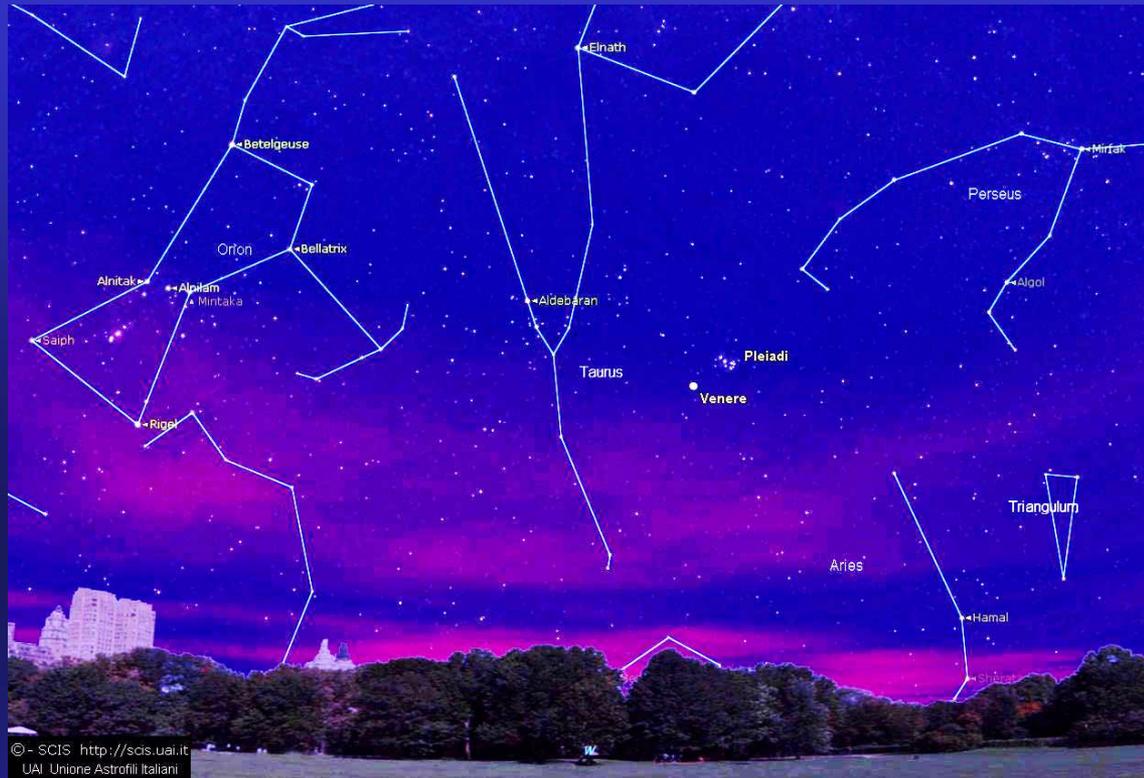


Università "Primo Levi"



© - SCIS <http://scis.uai.it>
UAI Unione Astrofili Italiani

9 Marzo 2018

Distanze e magnitudini

Bedogni Roberto INAF Osservatorio Astronomico di Bologna

<http://davide2.bo.astro.it/~bedogni/primolevi/>

email: roberto.bedogni@oabo.inaf.it oppure

robob5206@gmail.com

Luce – Astronomia -Informazione



Tutto ciò che osserviamo nel cielo notturno è la "luce" emessa,assorbita,riflessa dai corpi celesti e diffusa dal mezzo interstellare.

L'astronomia è una disciplina "osservativa" mentre la fisica è "sperimentale"

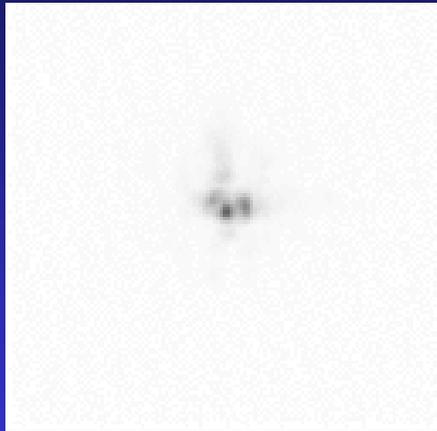
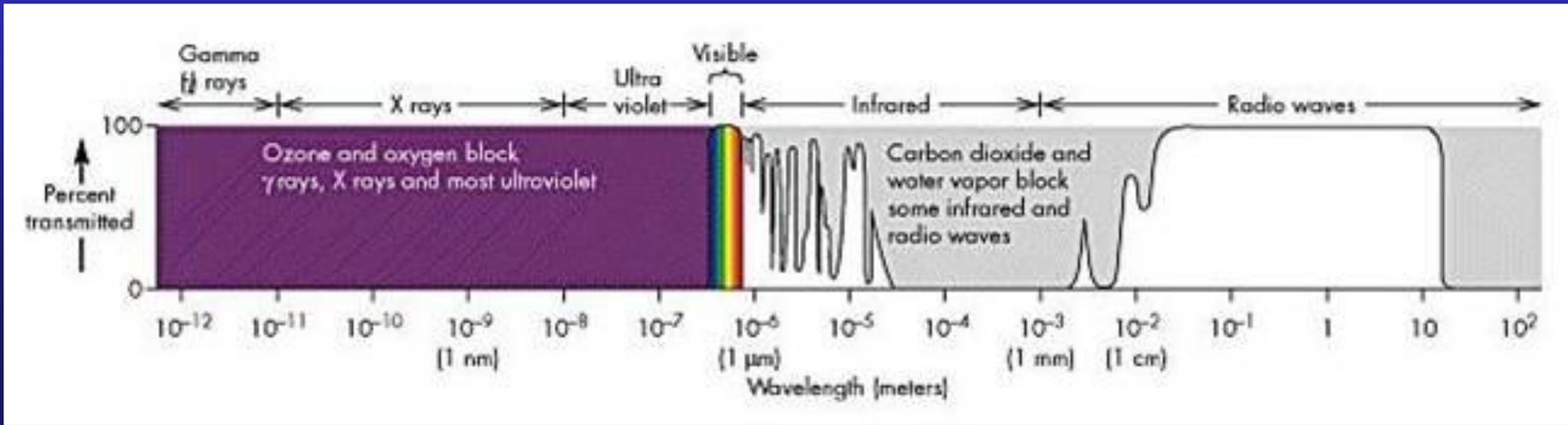
Astronomia ed Astrofisica

- L'astrofisica si basa sulla spettroscopia, fotometria e dinamica dei moti stellari e planetari
- **La conoscenza delle proprietà della luce è un elemento fondamentale**
- Sono molte le quantità fisiche ottenibili direttamente o indirettamente dall'analisi della luce proveniente dagli oggetti celesti:
 - Luminosità
 - Temperatura
 - Composizione chimica
 - Raggio
 - Massa
 - Densità
 - Velocità
- Per una migliore comprensione di pianeti, stelle, galassie e del gas e polvere interstellari occorrono (possibilmente) osservazioni di questi oggetti attraverso tutto lo spettro elettromagnetico

Atmosfera terrestre ed osservazioni astronomiche

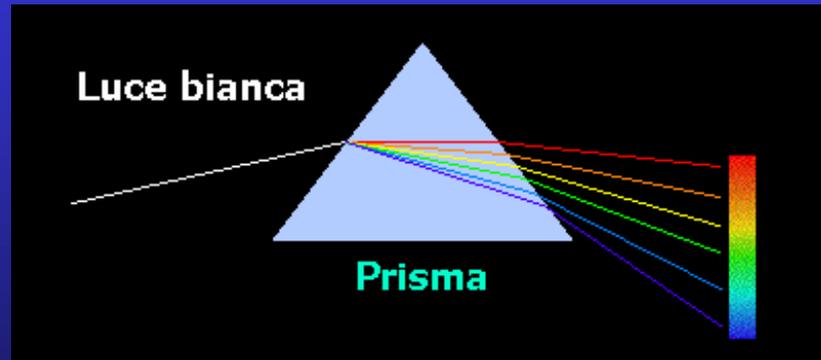
I limiti delle osservazioni da Terra

- Il problema della trasparenza dell'atmosfera

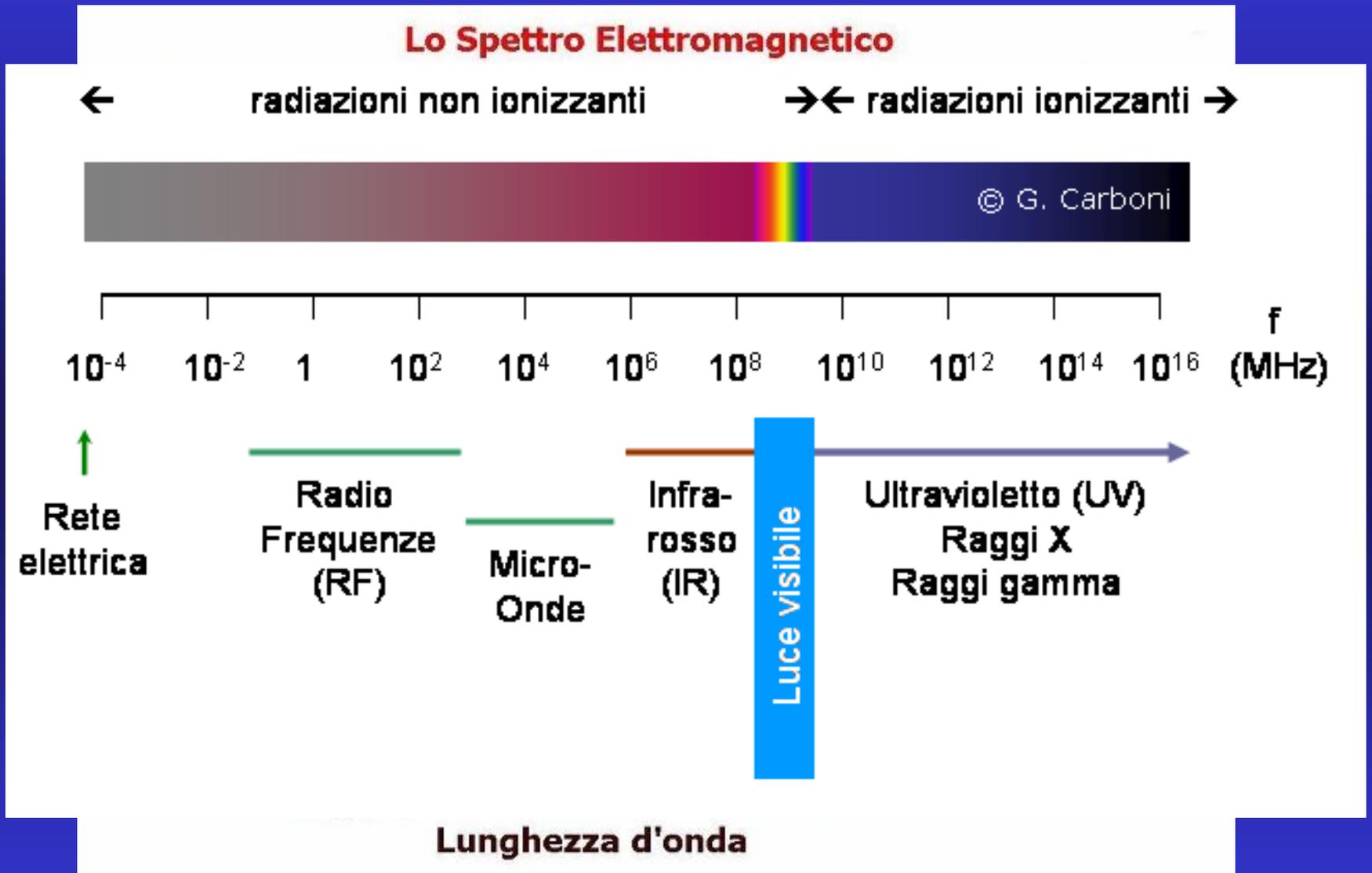


- Lo sfuocamento dell'immagine (*seeing*) dovuto alla temperatura e turbolenza dell'aria
 - ...e inoltre l'inquinamento luminoso !

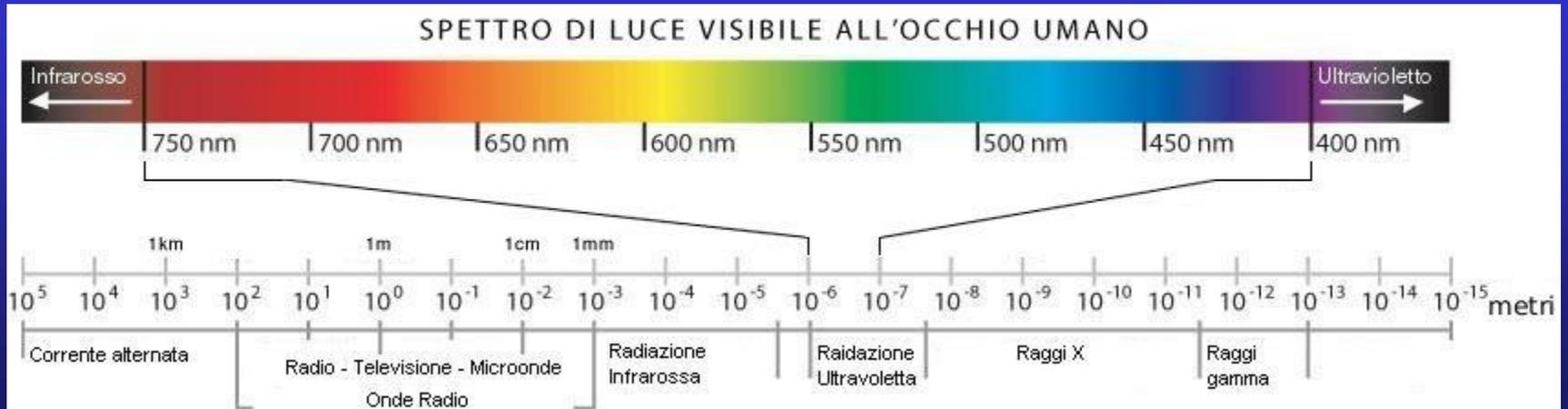
Lo spettro elettromagnetico



Lo spettro elettromagnetico



Lo spettro visibile



Velocità della luce c [L/T], lunghezza di onda λ [L] e frequenza ν [1/T]

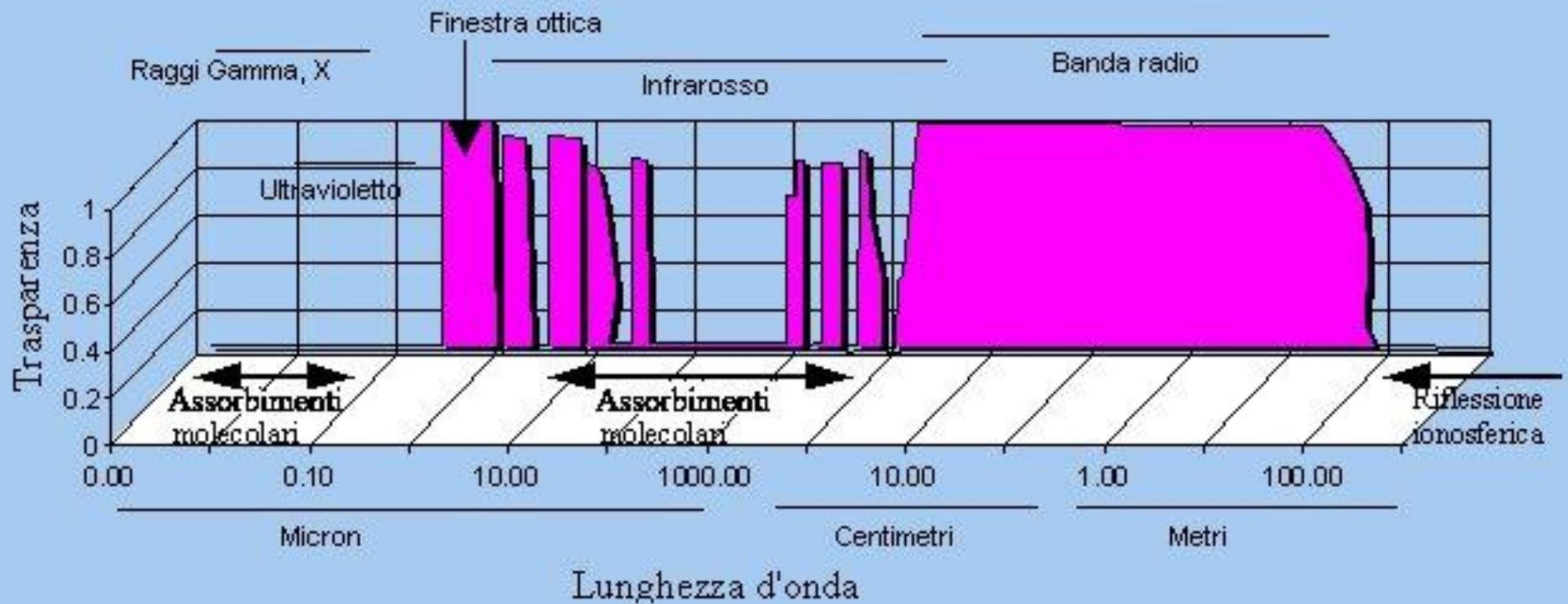
$$c = \lambda \nu$$

Lo **spettro visibile** è quella parte dello spettro elettromagnetico che cade tra il rosso e il violetto includendo tutti i colori percepibili dall'occhio umano.

