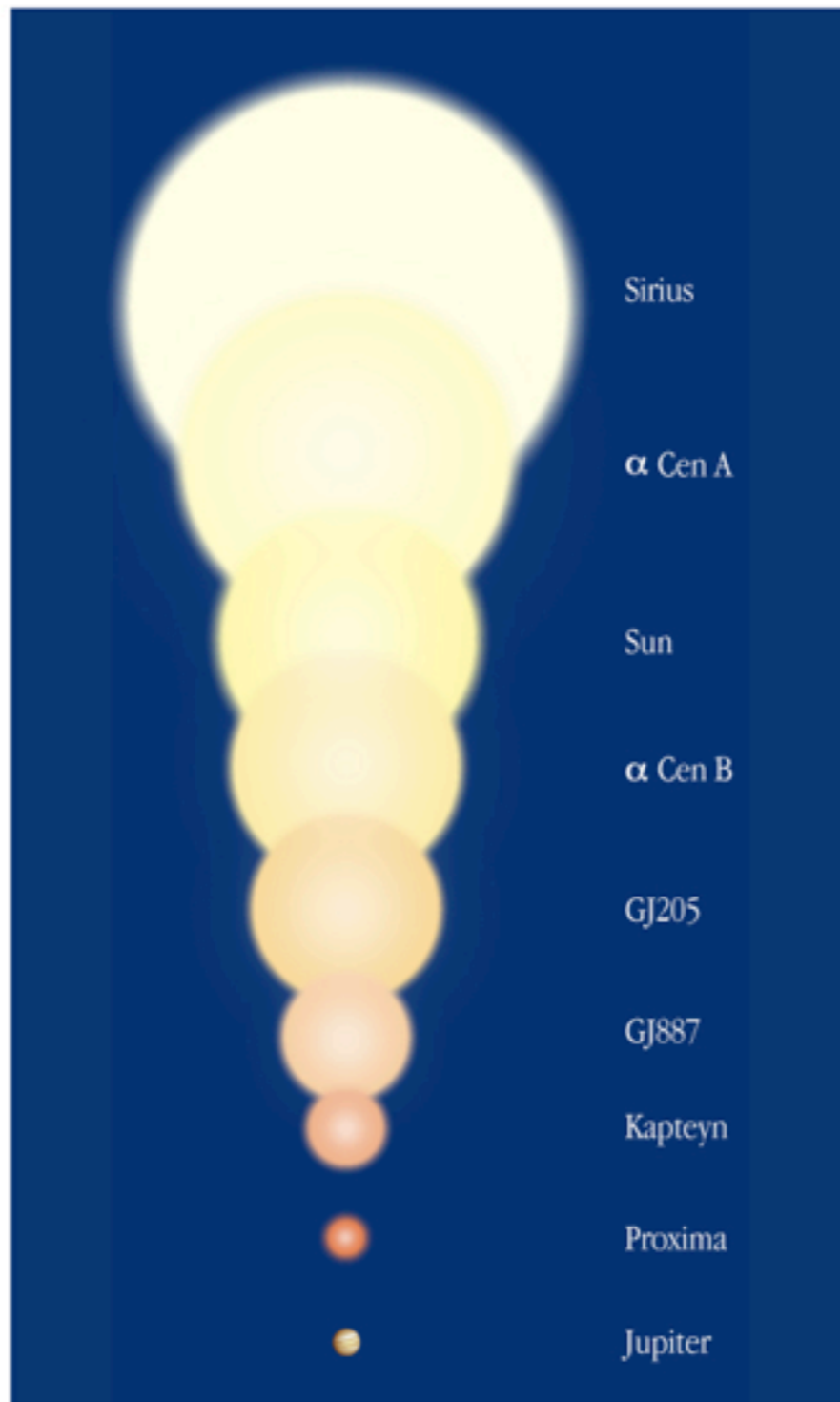


ESO PR Photo 30a/01 (5 November 2001)

