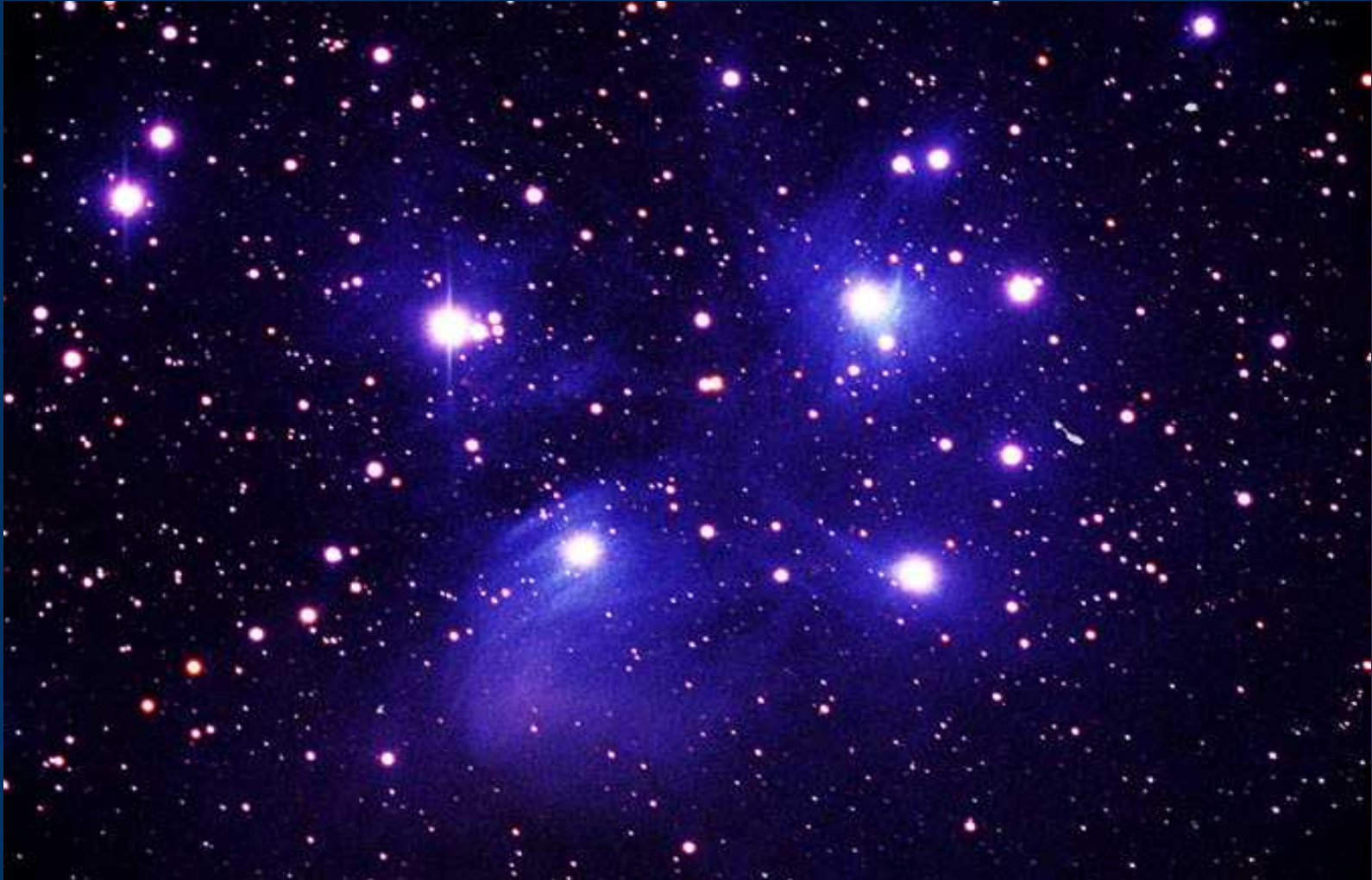


1. La luce delle stelle



2. *La scala delle magnitudini*

- La luminosità delle stelle appare diversa a occhio nudo.
- Ipparco di Nicea creò, intorno al 120 a.C., una scala di luminosità che assegnava il valore uno alle stelle più luminose e il valore sei a quelle più deboli.



3. *Luminosità e intensità luminosa*

- La luminosità di una stella è la quantità di energia luminosa che la stella emette in tutte le direzioni in un secondo (espressa in W).
- L'intensità di una stella è l'energia luminosa che giunge a Terra per unità di area e di tempo.
- L'intensità luminosa I è legata alla luminosità L ed alla distanza d della stella:

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

4. Intensità e magnitudine

- Modernamente l'intensità non si giudica più a occhio nudo, ma usando dei fotometri calibrati.
- L'intensità aumenta esponenzialmente con la magnitudine, per le caratteristiche dell'occhio umano.
- Ad un intervallo di 5 magnitudini (da 6 a 1) corrisponde un incremento di intensità di circa cento volte.
- Si è allora stabilito che:

$$\frac{I}{I_0} = 100^{\frac{m - m_0}{5}}$$

5. *La magnitudine apparente*

- m_0 e I_0 rappresentano magnitudine apparente e intensità di una stella di riferimento.
- Il segno meno deriva dal fatto che a intensità maggiore corrisponde magnitudine minore:
- Si ricava anche:

