

U

O

L

F

I

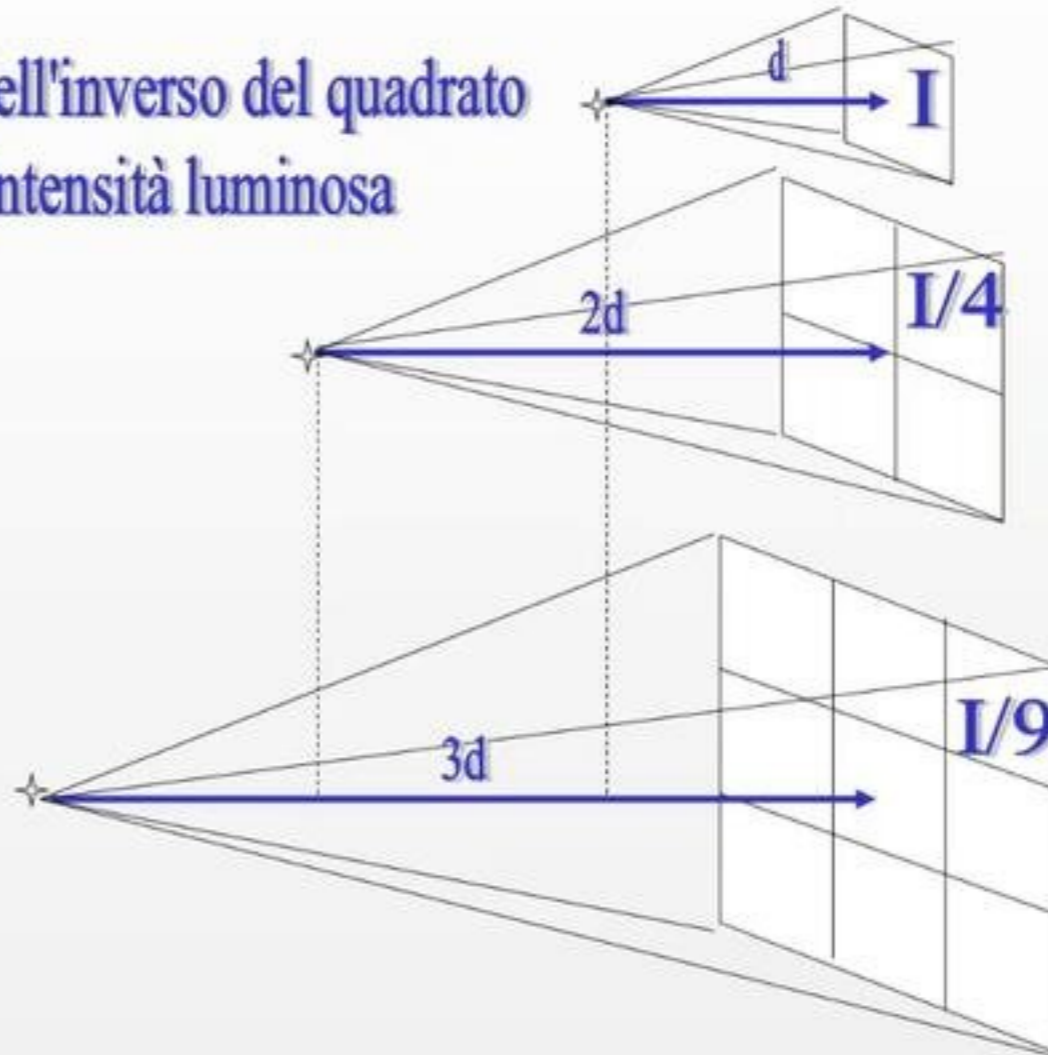
L



Nobody has shared their screen or turned on their camera yet

Impossibile visualizzare l'immagine.

La legge dell'inverso del quadrato dell'intensità luminosa



58

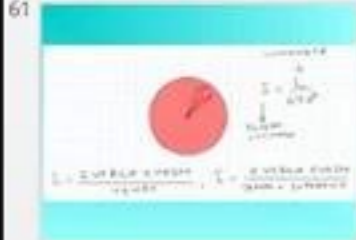
Capacità, gli oggetti luminosi convergono il rasoio.