© European Southern Observatory



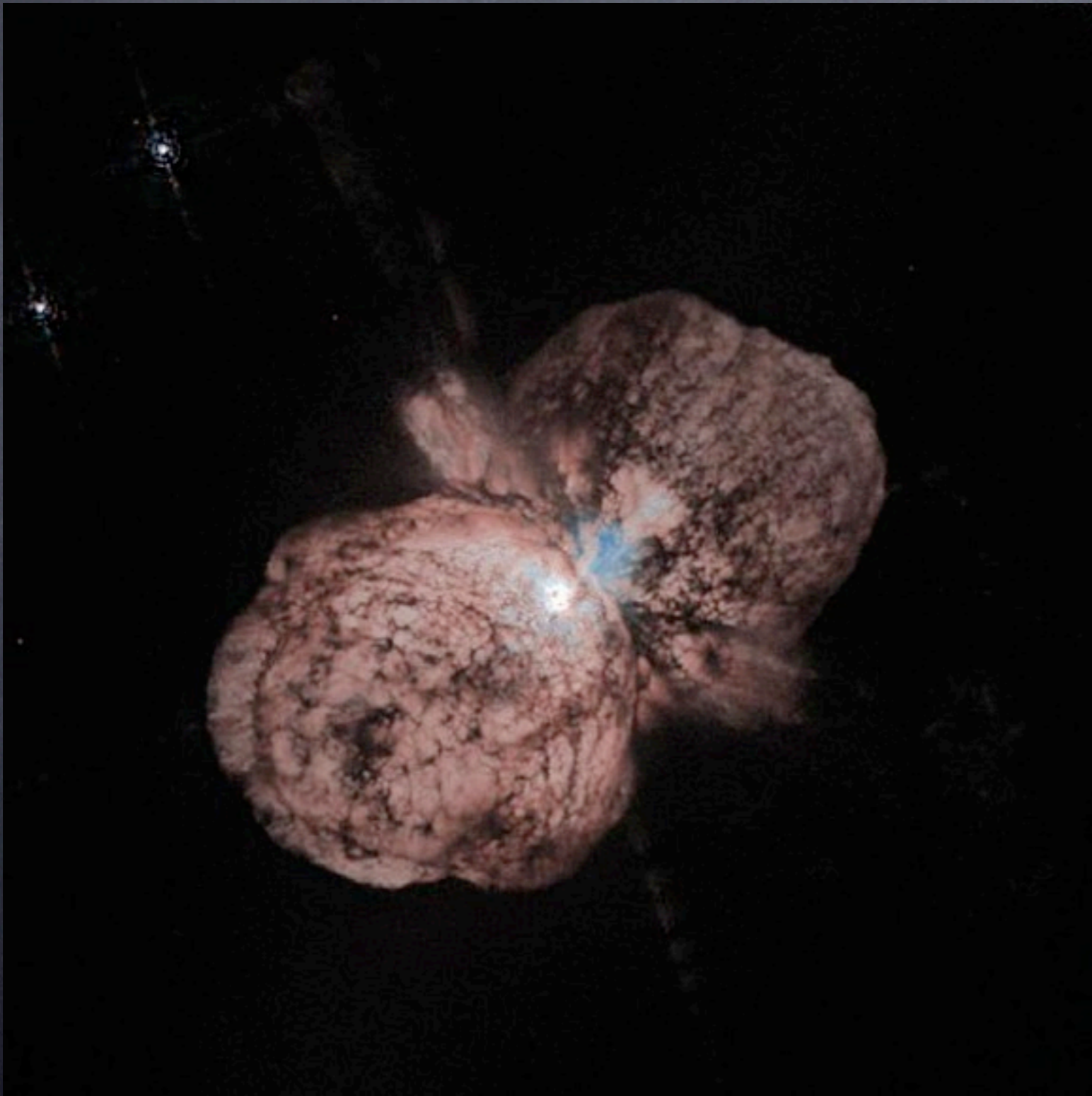
Alcune nostre
vecchie conoscenze!