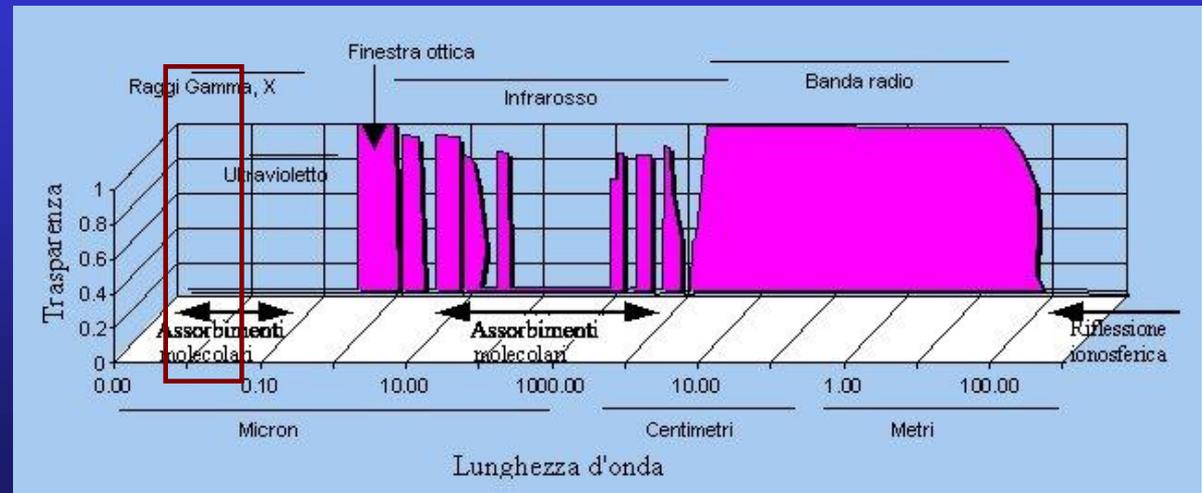
La **lunghezza d'onda della luce visibile** λ va indicativamente da 400 nm a 700nm (nm=1 nanometro= 10^{-9} m).

La massima sensibilità dell'occhio la si ha attorno ai 555 nm, dove si trova il colore verde.

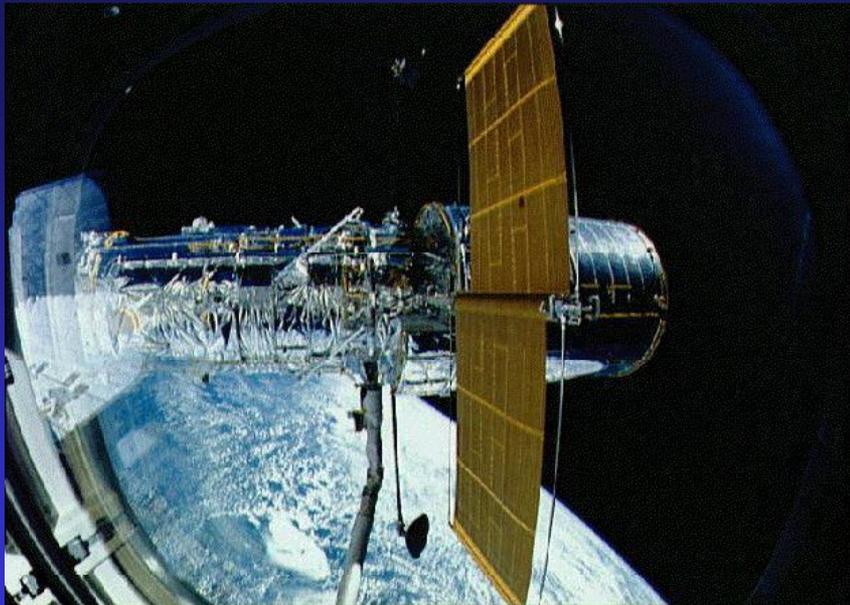
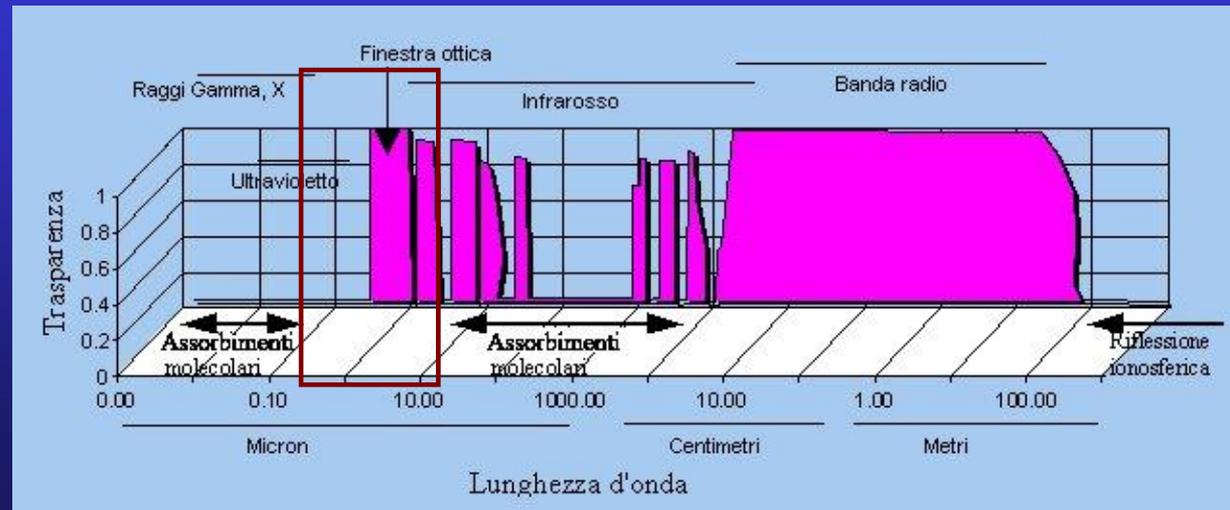
L'assorbimento dell'atmosfera terrestre



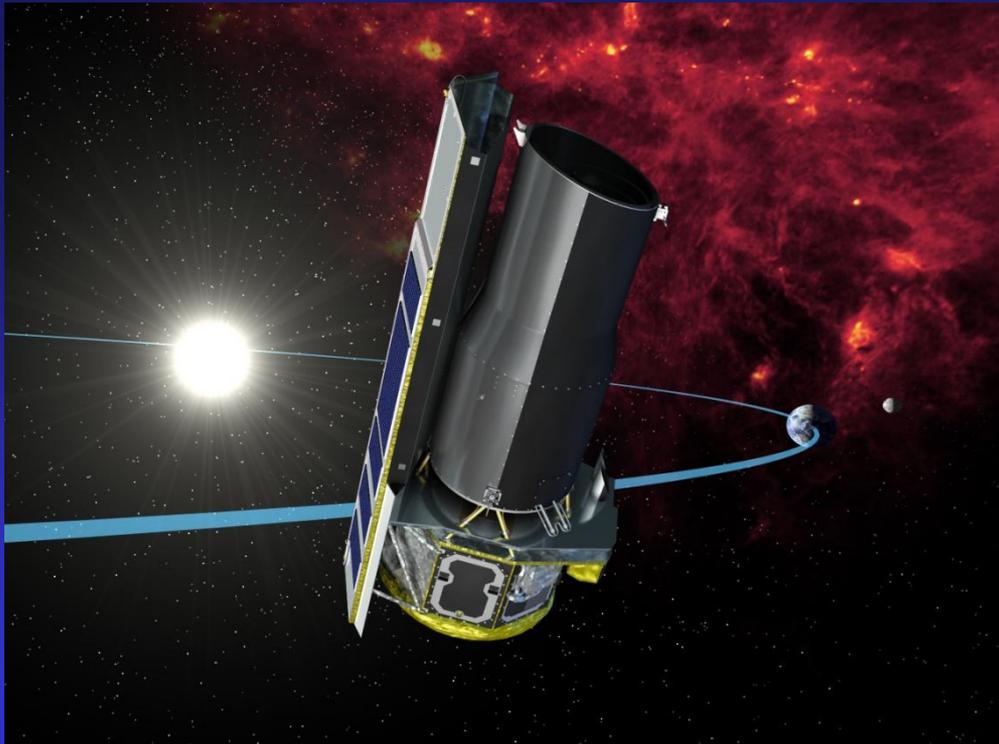
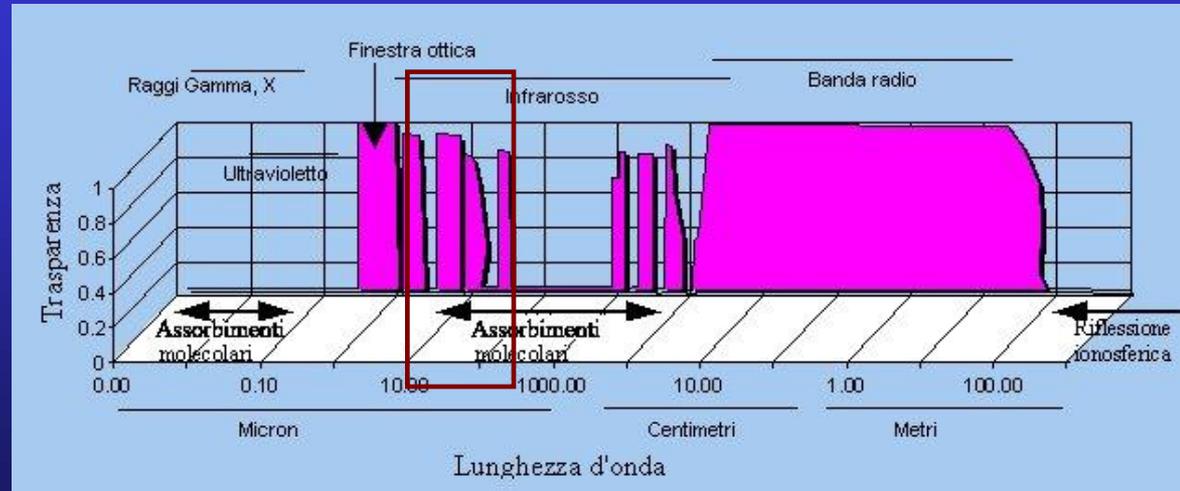
Non solo il visibile - i satelliti per le alte energie



Oltre l'atmosfera - HST il Telescopio Spaziale

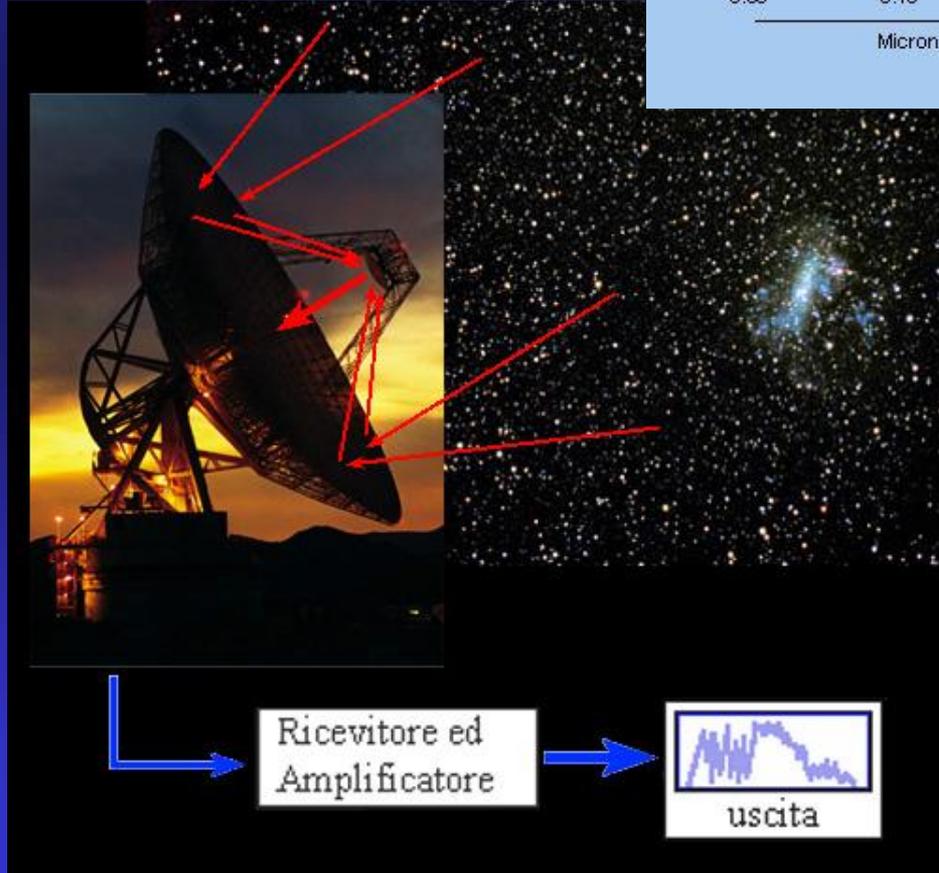
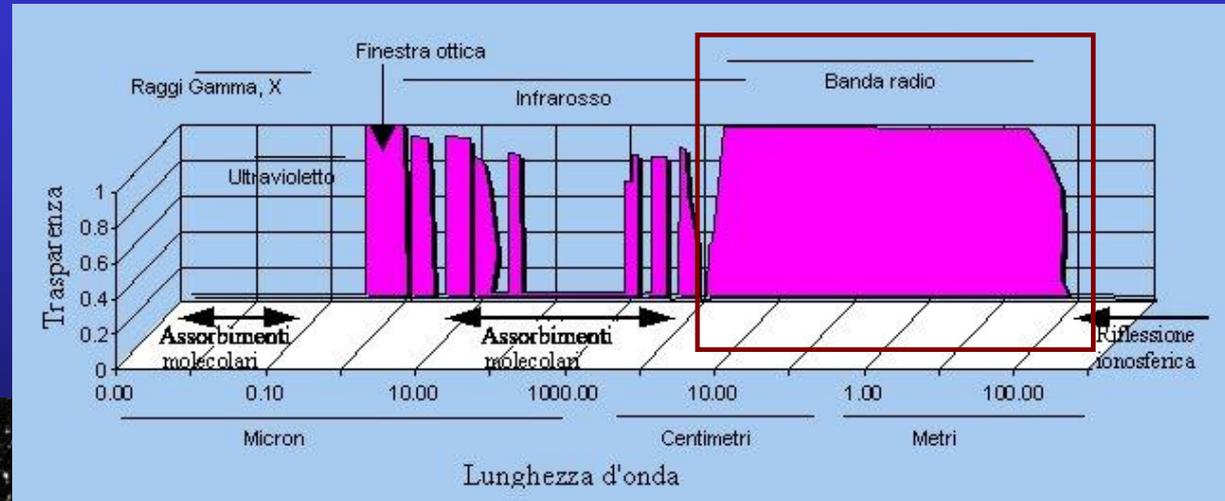