- la risonanza longitudinale della velle
- la compressione classica della scena delle velle e delle giunche
- La velocità fluida destra e precisione
- la velocità di avvicinamento e allontanamento di velle e galleggianti rispetto a noi.

Questo caso sembra non facile... ma si fa il caso che la scienza da Orléans lo può sia spazialmente.

59

Quindi il primo problema che ci dobbiamo porre per ricavarci elementi di conoscenza della velle dalla loro che ci arriva è assoluta, e per prima cosa vediamo come si esprimono le grandezze costruite e la loro unità di misura.



62

Il = rappresenta anche l'angolo alla distanza di...
si = rappresenta anche l'angolo alla distanza di...
si = rappresenta anche l'angolo alla distanza di...

58

Esplorando gli spettri luminosi possiamo di sapere:

- la temperatura superficiale delle stelle
- la composizione chimica della materia delle stelle e delle galassie
- La condizione fisica (densità e pressione)
- la velocità di avvicinamento o allontanamento di stelle o galassie rispetto a noi.

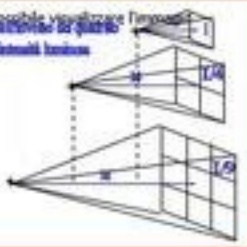
Demo così sembra non facile... ma si dà il caso che la Scienza di Galileo si può un quadrato...

59


Questo il primo problema che ci dobbiamo porre per ricreare elementi di conoscenza delle stelle dalla luce che ci arriva e misurarla, e per prima cosa vediamo come si esprimono le grandezze coinvolte e le loro unità di misura.