Relative Sizes of the Alpha Centauri Components and Other Objects

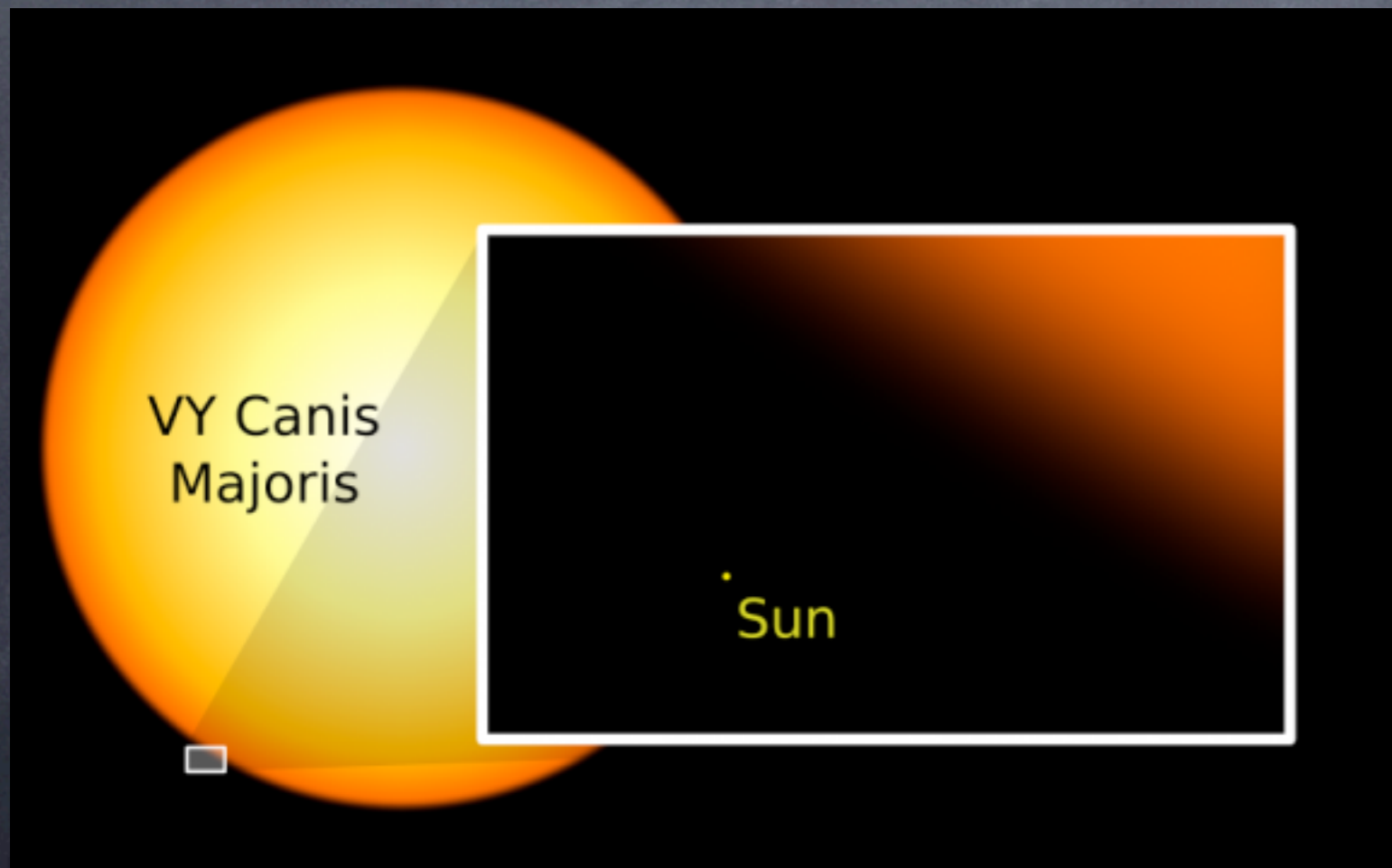
Ed alcuni oggetti
meno noti...