Oltre l'atmosfera -Il telescopio Spitzer nell'infrarosso

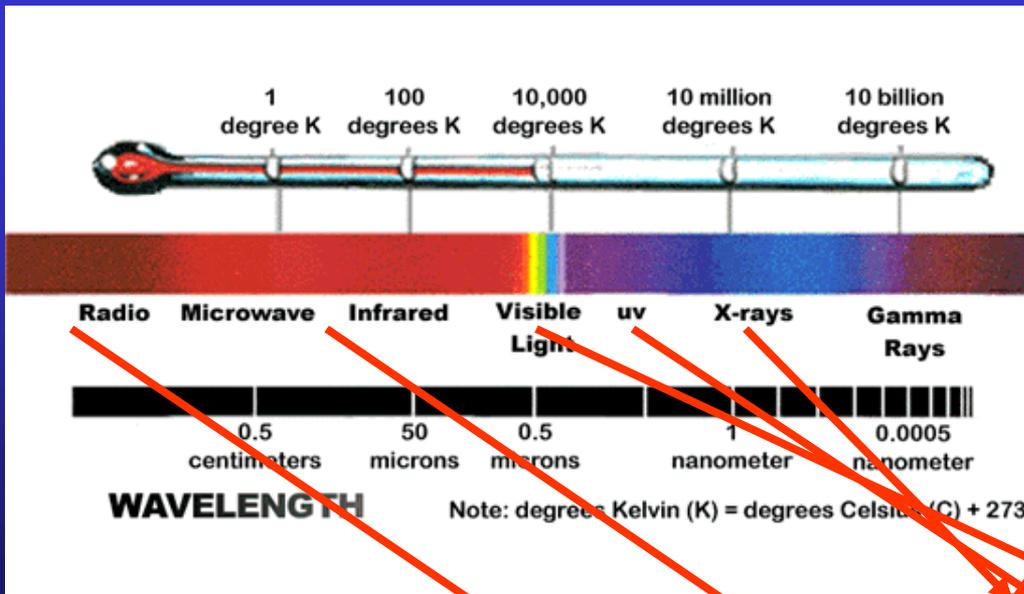


- L'apertura del telescopio Spitzer è di 85 centimetri. La strumentazione scientifica consiste di :
- 1) una camera ad immagini
 - 2) uno spettrografo
 - 3) uno spettrofotometro
- Il campo di lunghezze d'onda utile è tra 3 e 180 micron

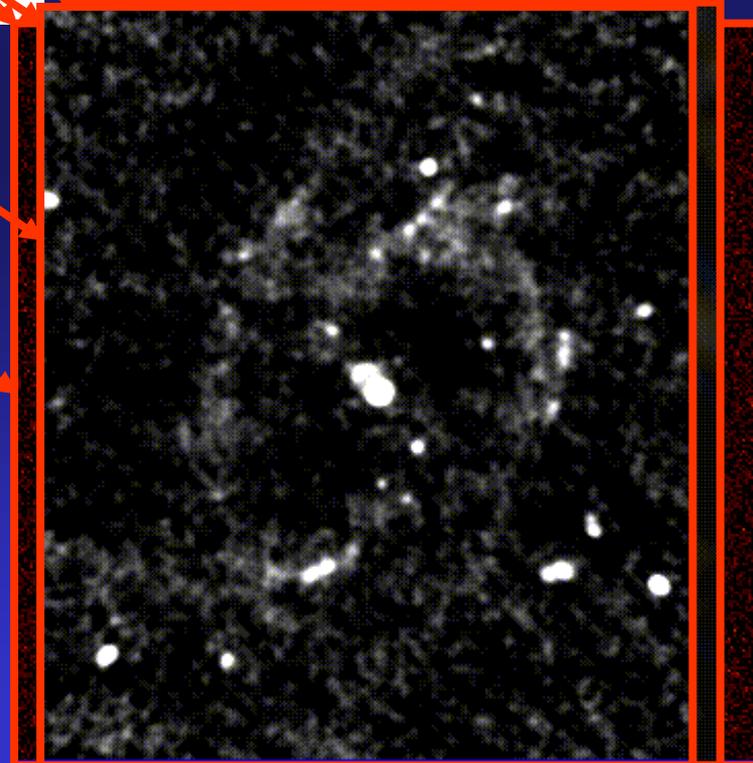
Non solo il visibile - i radiotelescopi



Le molte facce di M81

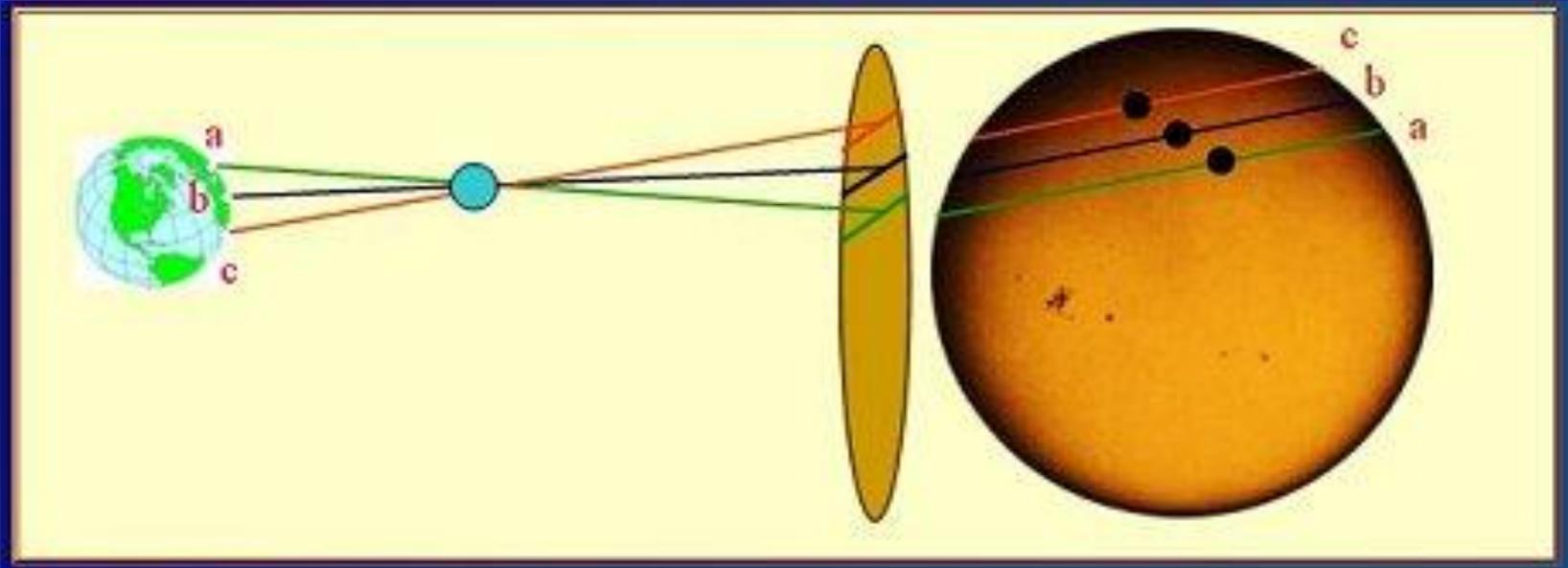


Lont: Radio rosso



Distanze

La misura della distanza del Sole U.A. la parallasse annua



Il transito di Venere utilizzato come mezzo per la misura dell'unità astronomica

Misure dell' Unità Astronomica 1761/69

Problemi nelle osservazioni

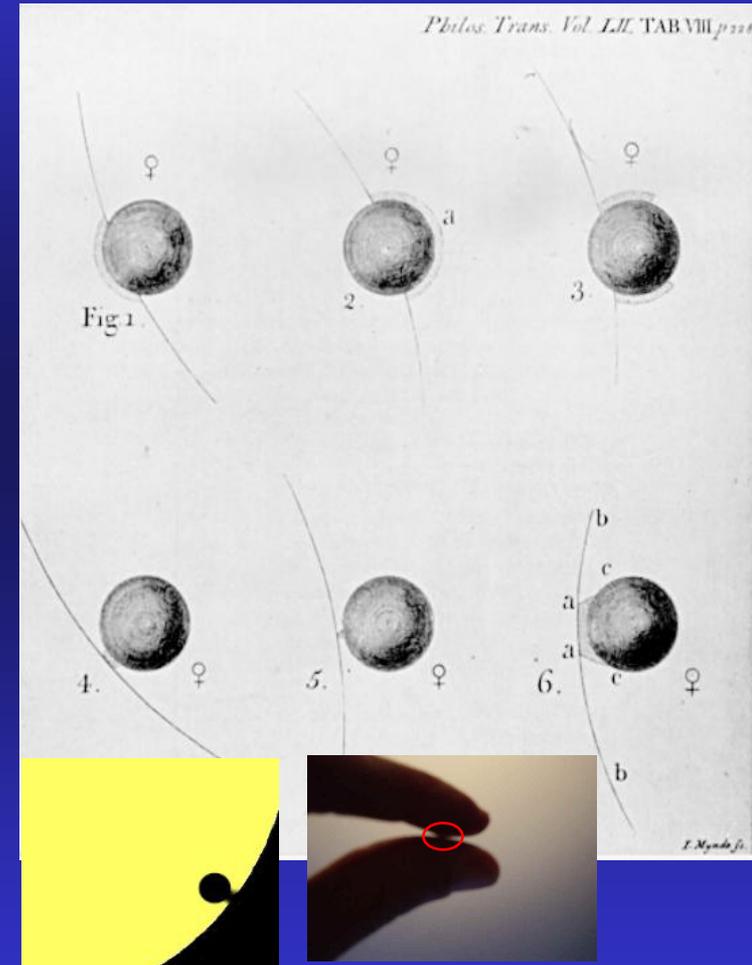
- tempo meteorologico
- atmosfera di Venere
- effetto *goccia nera*

Risultati 1761:

- U.A.=125 ÷ 154 milioni di km

Risultati 1769:

- U.A.=147 ÷ 154 milioni di km



L'Unità Astronomica U.A.

Il valore odierno dell'Unità Astronomica, dedotto da misure radar, è

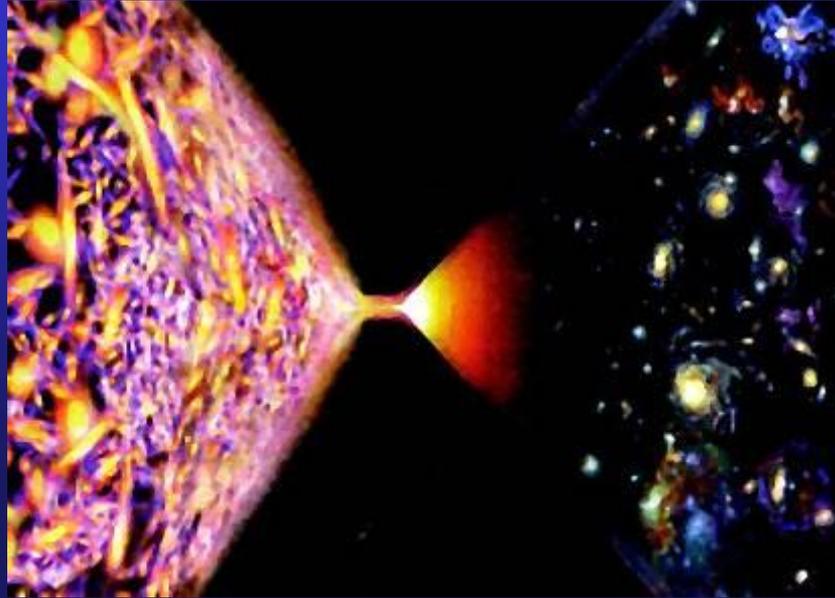
$$\text{U.A.} = 149\,597\,970,5 \text{ km}$$

pari ad una parallasse solare

$$p = 8,794148'' \text{ secondi d'arco}$$



La velocità della luce



La luce ha una straordinaria caratteristica la sua velocità è costante ed indipendente dall'osservatore.

Questo vuol dire che un astronomo misura la velocità della luce in 299 792,458 km al secondo sulla Terra sia che, ipoteticamente, si trovi in un qualsiasi altro punto nell'Universo.

Ma non solo la sua velocità è costante ma è anche la massima raggiungibile per un qualsiasi fenomeno fisico ed astronomico.

Non esistono corpi la cui velocità supera quella della luce!

Le distanze dei corpi celesti

l'anno luce a.l.

1 anno luce a.l.

è lo spazio percorso
dalla luce in un anno alla
velocità di
299 792,458 km/s

pari a

~9 560 800 000 000 km



Distanze planetarie

~ 149 500 000 km
8,32 minuti-luce



Terra



~5 906 000 000 km 5,3 ore-luce

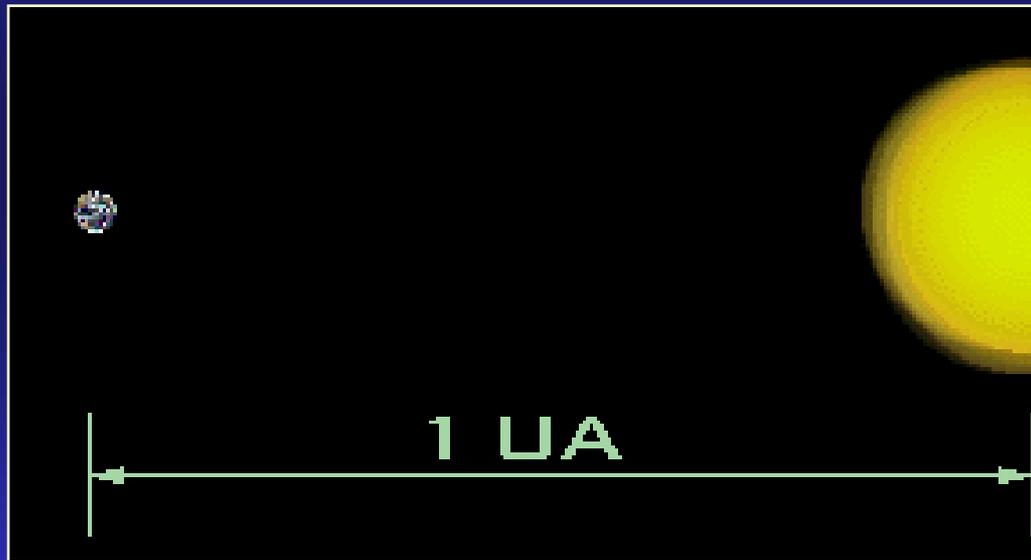


Plutone



Le distanze dei pianeti l'Unità Astronomica U.A.

E' possibile misurare le distanze dei pianeti in base alle leggi di Keplero ma deve essere nota per altra via almeno la distanza di un pianeta dal Sole ad es. la distanza Terra-Sole



unità astronomica (U.A.)

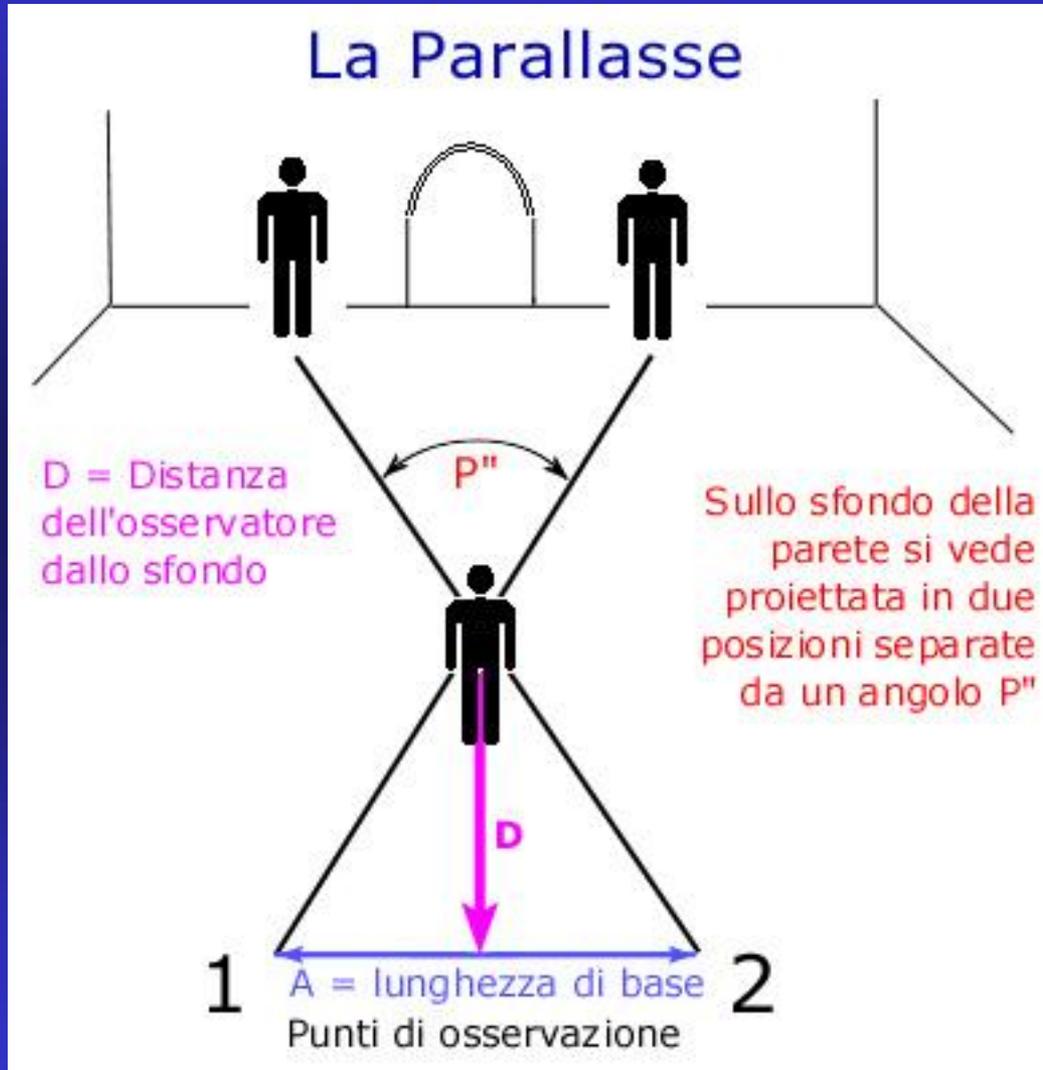
distanza media Terra - Sole 149 597 870,691 km