60

Impossibile visualizzare l'immagine dell'intensità luminosa



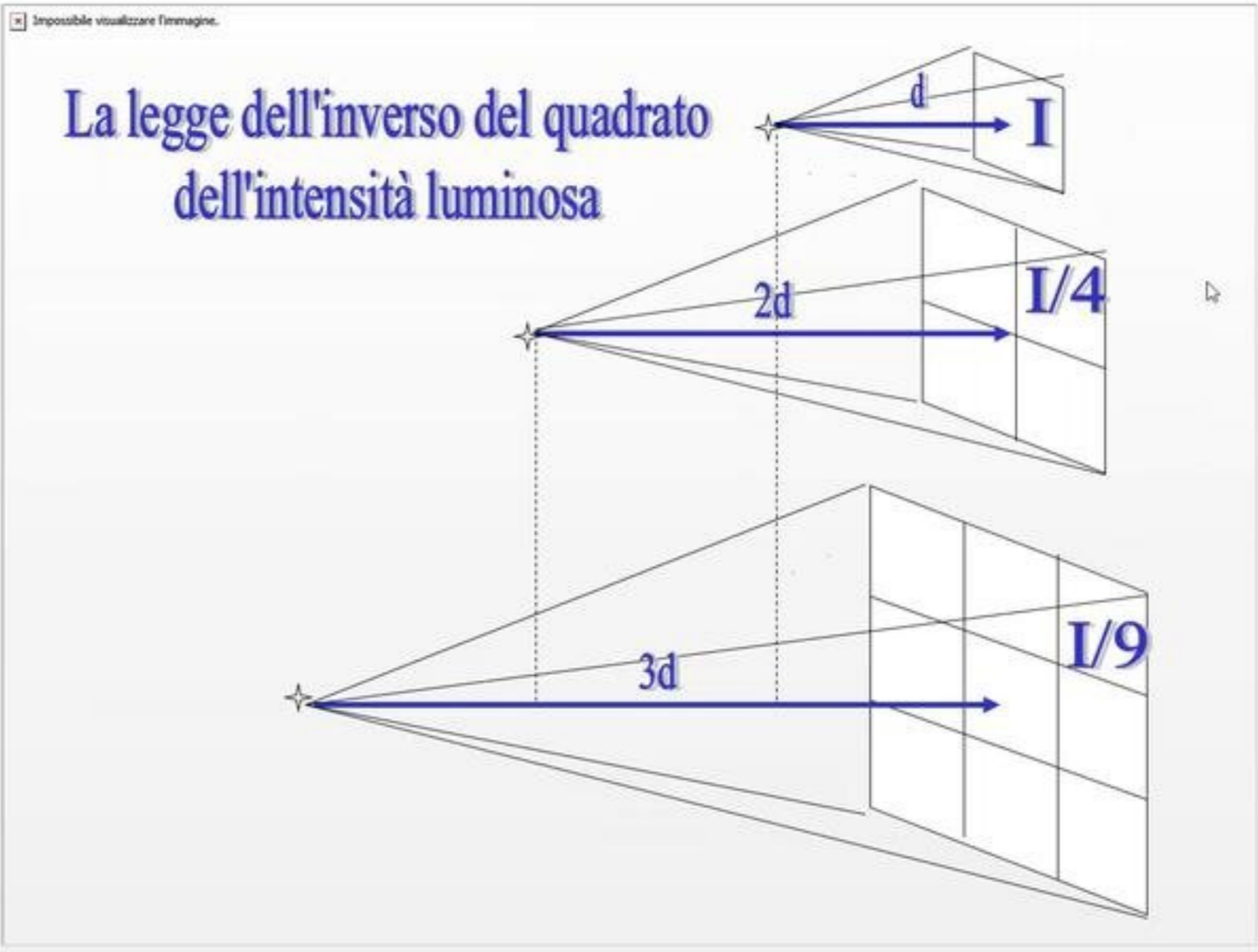
61



62

Il magnitudine assoluta (legge alla luminosità) si esprime in termini di energia di flusso e si misura con i Watt/m²

$m = -2,5 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$



FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Dall'inizio Dalla diapositiva corrente Presenta online Presentazione personalizzata

Imposta Nascondi Mostra controlli multimediali

Riproduci commenti audio Usa intervalli Mostra controlli multimediali

Monitor: Automatico

Visualizzazione Relatore

58 Esplorando, gli sperti fanno un censimento di...

- la temperatura effettiva delle stelle
- la composizione chimica della materia delle stelle e delle galassie
- Le condizioni fisiche (densità e pressione)
- la velocità di avvicinamento e allontanamento di stelle o galassie rispetto a noi.

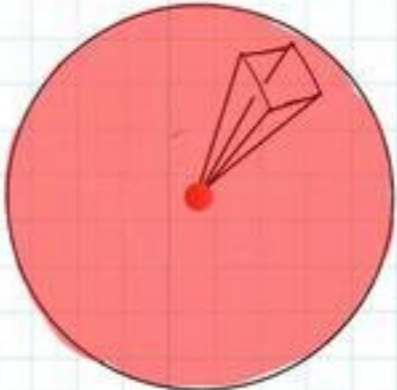
Demo: così sembra non facile... ma si dà il caso che la Scaletta di Oubler si può un quadrato...

59 Questi il primo problema che ci dobbiamo porre per ricavare elementi di conoscenza delle stelle dalla luce che ci arriva e misurarla, e per prima cosa vediamo come si esprimono le grandezze coinvolte e le loro unità di misura.

60 **Flusso luminoso** $I = \frac{L}{4\pi d^2}$

61 $L = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO}}$; $I = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO} \times \text{SUPERFICIE}}$

62 $I = \frac{L}{4\pi d^2}$



LUMINOSITÀ

↓

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

↓

FLUSSO LUMINOSO

$$L = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO}} ; I = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO} \times \text{SUPERFICIE}}$$

0:00:02

21:20

Diapositiva successiva

M = magnitudine assoluta (legata alla luminosità)
 m = magnitudine apparente (legata al flusso e misurata con i fotometri)

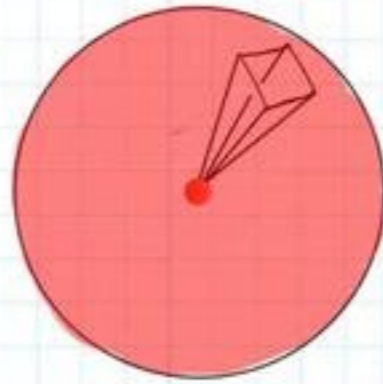
$$m - M = -2,5 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$M = -2,5 \log \left(\frac{I_{10}}{I_0} \right)$$

I_0 = FLUSSO A MAGNITUDINE 0 (STELLA DI RIFERIMENTO)

I_{10} = FLUSSO LUMINOSO DELLA STELLA PORTATO A 10 pc DI DISTANZA.