E quindi, quale è la stella più grande?



Eta Carinae è
almeno 400 volte
il nostro Sole!
Ma forse fino a
600 volte.

Ma forse ce ne sono anche di più grandi...



VY Canis Majoris è probabilmente 600 o più volte. Il suo diametro potrebbe arrivare all'orbita di Saturno

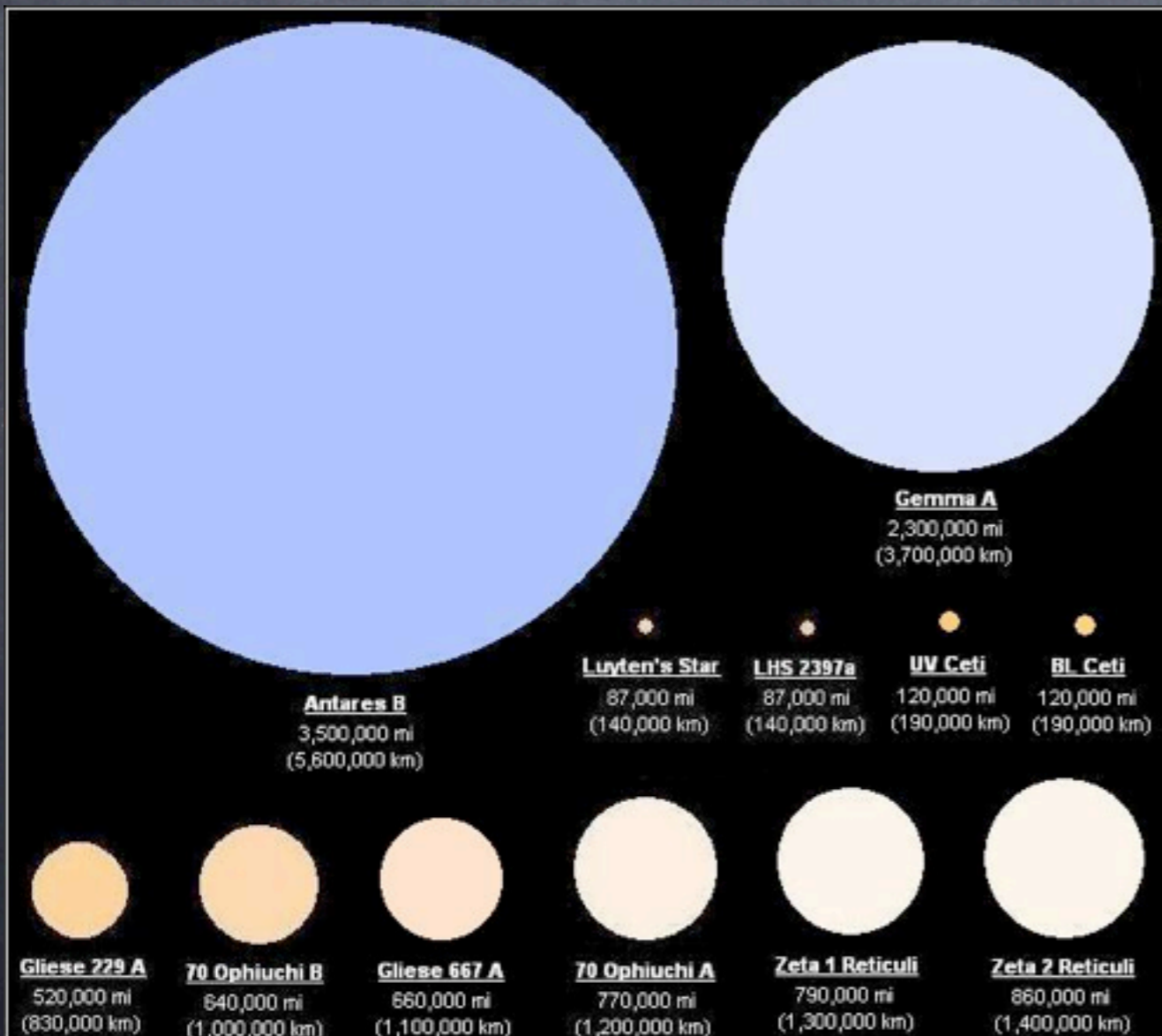
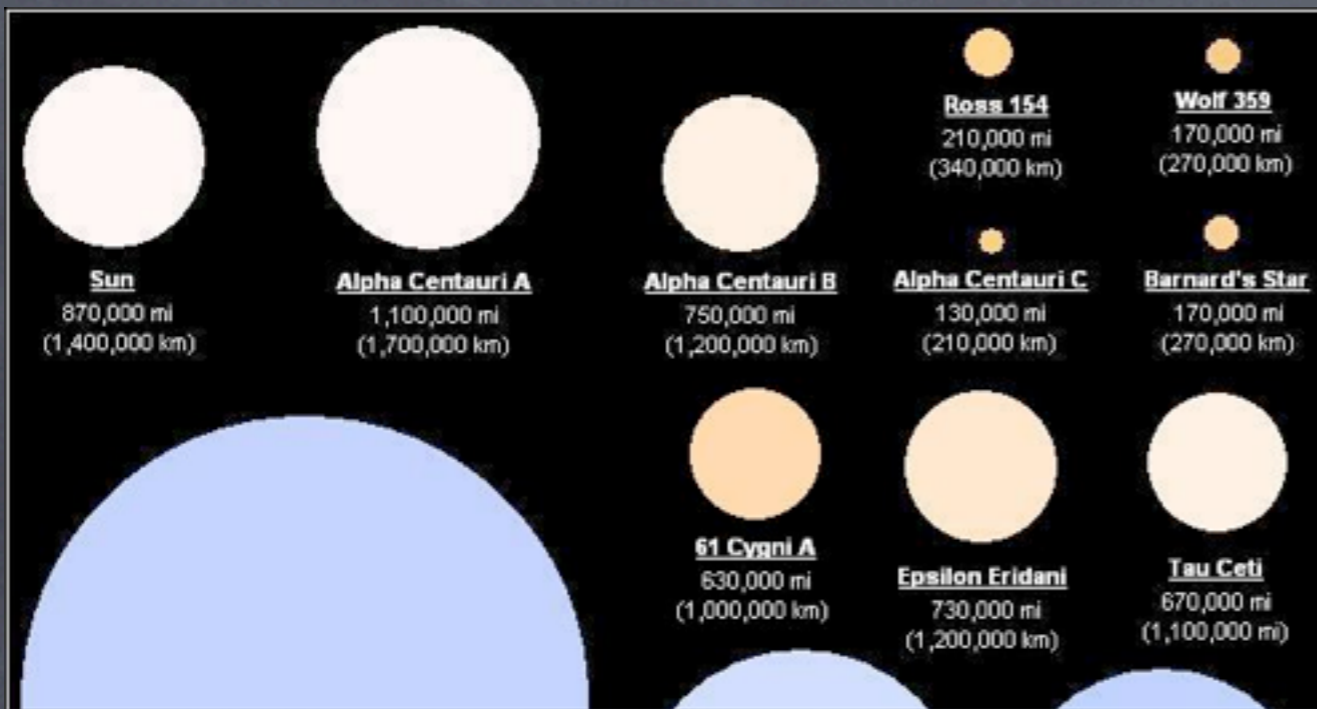
Un po' di esempi...