La distanza delle stelle

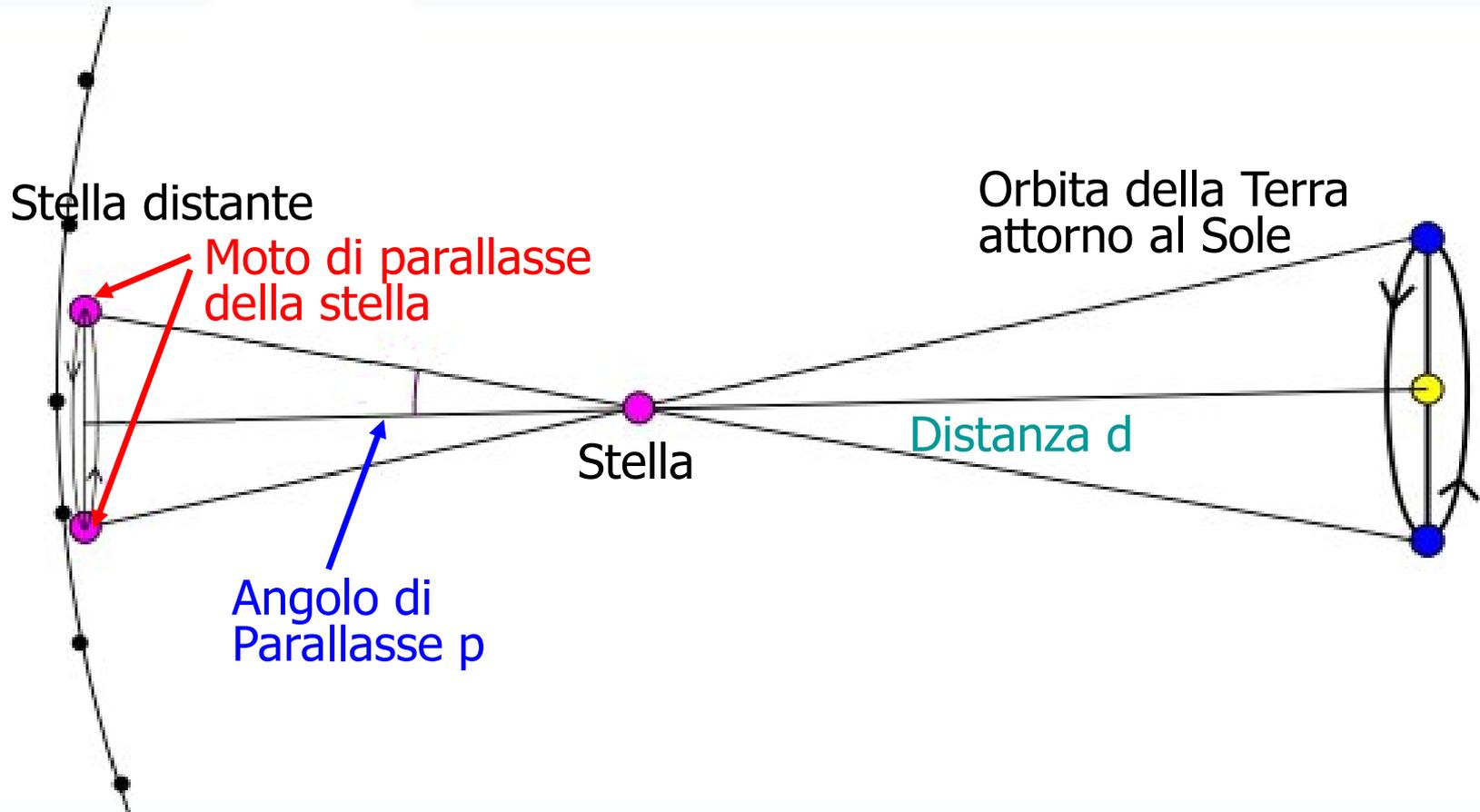


Le stelle appaiono proiettate sulla sfera celeste siano esse vicine o lontane.
La misura della distanza delle stelle non dipende dalla loro posizione apparente

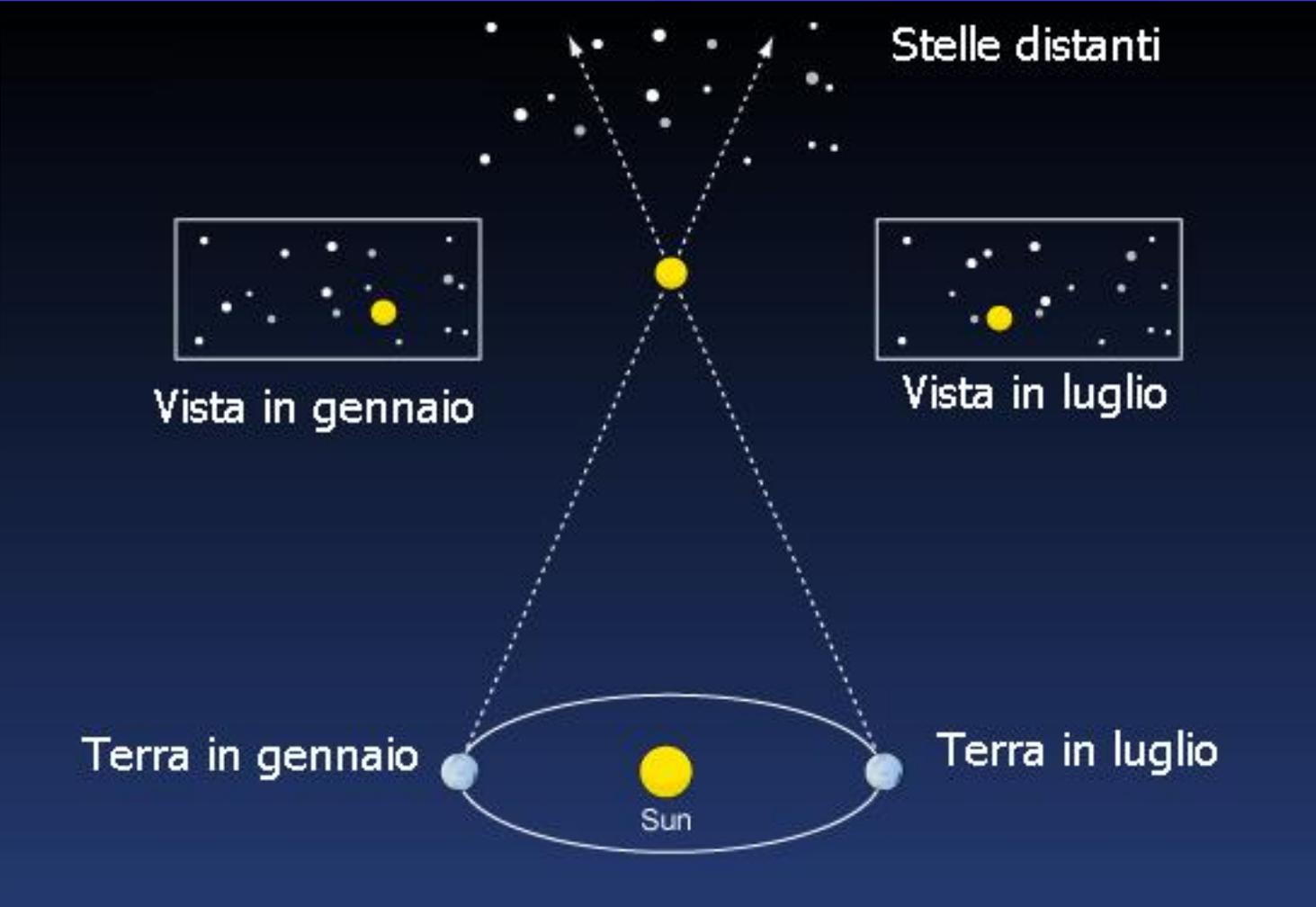
La misura delle distanze delle stelle vicine la parallasse



Le ellissi parallattiche



Parallassi e distanze



Unità di misura delle distanze delle stelle

L'anno luce

L'anno luce è la distanza che la luce percorre, alla velocità di 299 793 km/sec in un anno

Ne risulta quindi:

$$1 \text{ a.l.} \sim 299793 \times 365,265 \times 24 \times 3600 \sim 9461 \times 10^{12} \text{ km}$$

Più precisamente abbiamo

$$1 \text{ a.l.} = 9\,460\,730\,472\,580,8 \text{ km} = 9460,730472580 \text{ miliardi di km}$$

$$1 \text{ a.l.} = 63\,241,077 \text{ UA}$$

$$1 \text{ a.l.} = 0,306\,601\,394 \text{ parsecs}$$

La misura delle distanze delle stelle lontane il parsec (pc)

Gli astronomi però preferiscono misurare le posizioni ed i moti delle stelle in gradi, minuti e secondi di arco

NB un angolo di 360° corrisponde a 2π «radianti»

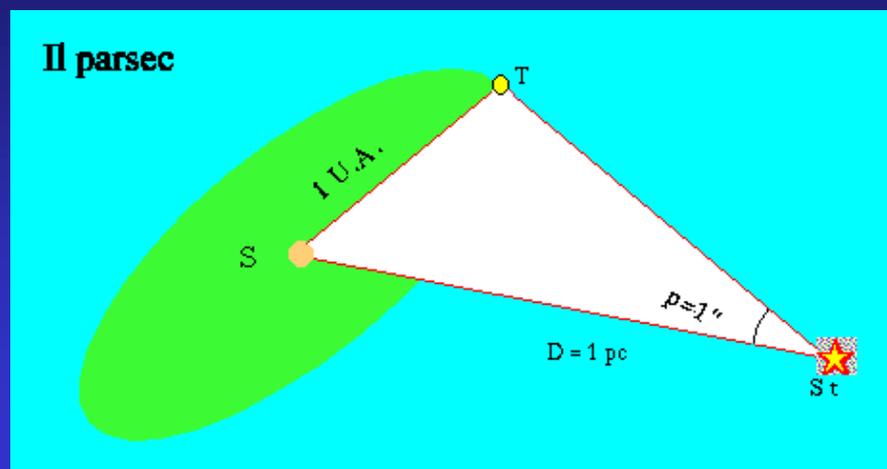
In 360° ci sono $360 \times 60 \times 60 = 1\,296\,000$ "

In 2π radianti si sono $206\,264,806$ " (secondi) «di arco»

Dal momento che le misure angolari relative alle stelle, parallassi e moti propri, si misurano in " (secondi) «di arco» ecco che diventa utile definire le distanze astronomiche in:

1 parsec = 3,2616 a.l. (anni luce)

È definito come la distanza dalla quale l' Unità Astronomica (U.A.) si "vede" sotto un angolo di $1''$ (secondo) di arco pari ad $1/3600$ di grado



Parsec, anno luce ed unità astronomica

Non è difficile ricavare una semplice relazione tra le principali unità di distanza astronomiche

$$d = 1 \text{ parsec} = 3,2616 \text{ a.l.} = 206\,265 \text{ U.A.}$$

$$1 \text{ U.A.} = 149\,597\,870,691 \text{ km}$$

$$1 \text{ a.l.} \sim 9461\,000\,000\,000 \text{ km} = 9461 \text{ miliardi di km}$$



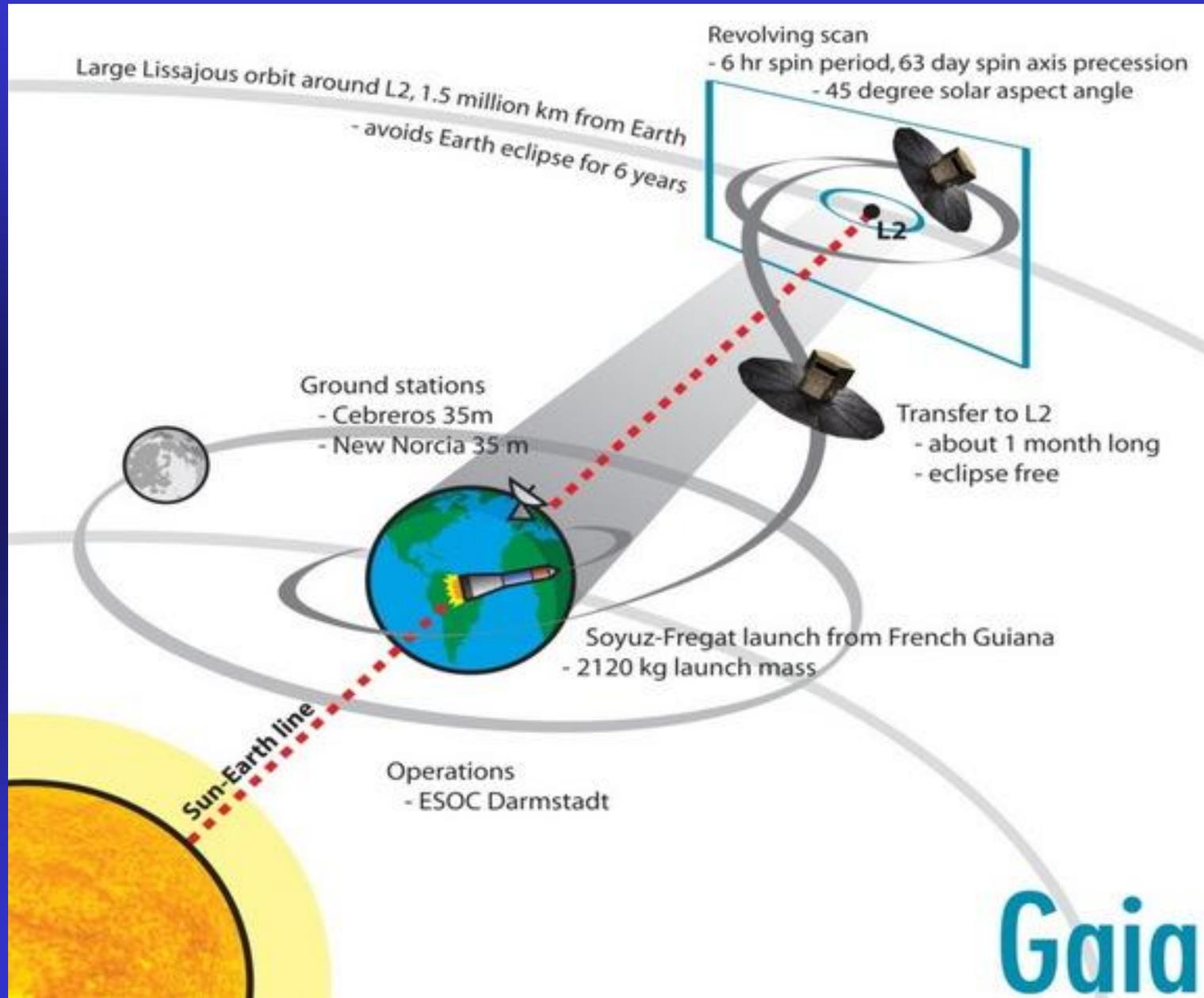
Le distanze stellari si misurano con la parallasse in frazioni di sec di arco

Ad esempio, il satellite Hipparcos ha misurato la parallasse di Proxima Centauri, la stella più vicina, pari a

$$0,77233 \text{ secondi di arco } (\pm 0,00242'')$$

Quindi la sua distanza è di $1/0,772 = 1,29$ parsec oppure di 4,22 anni luce ($\pm 0,01$ a.l.).