$$m = m_0 - 2,5 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

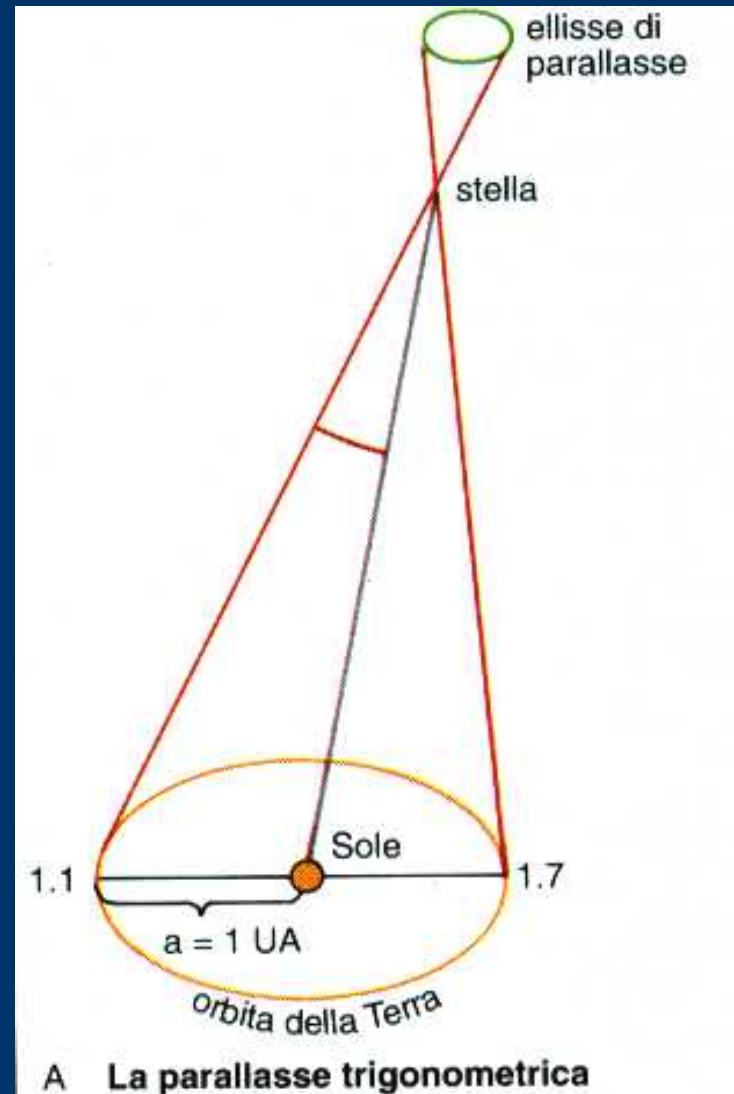
$$m = m_0 - 2,5 \log_{10} \frac{d_0^2}{d^2} = m_0 - 5 \log_{10} \frac{d_0}{d}$$

6. *Magnitudini misurabili*

- Con i più grandi telescopi basati a Terra si raggiunge magnitudine 25^m .
 - Con il telescopio spaziale Hubble si è raggiunta magnitudine 30^m .
 - Inizialmente la polare era lo standard di magnitudine e ad essa era assegnato il valore $2,12^m$.
 - In seguito sono stati introdotti standard più accurati (International Polar Sequence, IPS 1922).
-
-

7. La definizione di parsec

- La distanza delle stelle si misura in parsec
- Un parsec è la distanza alla quale si trova una stella per la quale l'angolo di parallasse dovuto al moto annuo della terra è uguale ad $1''$.
- $1 \text{ parsec} = 3,26 \text{ anni luce} = 3,086 \times 10^{13} \text{ Km}$.



8. *La magnitudine assoluta*

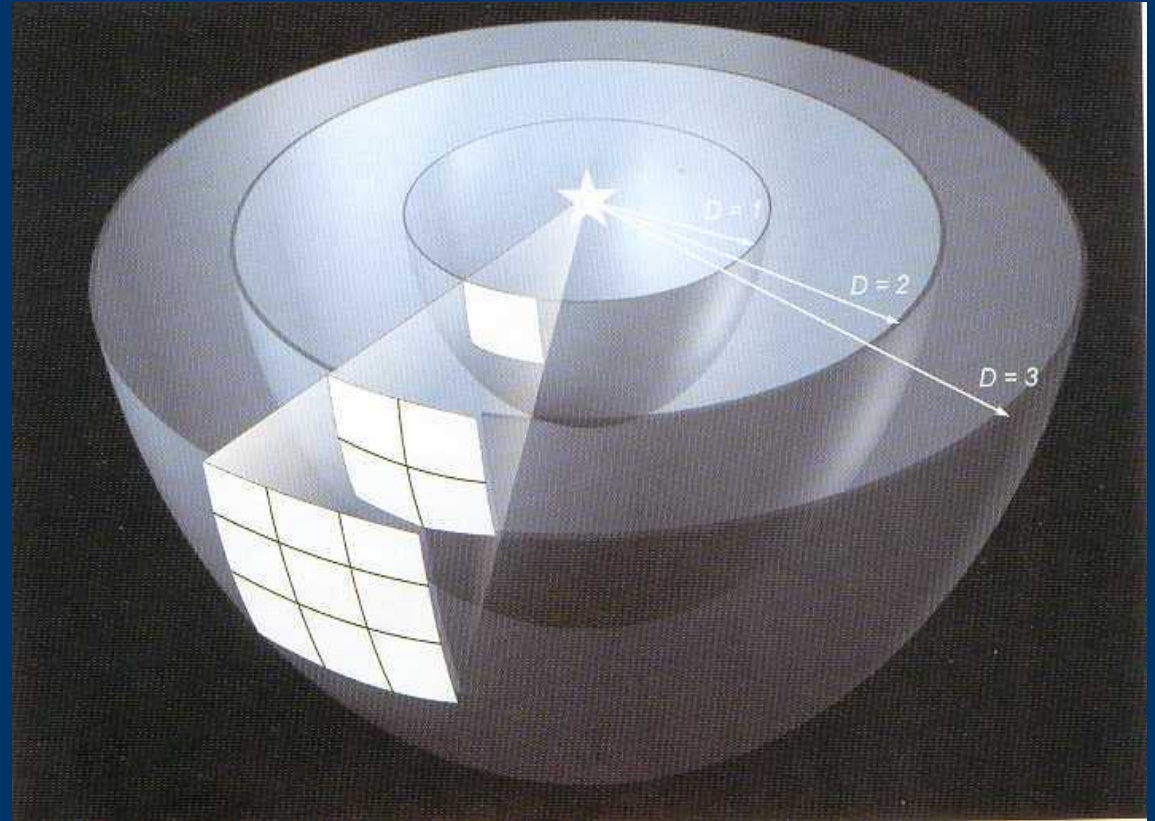
- La magnitudine apparente m dipende sia dalla luminosità intrinseca della stella sia dalla sua distanza d .
- Si definisce allora la magnitudine assoluta M come la magnitudine apparente che la stella avrebbe se si trovasse ad una distanza di 10 parsec.
- Con $m_0 = M$ e $d_0 = 10$ si ha:

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

9. *Magnitudini e distanze stellari*

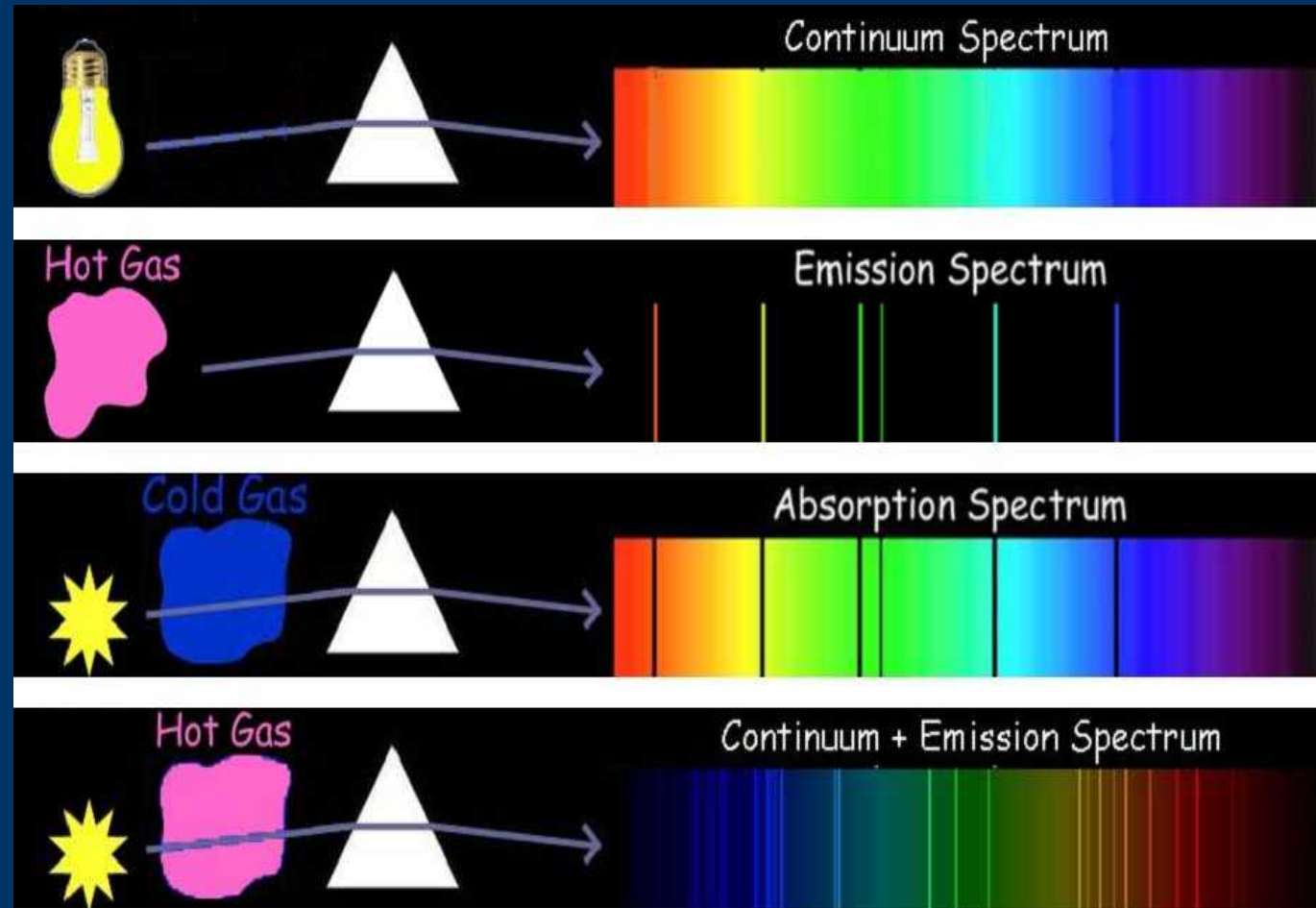
- Le magnitudini assoluta e apparente e la distanza di una stella sono legate dalla relazione:

$$d = 10^{\frac{m - M + 5}{5}}$$



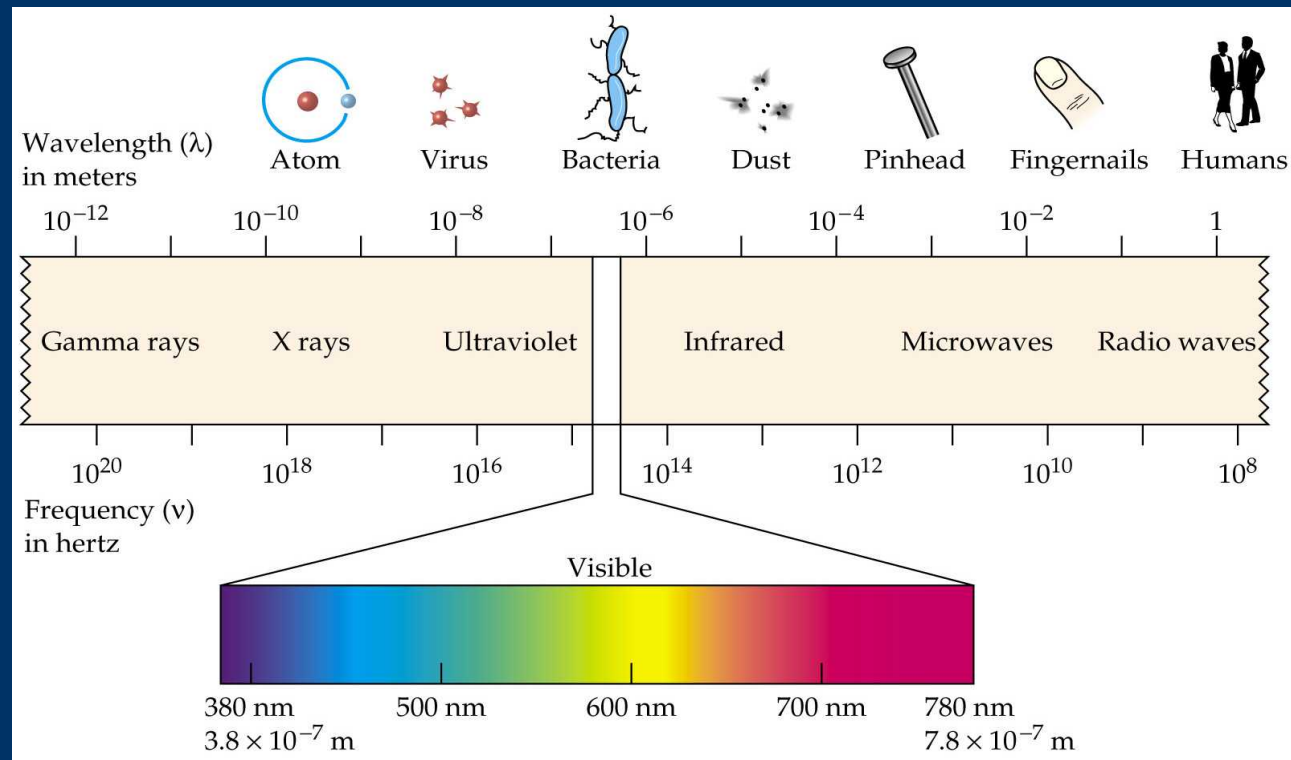
10. La dispersione della luce

- La luce bianca può essere scomposta nei suoi colori componenti per mezzo di un prisma o di un reticolo di diffrazione.



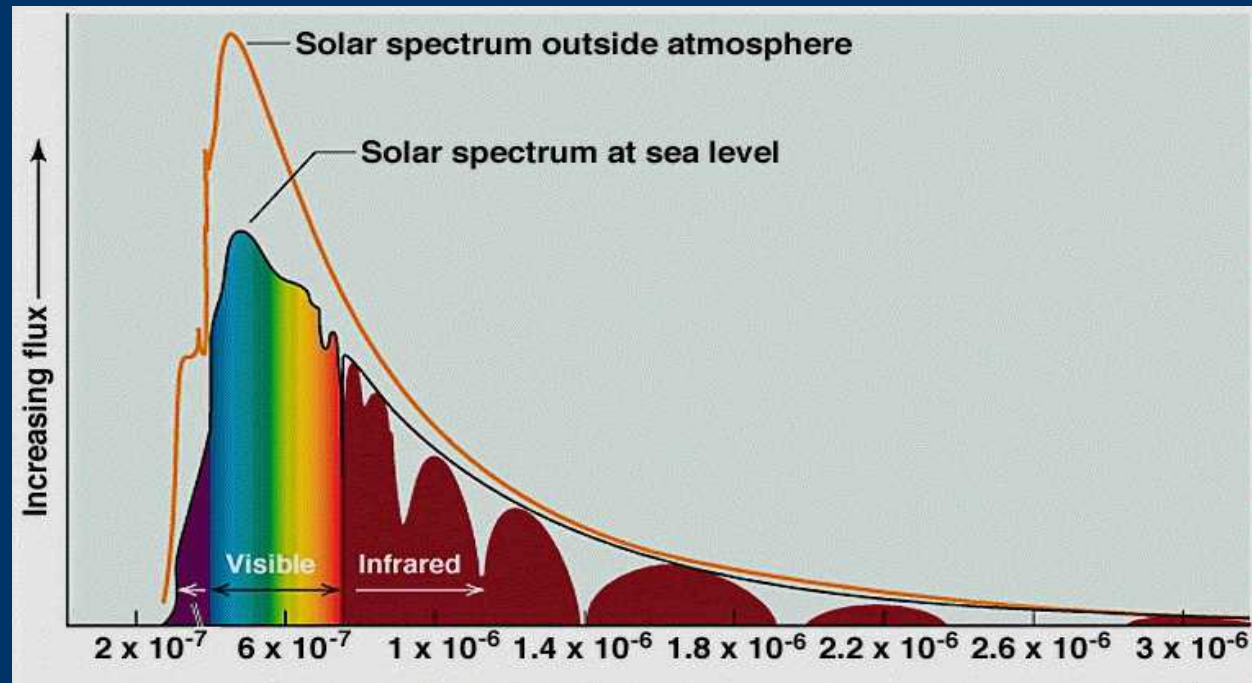
11. Lo spettro elettromagnetico

- Lo spettro della luce visibile è solo una parte dello spettro elettromagnetico.