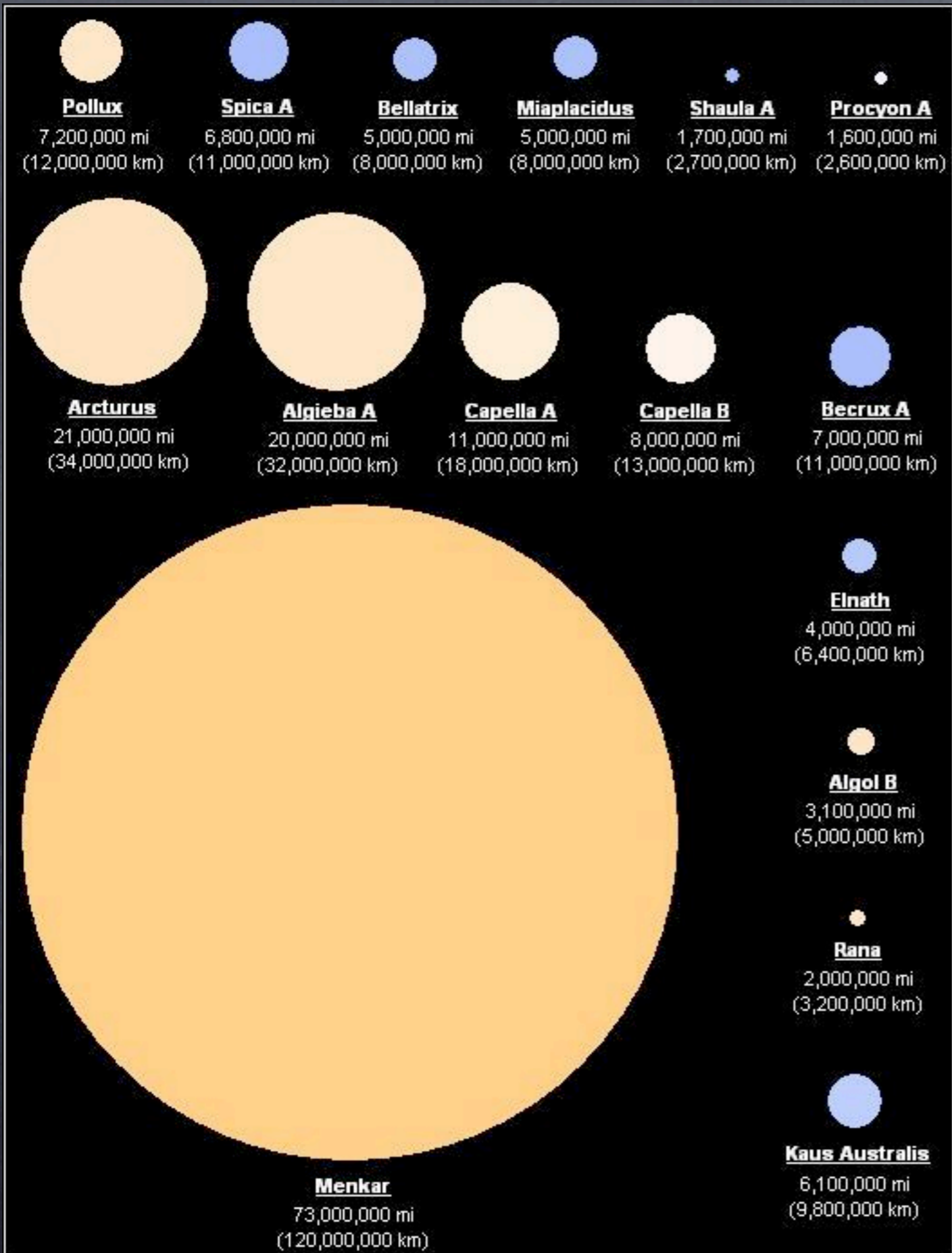
Nane bianche



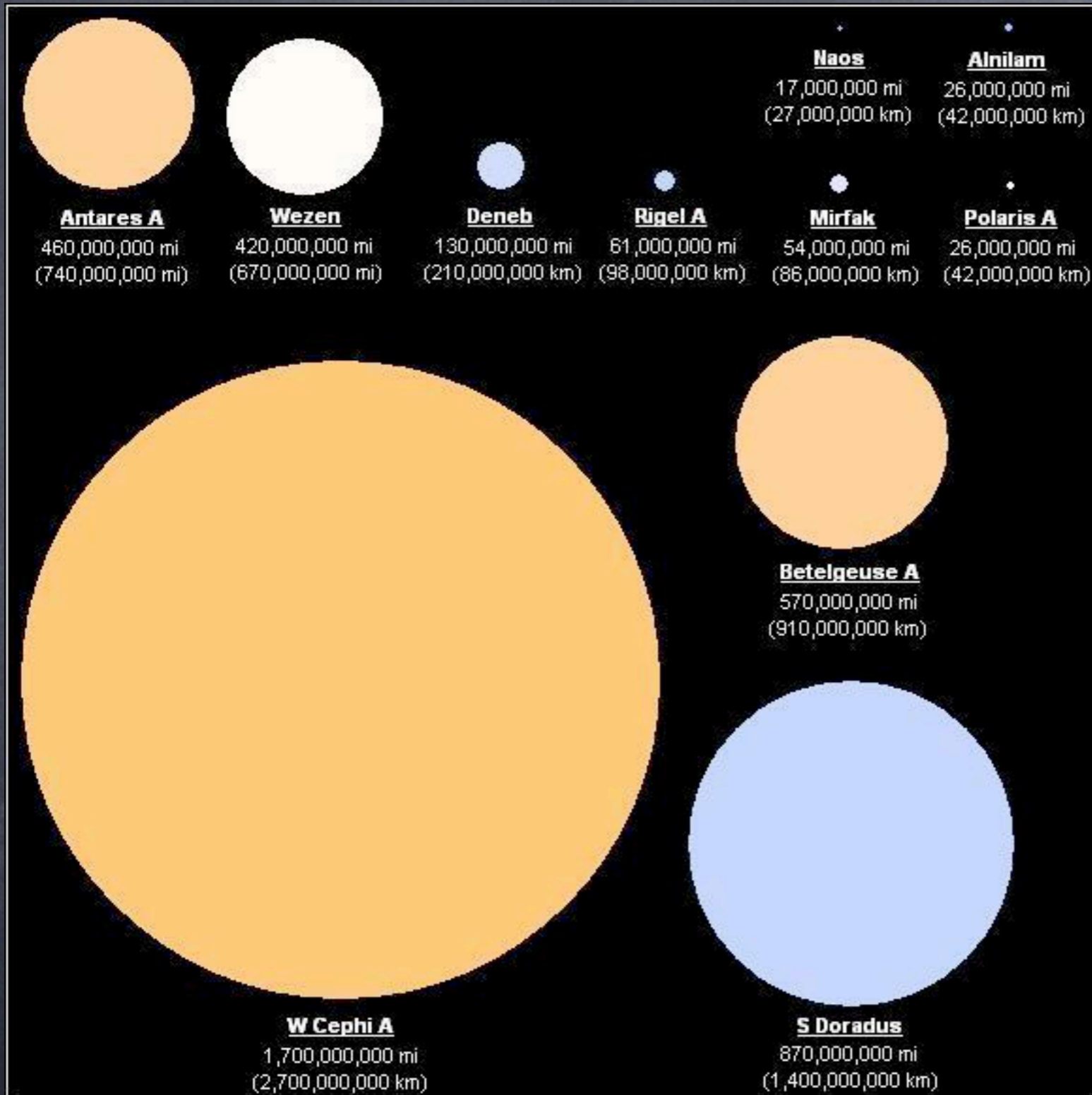
Nane brune



Stelle nane, di
sequenza
principale



Le giganti



E, infine, le
supergiganti!



Fine!



Materiale di riferimento:

- Le Stelle
- Evoluzione Stellare
- Le dimensioni dell'Universo, delle stelle e dei pianeti
- Measuring stellar sizes
- Interferometria
- Confronto delle dimensioni delle stelle