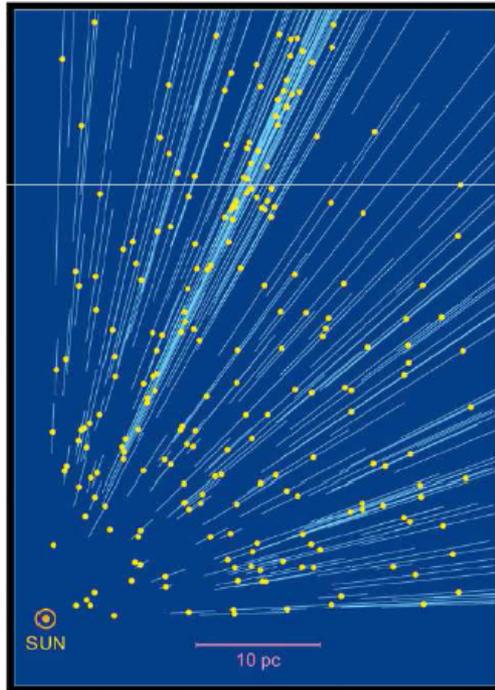
La missione GAIA



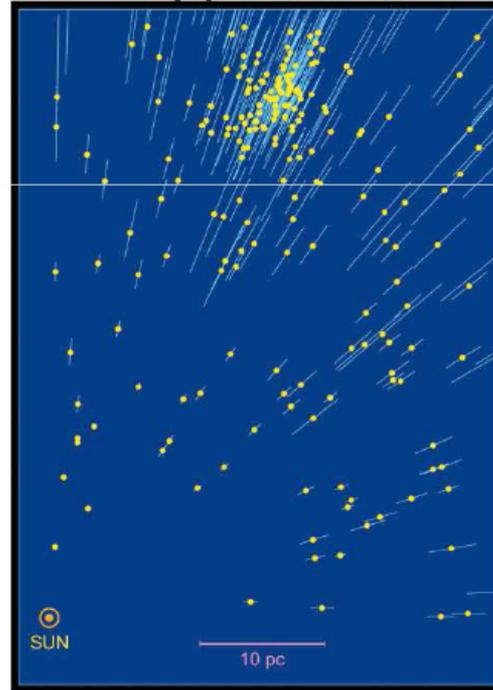
La maggiore accuratezza della missione GAIA

Astrometric accuracy: the Pleiades

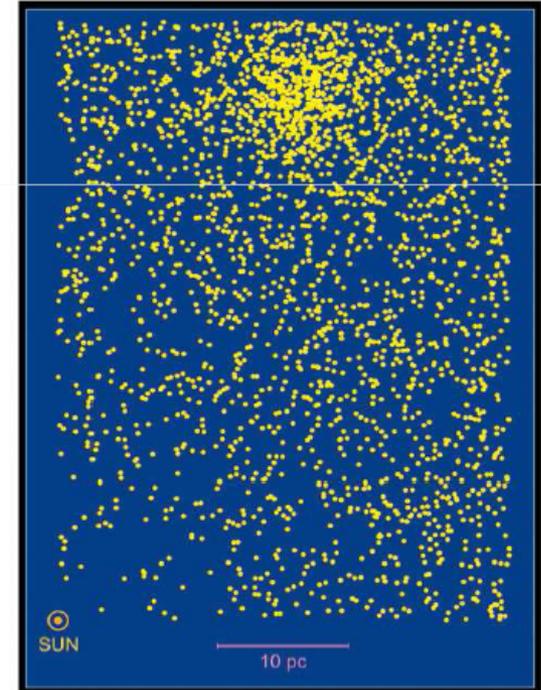
Ground



Hipparcos



Gaia



$\pi = 7.59 \pm 0.14$ mas - 132 pc, MS fitting (*Pinsonneault et al. 1998*)

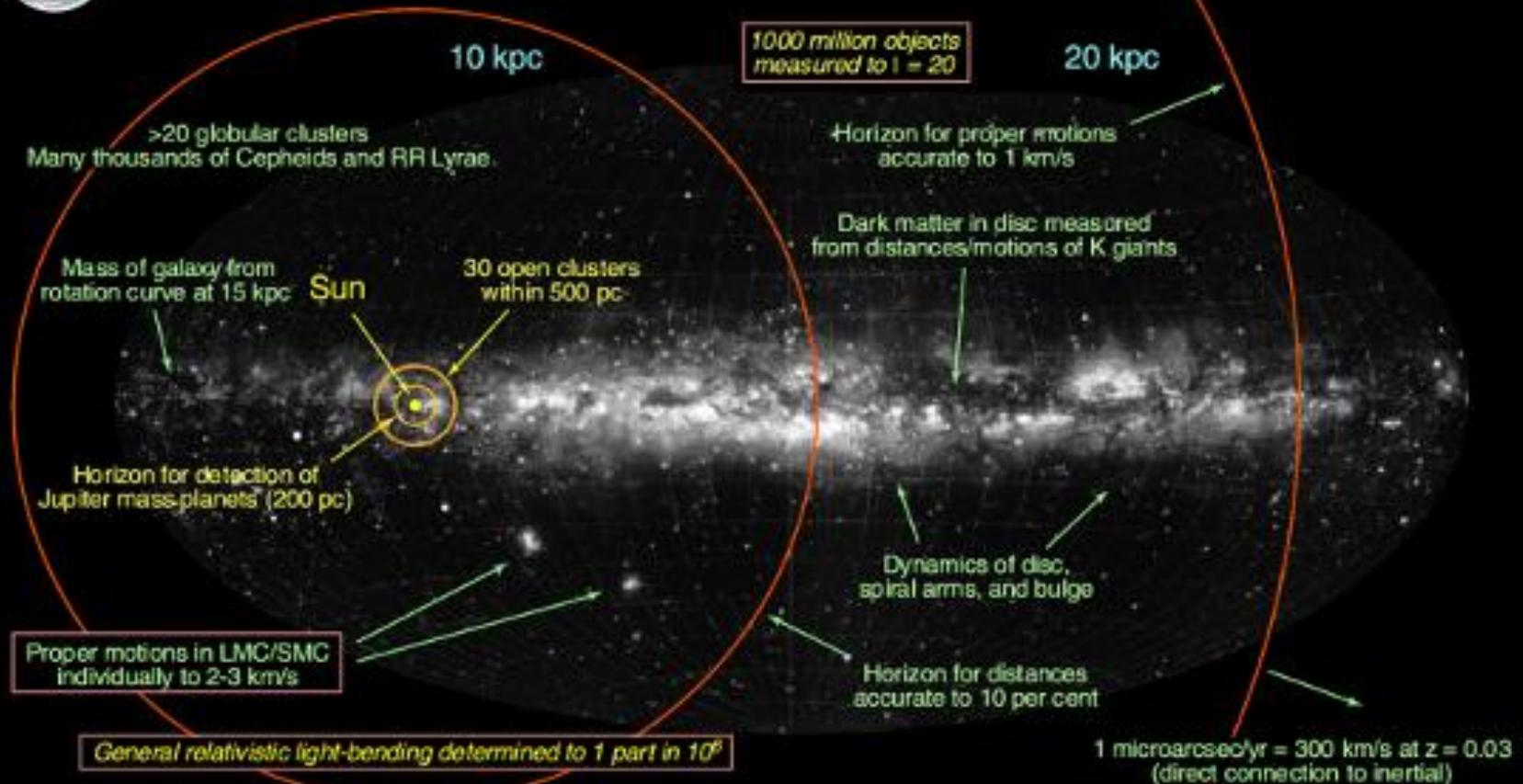
$\pi = 7.69$ mas - 130 pc, various methods (*Kharchenko et al. 2005*)

$\pi = 7.49 \pm 0.07$ mas - 133 pc, from 3 HST-FGS parallaxes in inner halo (*Soderblom et al. 2005*)

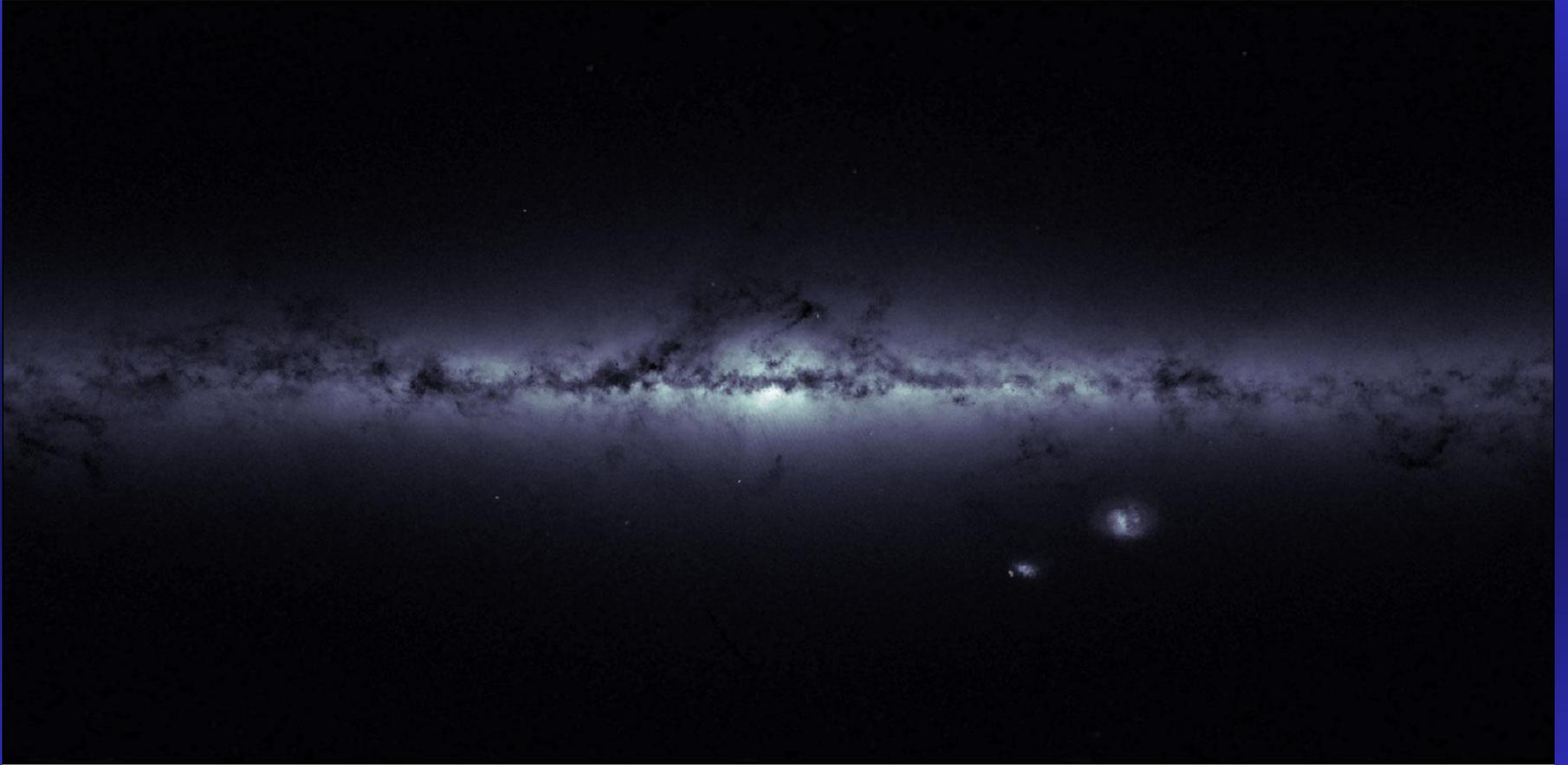
$\pi = 8.18 \pm 0.13$ mas - 122 pc, new reduction Hipparcos data (*Van Leeuwen 2007*)

faintest MS stars have $V < 15 \rightarrow$ Gaia individual parallaxes with $\sigma(\pi)/\pi < 0.1$ %

La maggiore accuratezza della missione GAIA



I primi risultati della missione GAIA



Luminosità e magnitudini

Magnitudini e cielo ad occhio nudo



I primi studi sulla luminosità delle stelle furono fatti da Ipparco già nel II secolo a.C. e successivamente da Tolomeo ~150 a.C.

Osservando il cielo ad occhio nudo riuscirono a suddividere le stelle che erano in grado di osservare in 6 classi di luminosità a cui associarono il concetto di **magnitudine**.

Come possiamo valutare l'intensità luminosa di un oggetto e metterla in relazione con la sua classe di luminosità (magnitudine o anche grandezza) individuate da Ipparco?

Un contributo decisivo viene dalla fisiologia. Si può dimostrare infatti che: l'occhio umano reagisce alla sensazione della luce in modo logaritmico.

Risposta dell'occhio umano

La Magnitudine Apparente

Sensazione di luce

Sensazione di luce

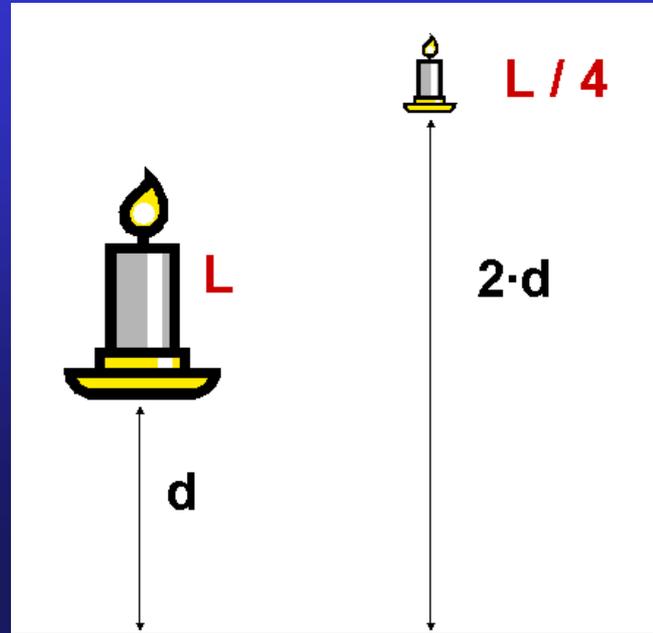
La risposta dell'occhio umano (cioè la sensazione di luce) ad uno stimolo luminoso può essere descritta da una funzione logaritmica, la quale ci da una misura della magnitudine apparente

$$S = k \times \text{Log}(I) + \text{cost}$$

Intensità di luce



La luce e l'informazione astronomica



Tutto il "sapere" dell'astronomia osservativa ci proviene dalla luce emessa dai corpi celesti (stelle e galassie) che raggiunge lo specchio dei telescopi e viene da essi elaborata.

Le informazioni ottenute dipendono :

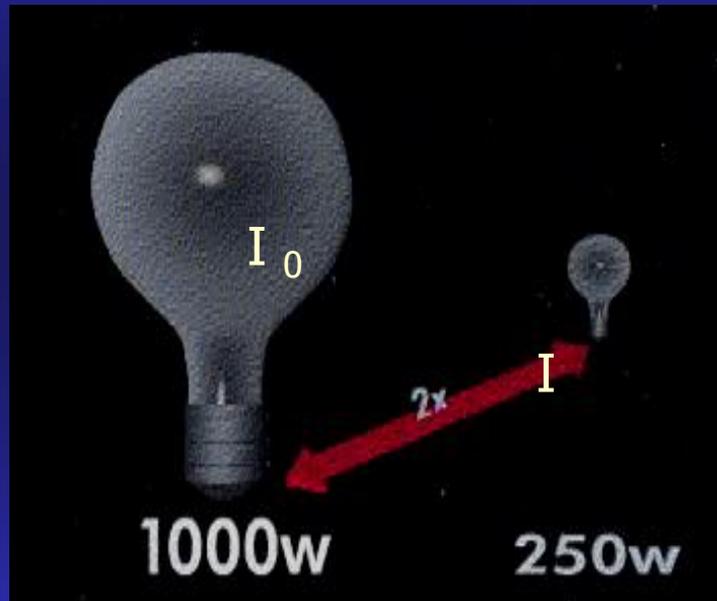
1. dallo studio dell'intensità luminosa delle stelle (fotometria)
2. dallo studio delle sue componenti alle varie lunghezze d'onda della luce (spettroscopia)