Nessuna nota.



LUMINOSITÀ



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

↓
FLUSSO LUMINOSO

$$L = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO}} ; I = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO} \times \text{SUPERFICIE}}$$



Diapositiva 61 di 99

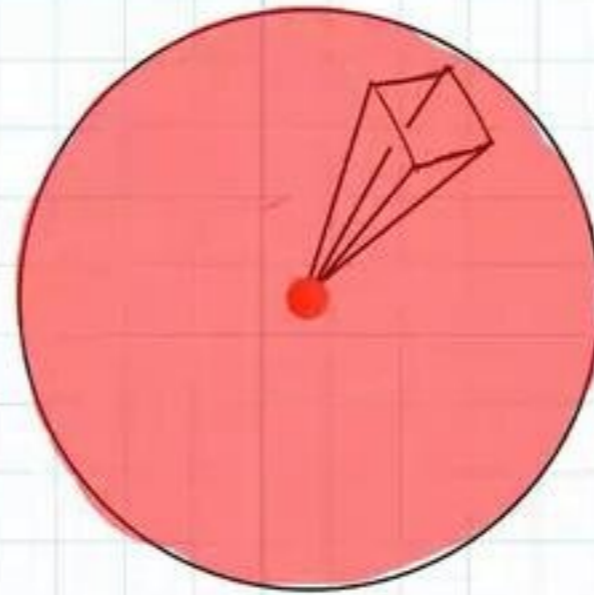


app.goto.com sta condividendo il tuo schermo.

Interrompi condivisione

Nascondi

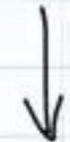
A A



LUMINOSITÀ



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



FLUSSO
LUMINOSO

$$L = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO}} ; I = \frac{\text{ENERGIA EMESSA}}{\text{TEMPO} \times \text{SUPERFICIE}}$$

M = magnitudine assoluta (legata alla luminosità)

m = magnitudine apparente (legata al flusso e
misurata con i fotometri)

$$m = -2,5 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$M = -2,5 \log \left(\frac{I_{10}}{I_0} \right)$$

I_0 = FLUSSO A MAGNITUDINE 0 (STELLA
D' RIFERIMENTO)

I_{10} = FLUSSO LUMINOSO DELLA STELLA
PORTATA A 10 pc DI DISTANZA.

Relazione tra M , m e la distanza d

FORMULA DI POGSON

(LEGGE DELL'INVERSO DEL QUADRATO)
IN SCALA LOGARITMICA

$$M - m = 5 - 5 \log d$$

Come contare la luce

- Metodi ottici visuali e fotografici (per confronto con una sorgente nota tarata)
- Metodi termoelettrici: il bolometro
- Metodi fotoelettrici (utilizzando l'effetto fotoelettrico di A. Einstein)

Come contare la luce

- Metodi ottici visuali e fotografici (per confronto con una sorgente nota tarata)
- Metodi termoelettrici: il bolometro
- Metodi fotoelettrici (utilizzando l'effetto fotoelettrico di A. Einstein)

61



62

$M = -2,5 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$
 $m = -2,5 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

63

Relazione tra M, m e la distanza d

FORMULA DI POGSON
 (LEGE DEL INVERSO DEL QUADRATO)
 IN SCALA LOGARITMICA

$$M - m = 5 - 5 \log d$$

64

Come contare la luce

- Metodi ottici visuali e fotografici (per confronto con una sorgente nota tarata)
- Metodi termoelettrici: il bolometro
- Metodi fotoelettrici (utilizzando l'effetto fotoelettrico di A. Einstein)