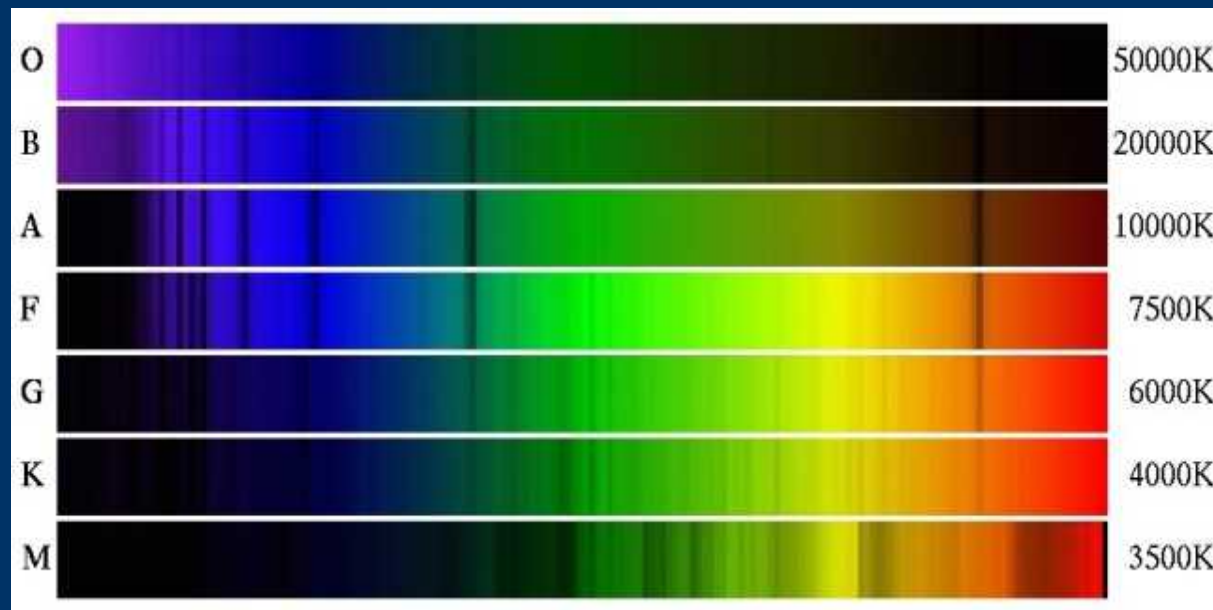
12. Lo spettro solare

- L'atmosfera terrestre assorbe parte della radiazione solare.



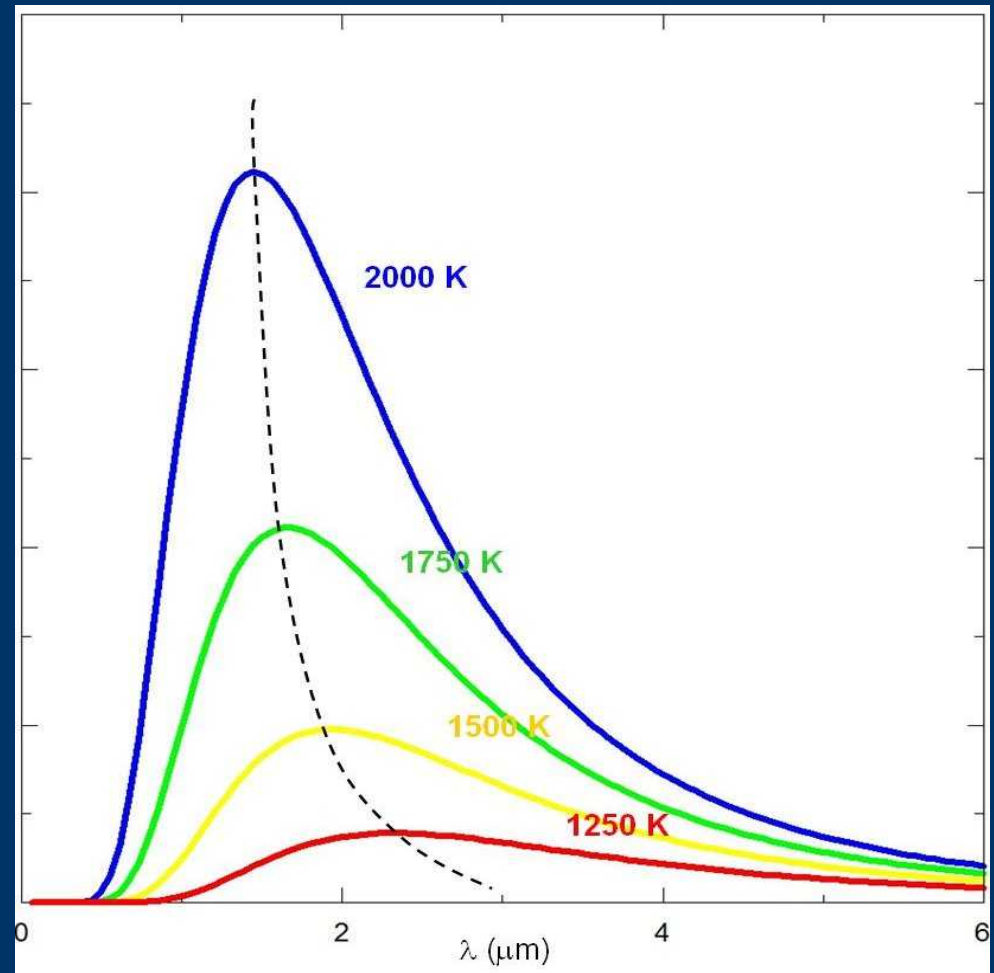
13. *Gli spettri stellari*

- A occhio nudo le stelle appaiono di colore diverso.
- Lo spettro della luce stellare si compone di una parte continua in emissione e di una parte discreta in assorbimento.



14. La legge di Wien

- Il picco di intensità dello spettro continuo si trova a frequenze diverse a seconda della temperatura:



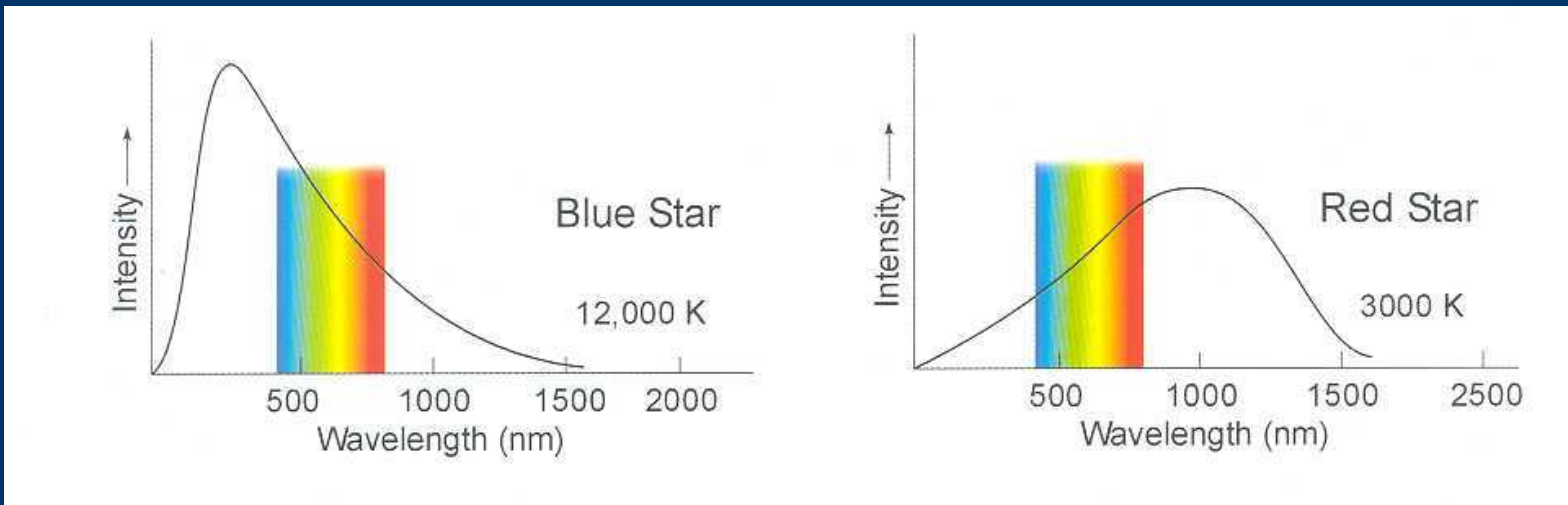
$$\lambda_{max} = \frac{k}{T}, \quad \text{con } k = 2,90 \cdot 10^6 \text{ nm} / \text{K}$$

15. Colore e temperatura

- Misurando la luminosità per mezzo di fotometri fotoelettrici standard e con l'interposizione di filtri calibrati su bande diverse si possono ottenere informazioni sulla temperatura.
 - Normalmente si usano i filtri U (nell'ultravioletto), B (nella zona blu dello spettro visibile), V (nella zona verde-gialla del visibile) e I (nell'infrarosso).
 - Si ottengono così le magnitudini apparenti indicate con m_U , m_B , m_V , m_I .
-
-

16. L'indice di colore

- Si definisce l'indice di colore:
- $$B - V = m_B - m_V$$
- B-V risulta maggiore per stelle fredde e minore per stelle calde.



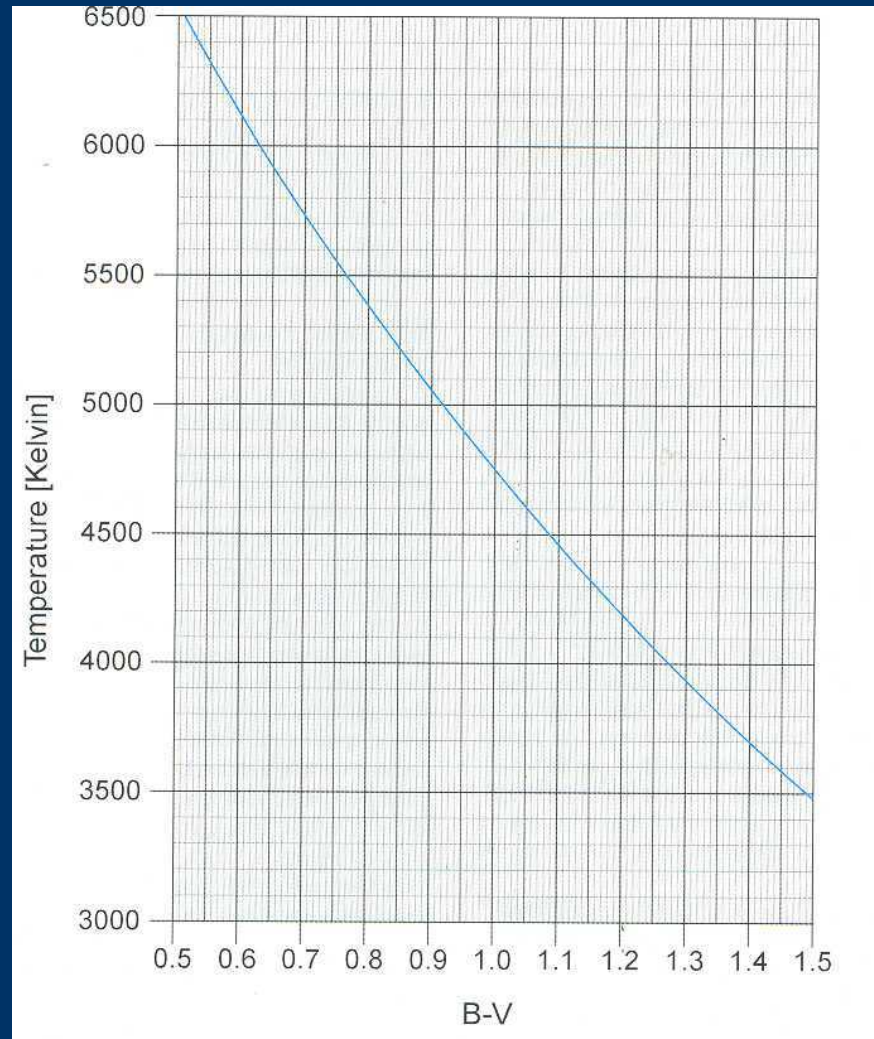
17. *Indice di colore e temperatura*

- La relazione matematica tra indice di colore B-V e temperatura superficiale di una stella è:

$$\log_{10}(T) = \frac{14,551 - (m_B - m_V)}{3,684}$$

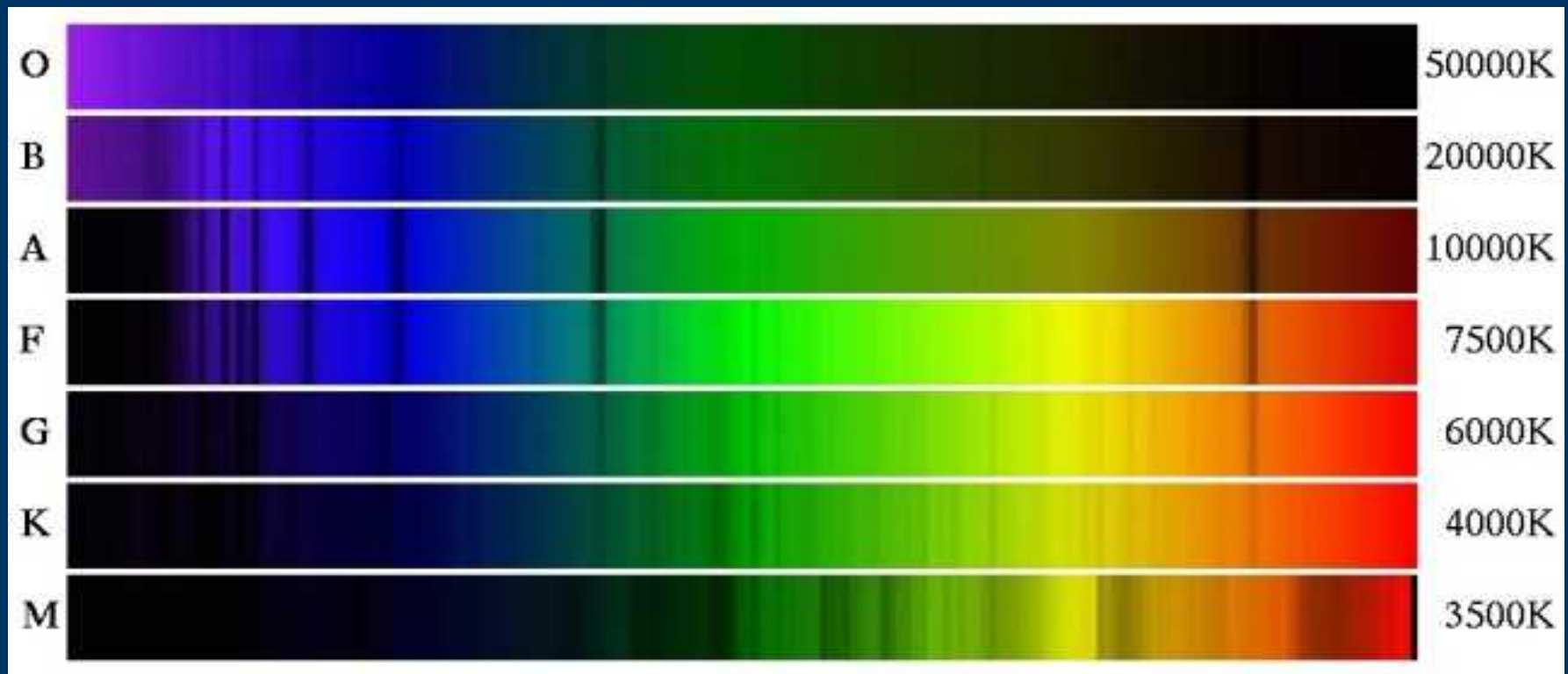
18. *Diagramma colore-temperatura*

- Rappresentazione grafica della relazione tra indice di colore e temperatura.