L'intensità luminosa

Attenuazione della luce I_0 emessa da una stella al variare della distanza d

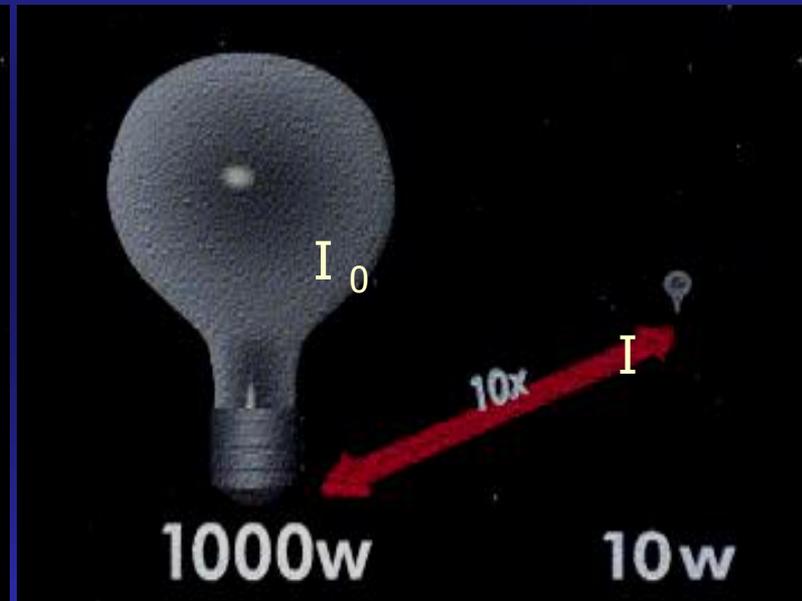
- La luminosità I di una sorgente I_0 diminuisce all'aumentare della distanza d in ragione dell'inverso del quadrato della distanza:

$$I = I_0/d^2$$



raddoppiando la distanza $d=2$
diminuisce di un fattore 4

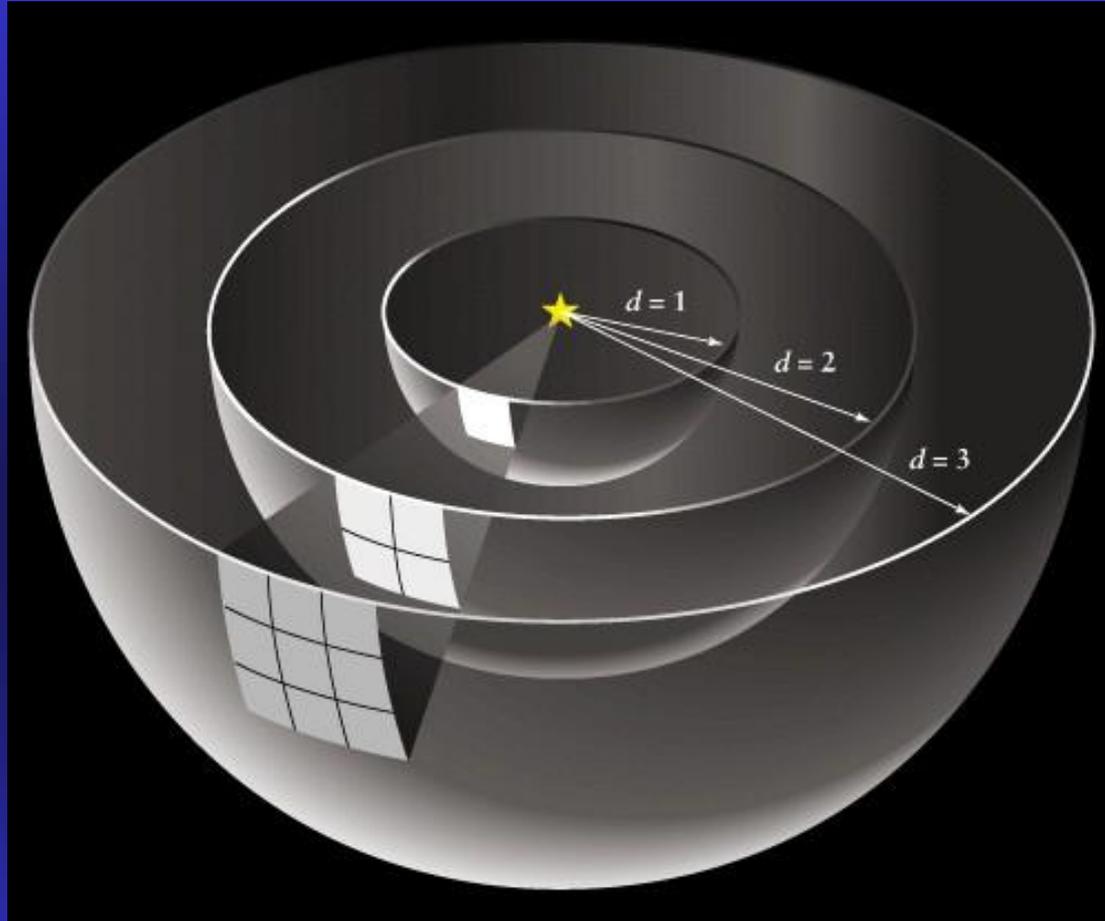
$$I = I_0/(2)^2$$



decuplicando la distanza $d=10$
diminuisce di un fattore 100

$$I = I_0/(10)^2$$

Le luminosità apparenti



I corpi celesti vengono osservati sulla sfera celeste, una sfera apparente che deve essere sezionata in gusci sferici per rendere conto della loro distanza

Intensità e flusso luminoso

Consideriamo ora una stella di luminosità L , che si trovi ad una distanza d dalla Terra.

Di questa si può determinare il flusso F , che corrisponde ad una certa magnitudine m .

Immaginiamo ora di allontanare la stella dalla Terra, mantenendone inalterata la luminosità.

Ciò che noteremo sarà una diminuzione del suo flusso: la stella ci apparirà più debole, e di conseguenza la sua magnitudine aumenterà. Di converso, se supponiamo che la sua distanza diminuisca, allora il suo flusso sarà maggiore e la sua magnitudine diminuirà.

Per comprendere come varia il flusso di una stella al variare della sua distanza da noi, è sufficiente ricordare che:

$$L = 4\pi d^2 F$$

affinché la luminosità L rimanga costante, poiché la superficie S della sfera dipende dal quadrato di d , occorre che il flusso F cambi come l'inverso del quadrato della distanza d .

Flusso luminoso e magnitudini

Consideriamo allora una stella di luminosità L , posta ad una distanza d , che assumiamo di misurare in parsec, dalla Terra.

A quella distanza la stella genera un flusso pari a F_R , cui corrisponde una magnitudine m .

Supponiamo ora di portare la stella ad una distanza di 10 parsec, quella di riferimento per le magnitudini assolute, allora il suo flusso assumerà un valore, che indichiamo con F_{10} , mentre la sua magnitudine, per definizione, sarà la magnitudine assoluta M

Possiamo scrivere:

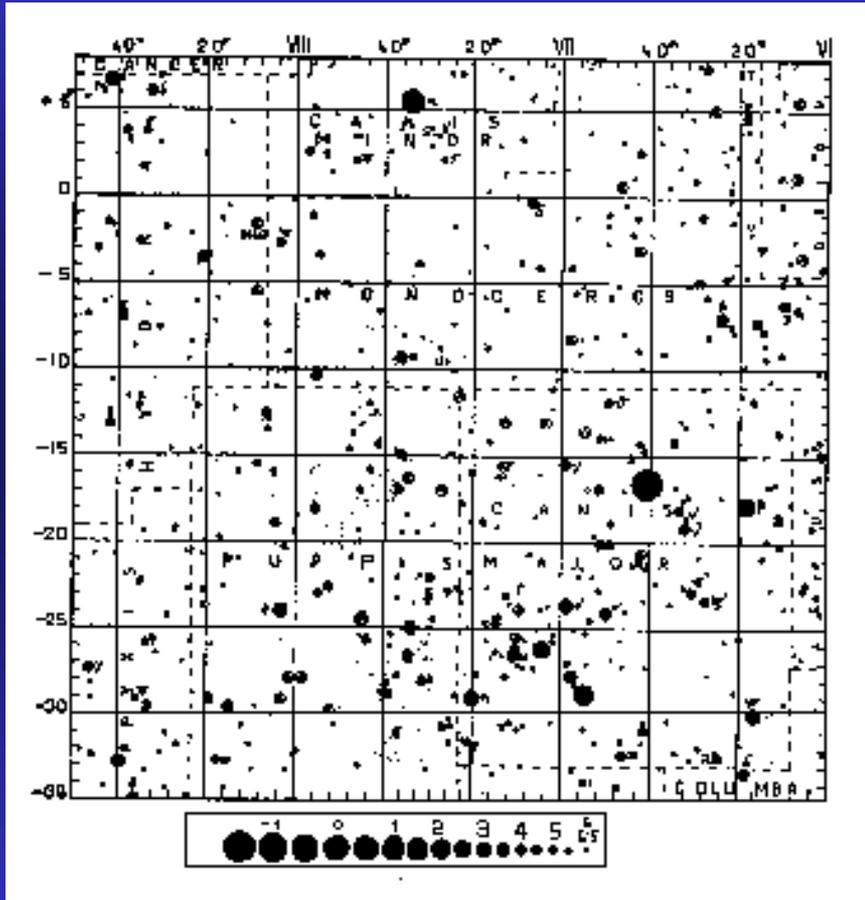
$$F_R = \frac{L}{4\pi d^2} \text{ e analogamente } F_{10} = \frac{L}{4\pi(10)^2}$$

Si può facilmente ricavare

$$M - m = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F_{10}}{F_d} \right)$$

$$M = m + 5 - 5 \log_{10}(d)$$

La luminosità apparente delle stelle (magnitudine visuale m_v)



- Già nell'antichità Ipparco definì le più brillanti di 1^a grandezza e quelle appena percepibili ad occhio nudo di 6^a grandezza.
- Una stella di 1^a grandezza è **2,5 volte più brillante** di una di 2^a grandezza
- Una stella di 1^a grandezza è **6,3 volte più brillante** di una di 3^a grandezza
-
- Una stella di 1^a grandezza è **100 volte più brillante** di una di 6^a grandezza

Relazione di Pogson

$$m_{v2} - m_{v1} = 2,5 \log_{10}(F_2/F_1)$$

$$F_2/F_1 = 10^{(m_{v2} - m_{v1})/2,5}$$

Differenze di magnitudine e di luminosità

Differenza di magnitudine	Differenza di luminosità
0,5	1,6
1,0	2,5
1,5	4,0
2,0	6,3
2,5	10
3,0	16
3,5	25
4,0	40
5,0	100
6,0	250
10,0	10.000
12,5	100.000
15,0	1.000.000

Così, ad esempio, posto che

- Vega (nella Lyra) è di magnitudine 0,0
- Adhara (nel Canis Maior) è di magnitudine 1,5
- Ras Algethi (nell'Hercules) è di magnitudine 3,5

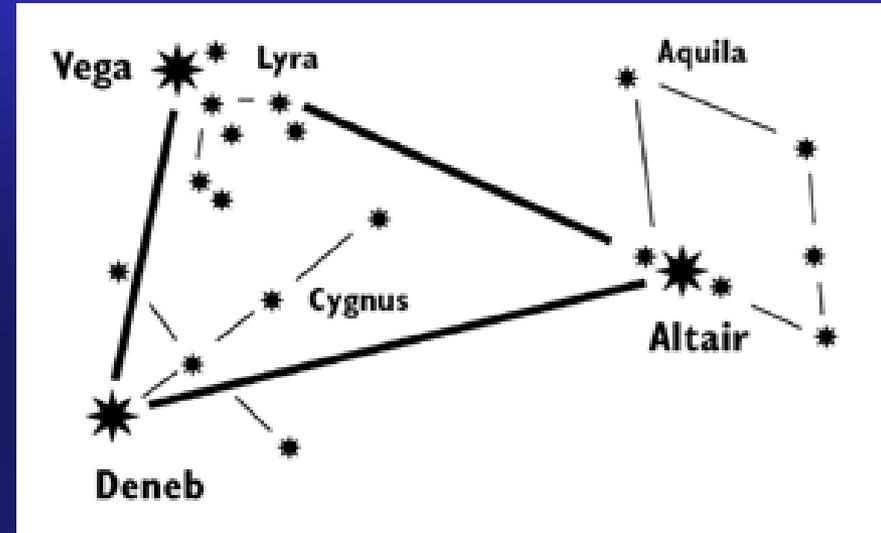
ciò significa che

- Vega è 4 volte più luminosa di Adhara
- Vega è 25 volte più luminosa di Ras Algethi
- Adhara è 6,3 volte più luminosa di Ras Algethi

Alcune stelle brillanti dell'emisfero nord

magnitudine apparente

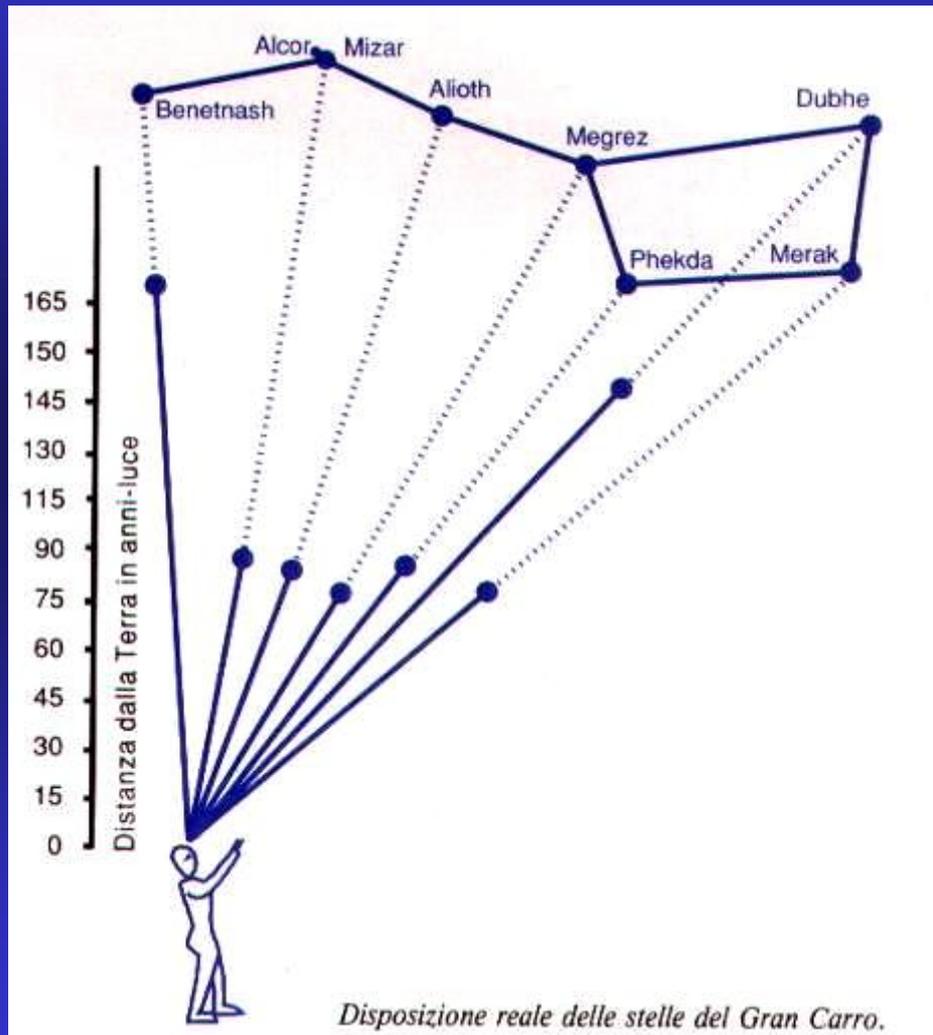
• Sirio	(cane maggiore)	= -1,5 m_v
• Arturo	(boote)	= 0,0
• Vega (lira)		= 0,0
• Capella	(auriga)	= 0,1
• Rigel	(orione)	= 0,2
• Procione	(cane minore)	= 0,4
• Achernar	(eridano)	= 0,5
• Betelgeuse	(orione)	= 0,5
• Altair	(aquila)	= 0,8
• Aldebaran	(toro)	= 0,9
• Antares	(scorpione)	= 1,0
• Polluce	(gemelli)	= 1,1
• Deneb	(cigno)	= 1,2
• Regolo	(leone)	= 1,3
• Adhara	(giraffa)	= 1,5
• Castore	(gemelli)	= 1,6
• Bellatrix	(orione)	= 1,6
• Duhbe	(orsa maggiore)	= 1,8
• Polare	(orsa minore)	= 2,0