65





26

27

28

29

30

Parallasse trigonometrica

$$d = \frac{2R}{\text{sen}\alpha} \cdot \text{sen}(\alpha + \beta) \approx \frac{2R}{\text{sen}\alpha} \cdot \text{sen}\beta$$

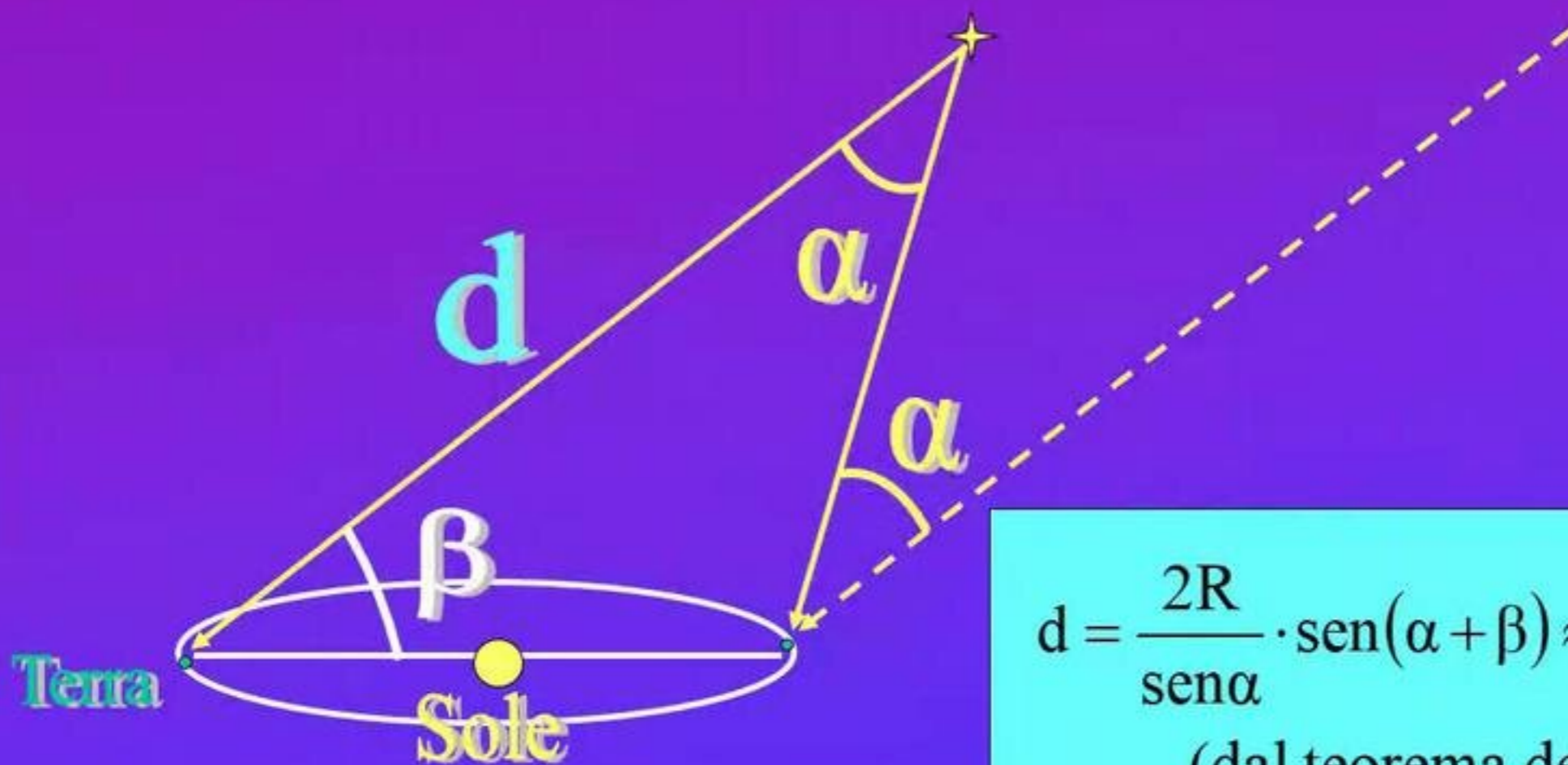
(dal teorema dei seni)

d = distanza della stella

R = distanza Terra - Sole



Parallasse trigonometrica



$$d = \frac{2R}{\text{sen}\alpha} \cdot \text{sen}(\alpha + \beta) \approx \frac{2R}{\text{sen}\alpha} \cdot \text{sen}\beta$$