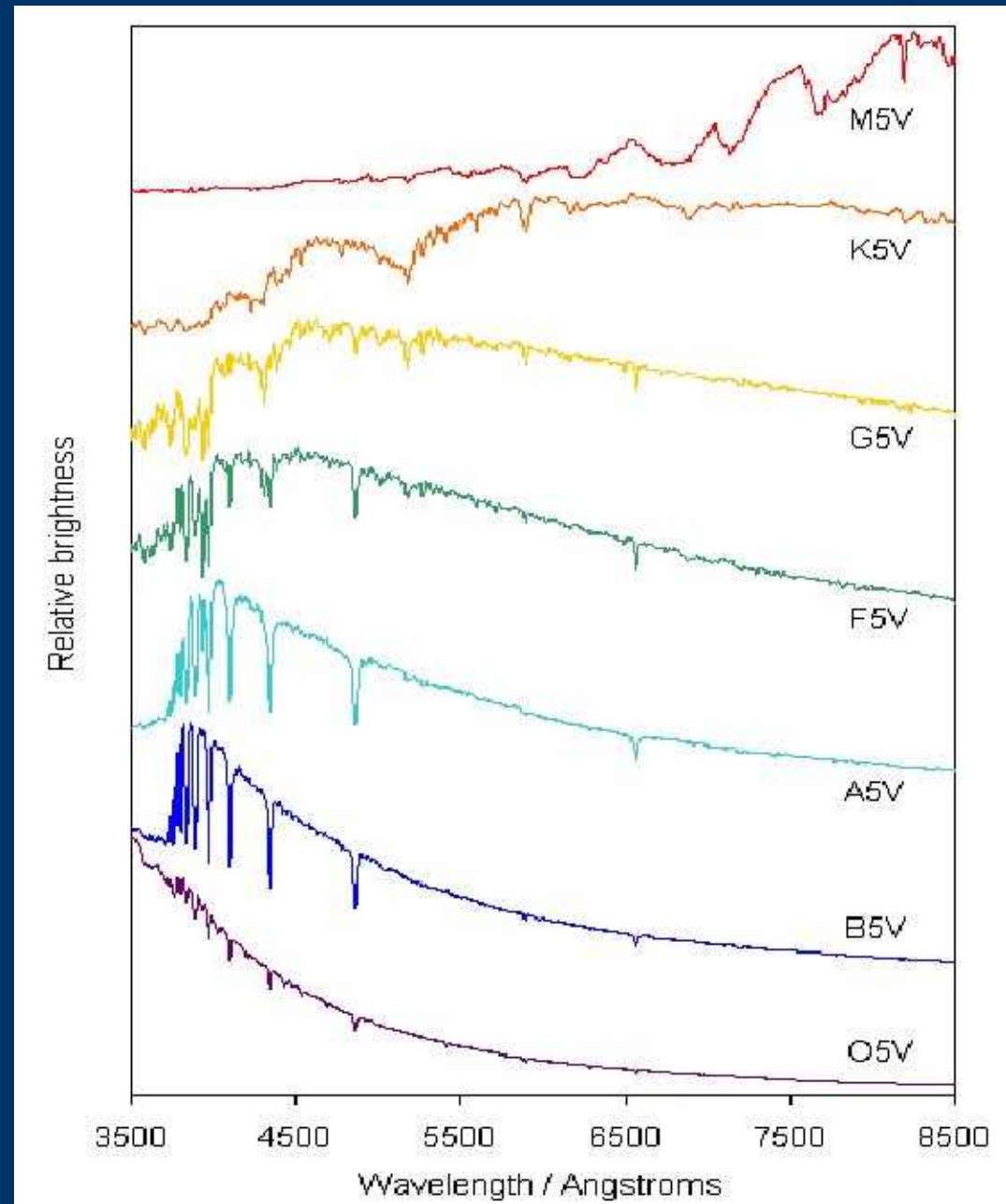
19. La classificazione spettrale

- Le stelle vengono classificate in tipi spettrali a seconda della loro temperatura e delle righe di assorbimento presenti nel loro spettro.



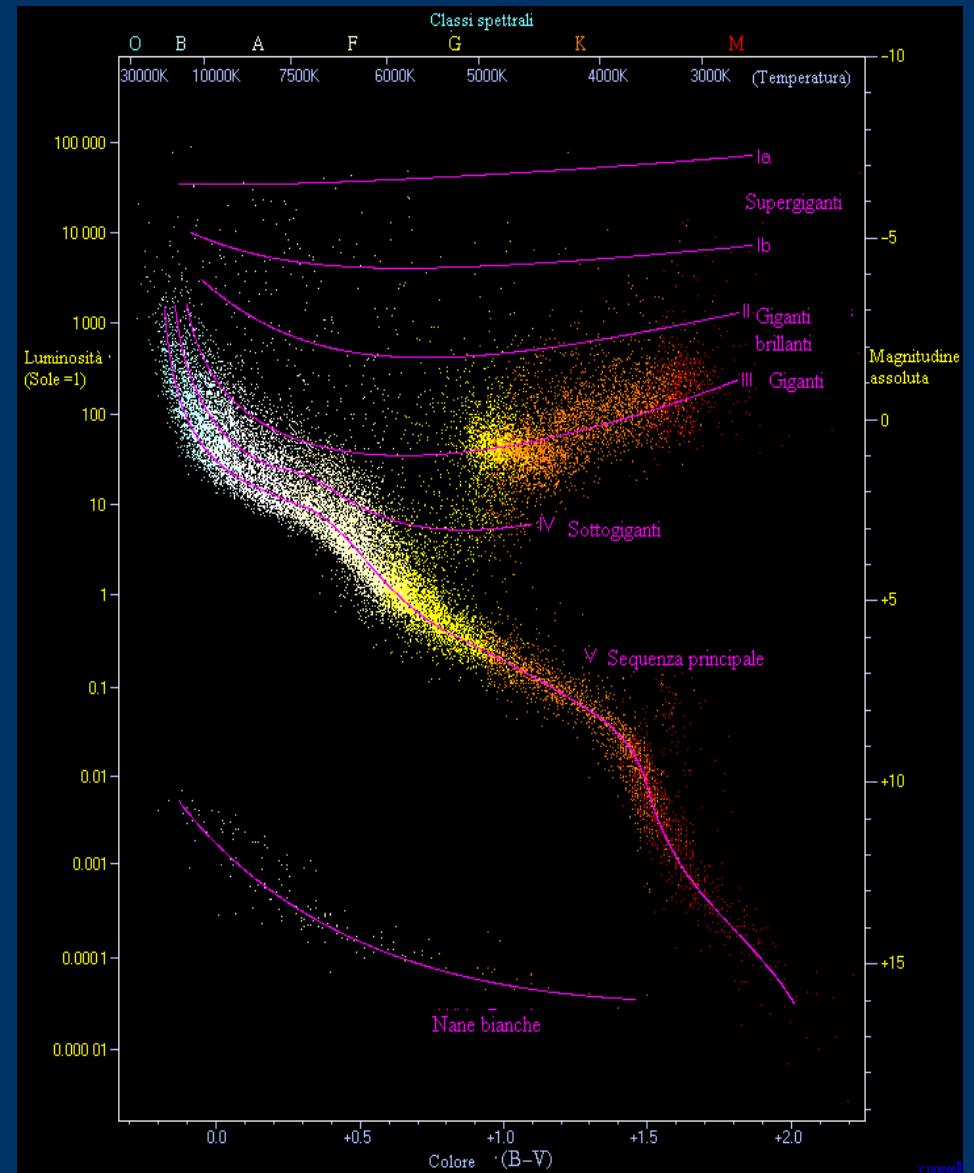
20. *Gli spettri delle stelle*

- Ad ogni tipo di stella corrisponde un andamento spettrale



21. Il diagramma H-R (Hertzsprung-Russell)

- Misurando la distanza delle 20000 stelle più vicine con il metodo della parallasse trigonometrica (i dati più recenti sono del satellite Hipparcos, 1989-1993, catalogo stellare del 1997) si è trovato che luminosità e temperatura delle stelle sono correlate.



22. La parallasse spettroscopica

- Dall'esame spettroscopico delle stelle più lontane, di cui non si riesce a misurare la distanza con il metodo della parallasse trigonometrica, se ne può conoscere la temperatura ed il tipo spettrale.
- Estrapolando ad esse il diagramma HR si è in grado di determinarne la magnitudine assoluta e quindi la distanza.



23. La legge di Stefan-Boltzmann

- La legge di S-B ed il diagramma H-R permettono di ottenere una stima del raggio delle stelle:

$$I = \sigma T^4 \quad \text{dove} \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4$$

24. *Le masse stellari*

- L'osservazione del moto delle stelle in sistemi binari (circa il 50% delle stelle appartengono a sistemi binari) permette di determinarne la massa.
- Per le stelle della sequenza principale vale la relazione empirica (in unità solari):
- Dal diagramma H-R è quindi possibile ottenere molte informazioni sulle proprietà delle stelle e per questo risulta fondamentale per lo studio della loro evoluzione.

$$L = M^{3,8}$$