- *Il triangolo estivo il principale asterismo estivo*

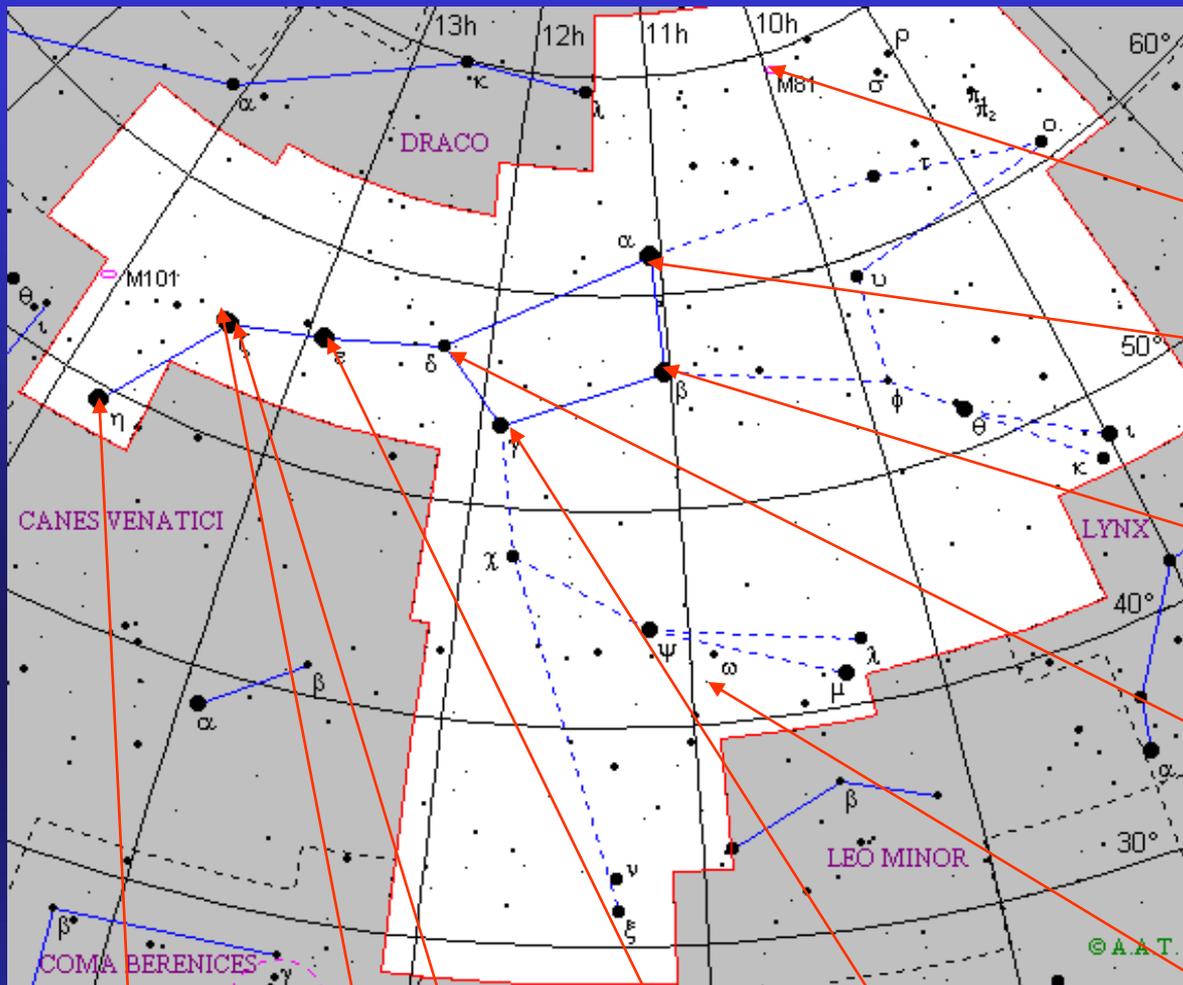
Il grande carro

Le distanze delle stelle che lo compongono



Le costellazioni apparirebbero ben diverse se si considerassero pure le distanze delle singole stelle che le compongono

Ursa Major Orsa Maggiore



M 81
Galassia
spirale



Dubhe
d=124 a.l.
mv=1,81

Merak
d=79 a.l.
mv=2,34

Megrez
d=65 a.l.
mv=3,4

47 U. Majoris
d=46 a.l.
mv=5,03
1 pianeta
estrasolare

Alkaid
d=101 a.l.
mv=1,85

Mizar
d=78 a.l.
mv=2,23
Alcor
d=80 a.l.
mv=4,5

Alioth
d=81 a.l.
mv=1,76

Phecda
d=84 a.l.
mv=2,41

© A.A.T.

La luminosità assoluta delle stelle (magnitudine assoluta M_V)

La luminosità assoluta o magnitudine assoluta M_V delle stelle dà una indicazione sulle proprietà luminose intrinseche della stella stessa.

La magnitudine assoluta M_V viene definita come la magnitudine apparente m_V della stella posta ad una distanza fissa di 10 parsec=32,6 a.l. (anni luce)

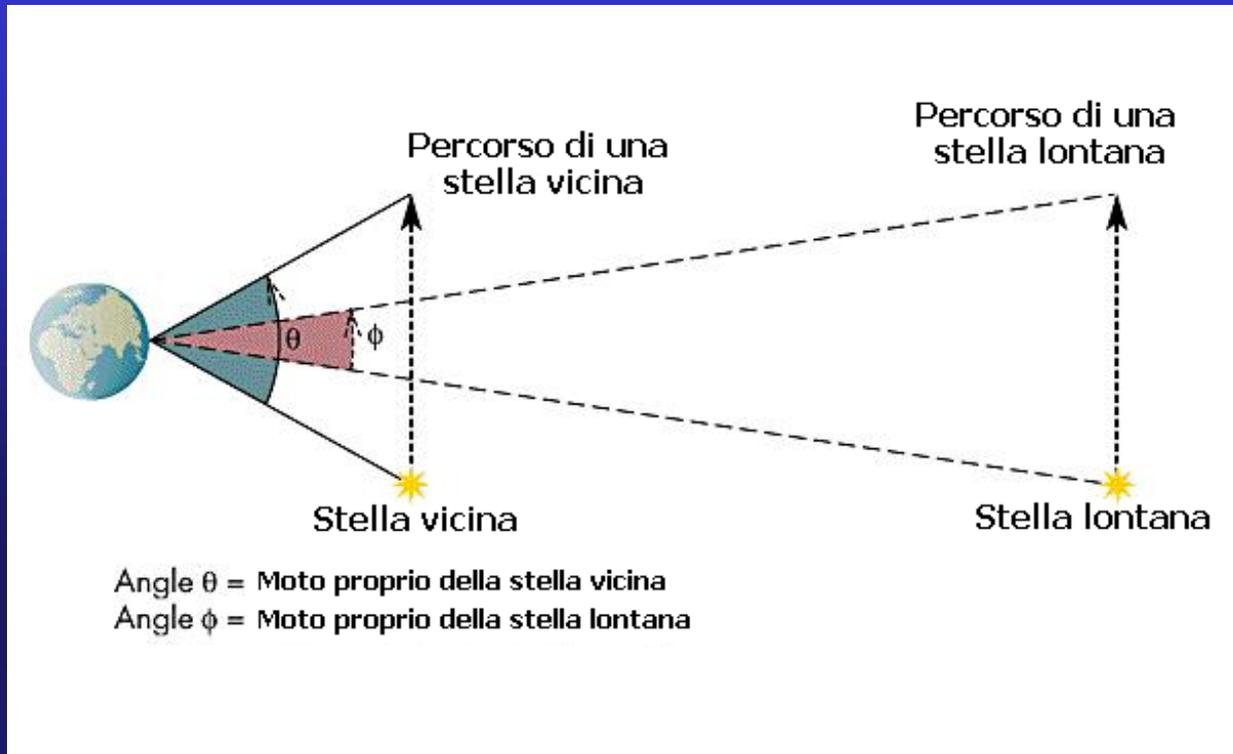
Magnitudine assoluta - magnitudine apparente e distanza

La relazione che lega le magnitudini assoluta M_V ed apparente m_V e la distanza d (in parsec) è:

$$m_V - M_V = -5 + 5 \log_{10} d$$

La grandezza $(m_V - M_V)$ prende il nome di modulo di distanza.

La distanza di 61 Cyg



Bessel osservò una stella, la **61 Cyg**, molto debole (magnitudine 5,3 quasi al limite delle possibilità dell'occhio umano), ma che presentava un notevole **moto proprio**.

Nel 1838 fu in grado di annunciare di aver rilevato una parallasse di **0,3"**, corrispondente ad una distanza di **11,1 anni luce** (pari a 702 450 UA)

Magnitudini apparenti ed assolute

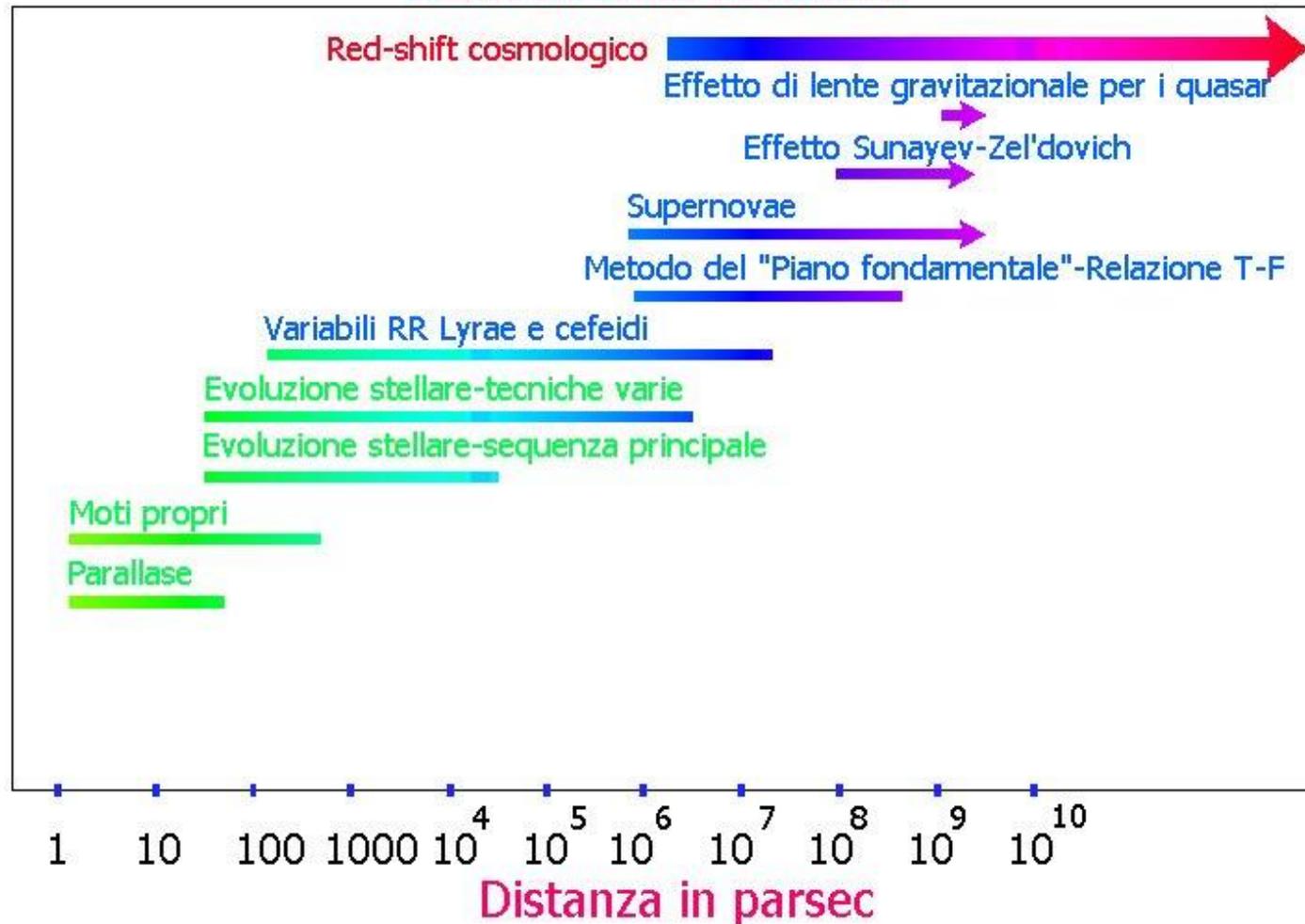
Nome stella	mv (apparente)	Mv Bolometrica (assoluta)	Luminosità Bolometrica (in unità solari)
Rigel	0,12	-7,3	85000
Antares	0,92	-7,2	66000
Deneb	1,25	-6,95	47000
Canopo	-0,62	-5,53	12900
Achernar	0,46	-4,05	3300
β Lyrae	3,52	-3,91	2900
Polare	1,97	-3,6	2200
Aldebaran	0,85	-0,63	350
Arturo	-0,04	-0,31	210
Rigel	0,12	-7,3	85000
Antares	0,92	-7,2	66000
Deneb	1,25	-6,95	47000
Canopo	-0,62	-5,53	12900
Achernar	0,46	-4,05	3300
Capella	0,08	0,4	78,5
Castore	1,98	0,5	50
Vega	0,00	0,58	37
Sirio	-1,46	1,4	25,4
α Centauri A	-0,01	4,38	1,519
Sole	-26,74	4,75	1,00

Magnitudini colori e filtri (fotometrici)

Filtro	Lunghezza d'onda	Larghezza max	Note
Ultravioletto NB $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10 \text{ \AA} = 10^{-5} \text{ micron}$			
U	365 nm	66 nm	U Ultravioletto
Visibile			
B	445 nm	94 nm	B Blu
V	551 nm	88 nm	V Visuale
R	658 nm	138 nm	R Rosso
Vicino infrarosso			
I	806 nm	149 nm	I
Z			Z
Y	1020 nm	120 nm	Y
J	1220 nm	213 nm	J
H	1630 nm	307 nm	H
K	2190 nm	390 nm	K
L	3450 nm	472 nm	L
Medio infrarosso			
M	4750 nm	460 nm	M

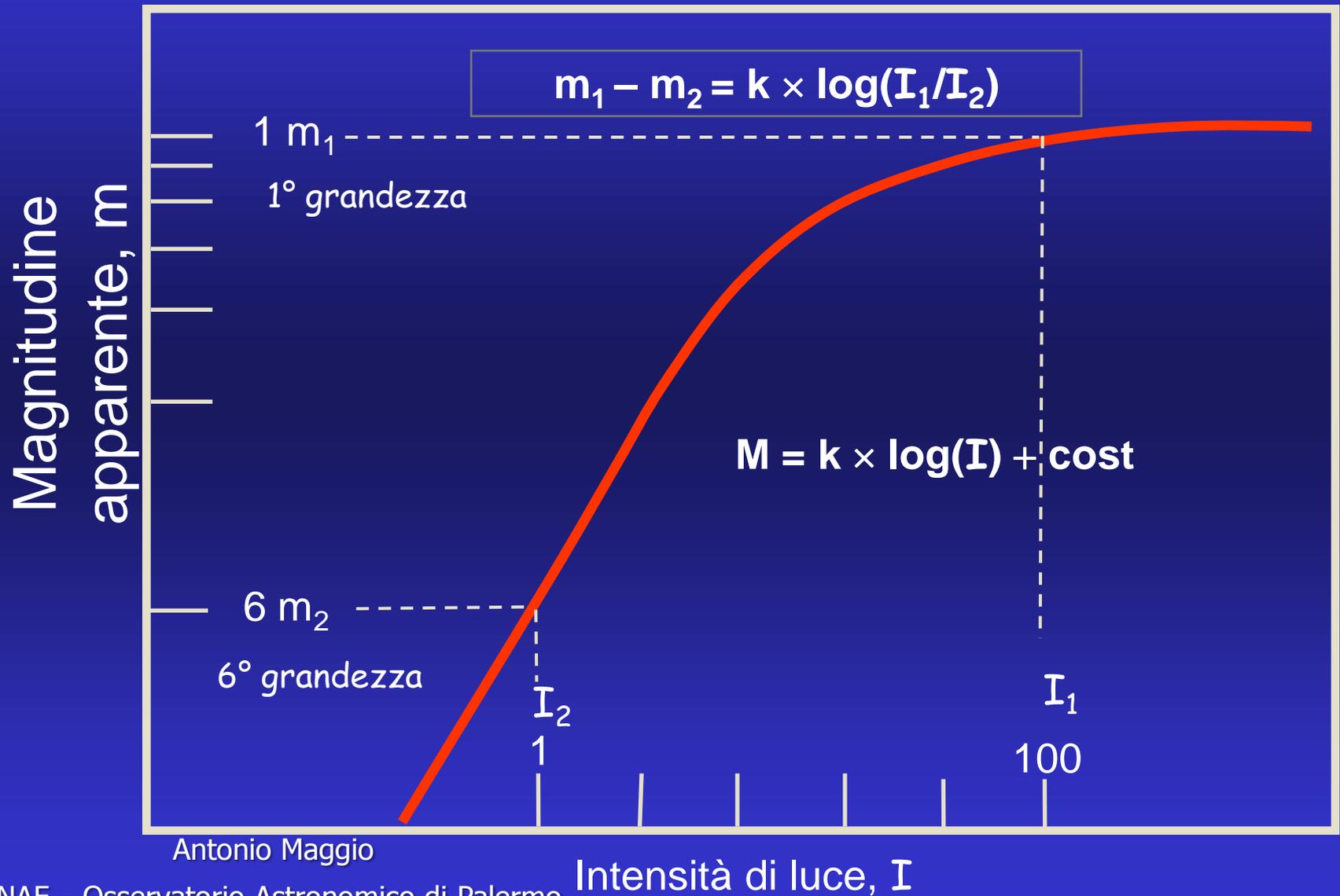
La scala delle distanze astronomiche

La Scala delle Distanze



Luminosità e magnitudini approfondimento

La relazione tra Intensità e Magnitudine



Differenza di Magnitudini

Siano m_1 ed m_2 le magnitudini che corrispondono alle intensità I_1 e I_2 , osservate per due diverse stelle.