(dal teorema dei seni)

d = distanza della stella

$2R$ = distanza Terra - Sole

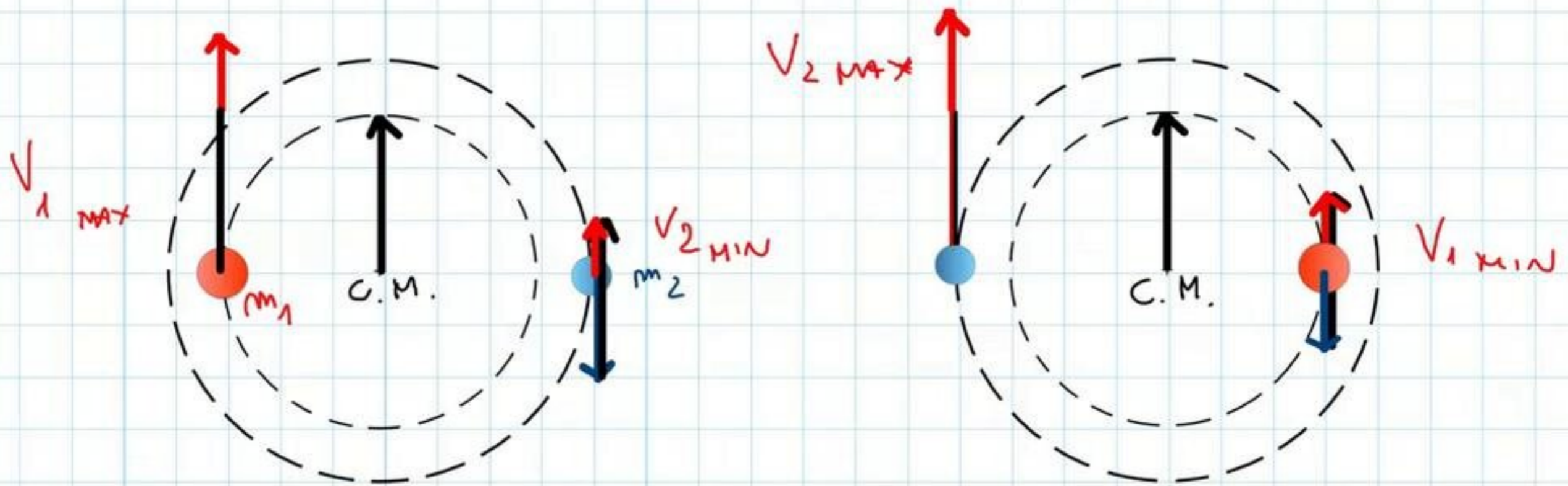
$$\alpha = R_{\alpha} \approx d \cdot \frac{1}{206265} = 1 \text{ U.A.} \approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ Km}$$

$$d = 1,5 \cdot 10^8 \text{ Km} \times 206265 = 1 \text{ pc} \\ (\text{1 PARSEC})$$

$$\underline{1 \text{ pc} \approx 3,1 \cdot 10^{13} \text{ Km} \approx 3,26 \text{ a.l.}}$$