Se la differenza fra le due magnitudini ($m_1 - m_2$) è -5 mentre il rapporto fra le luminosità (I_1/I_2) è 100 allora:

$$m_1 - m_2 = k \times \log(I_1/I_2)$$



$$k = -2,5$$

quindi possiamo scrivere:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \times \log(I_1/I_2)$$

Equazione di Pogson

Antonio Maggio

INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo

La Magnitudine apparente

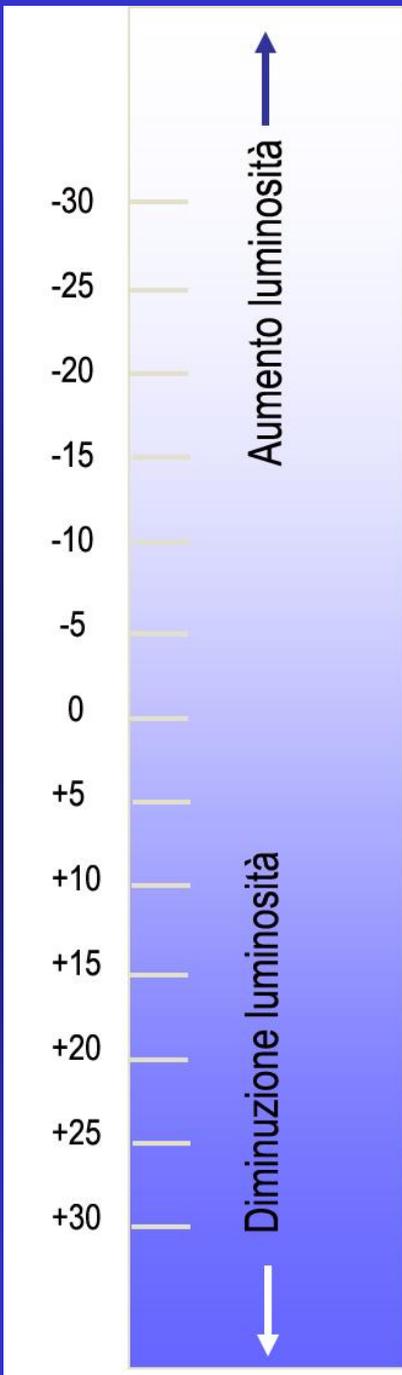
$$m = -2,5 \times \log(I) + \text{cost}$$

Pogson spiega il perché la magnitudine decresce quando la intensità luminosa cresce. Infatti si parla di oggetti brillanti quando la loro magnitudine apparente è molto piccola e viceversa.

La magnitudine apparente del Sole, che è l'oggetto più luminoso che vediamo in cielo, è $m_{\odot} = -26,85$

Valori più grandi delle
magnitudini indicano
oggetti più DEBOLI

Magnitudini



Sole (-26,85)

Luna (-12,6)

Venere (-4,4)

Sirio (-1,4)

Occhio nudo (+6)

Binocolo (+10)

Plutone (+15,1)

Grandi telescopi (+25)

Hubble Space Telescope (+30)

Antonio Maggio

INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo

Intensità \Leftrightarrow Flusso

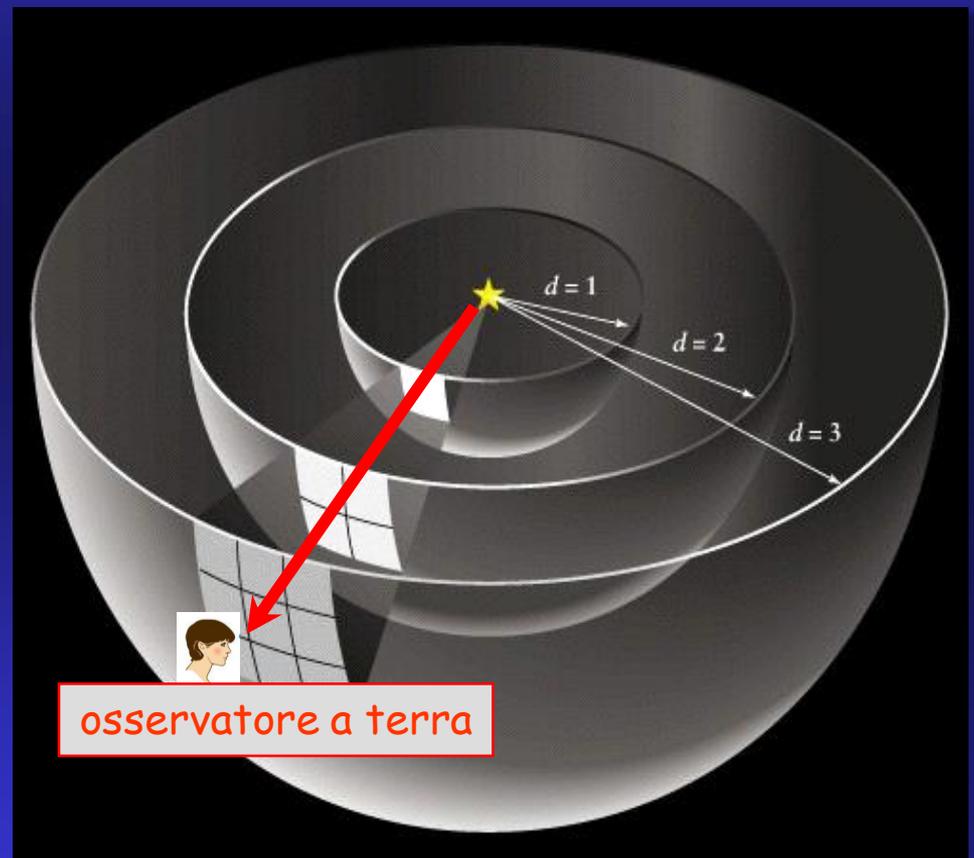
Quando si parla di intensità luminosa di una stella in realtà ci si riferisce al FLUSSO di energia, f , ovvero alla quantità di energia ricevuta dalla stella che viene intercettata da una superficie di raccolta in un certo intervallo di tempo.

Questa viene misurata con gli strumenti a terra o su satelliti scientifici (ad esempio: l'occhio, i telescopi, etc.).

La Luminosità e il Flusso

Prendiamo una stella e disegniamo intorno ad essa delle sfere concentriche di diverso raggio: d_1 , d_2 , d_3

La quantità di energia che arriva sulla terra per unità di tempo e unità di superficie dipenderà dalla luminosità intrinseca della stella e dalla sua distanza.



Antonio Maggio

INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo

La Luminosità e il Flusso

L = è l'energia emessa dalla stella nell'unità di tempo [erg sec⁻¹]

d = la distanza della stella dall'osservatore

f = il flusso di energia che arriva a terra per una superficie di 1 cm² e nell'unità di tempo di 1 sec [erg cm⁻² sec⁻¹]

$$f = \frac{L}{4\pi d^2}$$

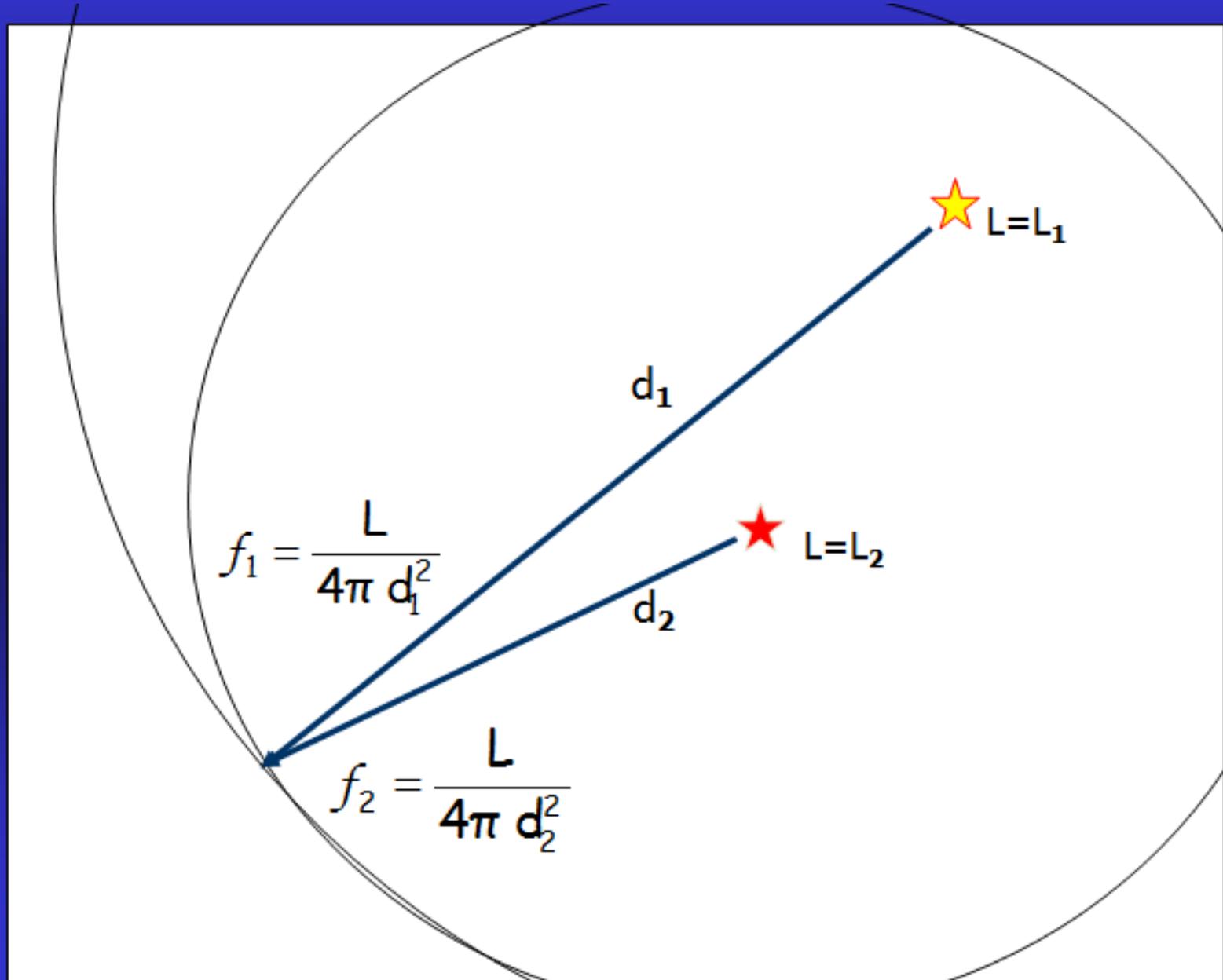
Luminosità
della stella

distanza
della stella

Antonio Maggio

Dipendenza del Flusso dalla distanza

Antonio
Maggio
INAF –
Osservatori
Astronomici
di Palermo



Magnitudine apparente, Flusso, Distanza

Adesso prendiamo due stelle con la stessa luminosità L (cioè $L_1 = L_2$) ma che siano poste a distanze d_1 e d_2 diverse e confrontiamole fra loro.

L'equazione di Pogson ci dice che:

$$m_1 = -2,5 \times \log(f_1) + C$$

$$m_2 = -2,5 \times \log(f_2) + C$$

Calcoliamo la differenza delle magnitudini apparenti usando la formula di Pogson e l'equazione del flusso:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \times \log(f_1/f_2)$$

$$f = \frac{L}{4\pi d^2}$$



$$m_1 - m_2 = -5 \times \log(d_2/d_1)$$

Antonio Maggio

INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo

Ma allora, qual è la più luminosa?

A background image of a star field with many stars of various colors and sizes. Three stars are highlighted with red circles. Red lines connect these circles to a white text box on the right. The top star is a yellowish-white star, the middle one is a blue-white star, and the bottom one is a bright blue star.

E se la stella
apparentemente
più debole fosse
in realtà più
luminosa ma più
lontana?

Diventa necessario introdurre una scala
di magnitudini assoluta

La Magnitudine Assoluta

Quanto apparirebbe brillante una stella se fosse posta alla distanza di 10 pc ($1 \text{ pc} = 3,058 \times 10^{18} \text{ cm}$) ?

Applichiamo l'equazione per la differenza di magnitudini: $m_1 - m_2 = -5 \times \log(d_2/d_1)$

M = magnitudine assoluta (stella alla distanza di 10pc)

m = magnitudine apparente

d = distanza della stella in pc

$$M - m = -5 \times \log(d/10 \text{ pc})$$

L'equazione della distanza

La differenza tra magnitudine assoluta e apparente può essere scritta anche come:

$$M - m = 5 - 5 \times \log(d)$$

ed è detto MODULO DI DISTANZA

Se si conoscono due fra le quantità M , m e d , questa equazione ci consente di trovare la terza.

Esempio notevole

Qual'è la Magnitudine assoluta del Sole?

$$m_{\odot} = -26,85$$

$$d_{\odot} = 1 \text{ AU} = 1,496 \times 10^{13} \text{ cm} = 4,849 \times 10^{-6} \text{ pc}$$

$$M_{\odot} = m_{\odot} + 5 - 5 \times \log(d_{\odot}) \longrightarrow M_{\odot} = 4,72$$

La Magnitudine Assoluta permette di confrontare le luminosità intrinseche delle stelle.

Altri esempi

Luna: $d_{\text{Luna}} = 2,57 \times 10^{-3} \text{ AU} = 1,25 \times 10^{-8} \text{ pc}$

$$m_{\text{Luna}} = -12,6 \quad \longrightarrow \quad M_{\text{Luna}} = +31,92$$

Sirio (α Canis Majoris): $d_{\text{Sirio}} = 2,64 \text{ pc}$ \longrightarrow $M_{\text{Sirio}} = +1,42$
 $m_{\text{Sirio}} = -1,47$

Esercizio inverso: determinazione della distanza

Prendiamo ad esempio **Proxima Centauri** (α Cen):

$$m_{\alpha\text{Cen}} = 0,00 \quad \longrightarrow \quad d_{\alpha\text{Cen}} = 1,3 \text{ pc}$$
$$M_{\alpha\text{Cen}} = +4,4$$

Dalla Magnitudine Assoluta alla Luminosità

Se vogliamo confrontare la luminosità di due oggetti dobbiamo considerare la loro magnitudine assoluta.

Prendiamo la magnitudine assoluta del Sole come riferimento:

$$M_{\odot} = -2,5 \log(f_{\odot}) + c$$

$$M_{\odot} = -2,5 \log\left(\frac{L_{\odot}}{4\pi(10 \text{ pc})^2}\right) + c$$

Consideriamo ora la magnitudine assoluta di α Cen:

$$M_{\alpha\text{Cen}} = -2,5 \log\left(\frac{L_{\alpha\text{Cen}}}{4\pi(10 \text{ pc})^2}\right) + c$$

per cui:

$$M_{\alpha\text{Cen}} = M_{\odot} - 2,5 \log\left(\frac{L_{\alpha\text{Cen}}}{L_{\odot}}\right)$$

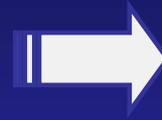
Calcolo della Luminosità

Quale sarà la luminosità di α Cen rispetto al Sole?

Noi sappiamo che $L_{\odot} = 3,83 \times 10^{33}$ erg/sec e dato che conosciamo le magnitudini assolute di α Cen e del Sole:

$$M_{\alpha\text{Cen}} = +4,4 \quad M_{\odot} = +4,72$$

$$\frac{L_{\alpha\text{Cen}}}{L_{\odot}} = 10^{\frac{M_{\alpha\text{Cen}} - M_{\odot}}{2,5}}$$



$$L_{\alpha\text{Cen}} = 5,14 \times 10^{33} \text{ erg/sec}$$

Magnitudini, luminosità, distanze

Stella	Magnitudine Apparente	Magnitudine Assoluta	Luminosità [erg/sec]	Luminosità L/L_{\odot}	Distanza [pc]	Distanza d/d_{\odot}
Sole	-26,85	4,72	$3,83 \times 10^{33}$	1	$4,85 \times 10^{-6}$	1
Luna	-12,6	31,92	$5,05 \times 10^{22}$	$1,3 \times 10^{-11}$	$1,25 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-3}$
Sirio	-1,47	1,42	$8,00 \times 10^{34}$	20,89	2,64	$5,4 \times 10^5$
α Centauri	0,00	4,40	$5,14 \times 10^{33}$	1,34	1,3	$2,7 \times 10^5$