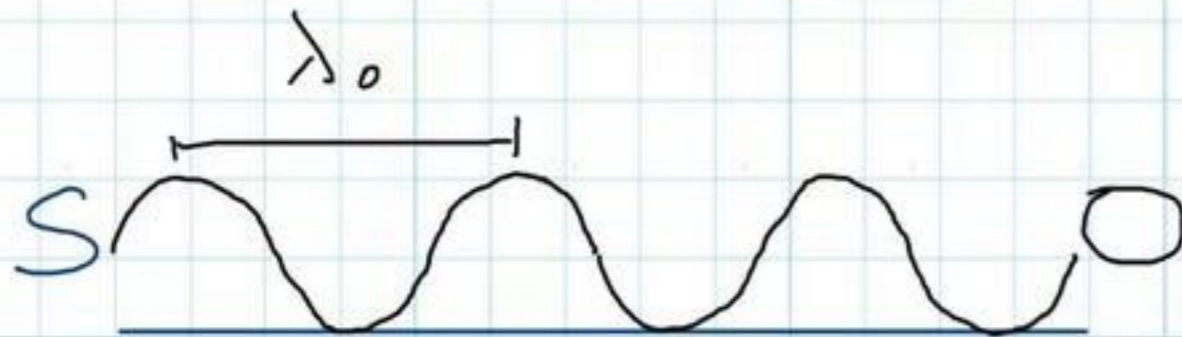
$$\underline{1 \text{ a.l.} = 3,15 \cdot 10^7 \cdot 3 \cdot 10^5 \frac{\text{Km}}{\text{s}} \approx 9,5 \cdot 10^{12} \text{ Km}}$$

Parallasse dinamica (si applica alle stelle doppie)

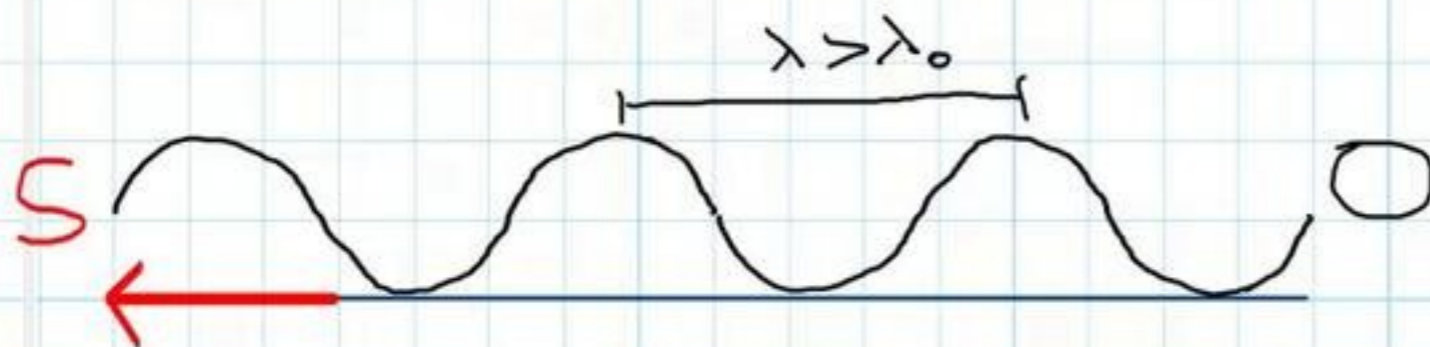


Da misura dello spostamento Doppler delle righe delle stelle si ricavano le velocità relative massime e minime delle due stelle.

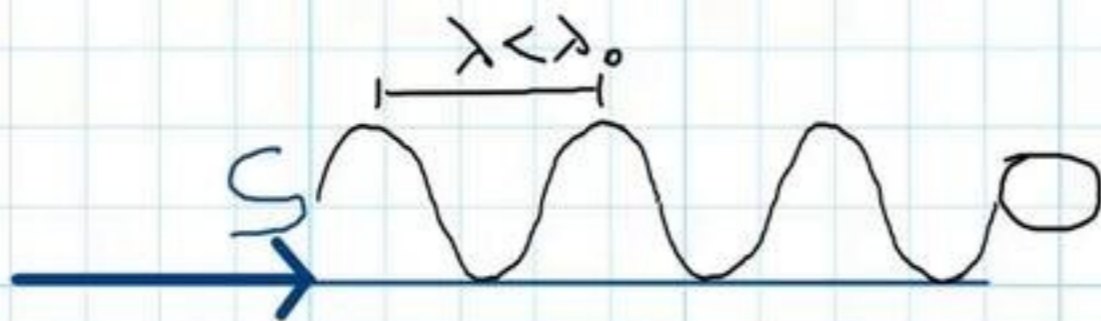
Effetto Doppler



Sorgente in
quiete

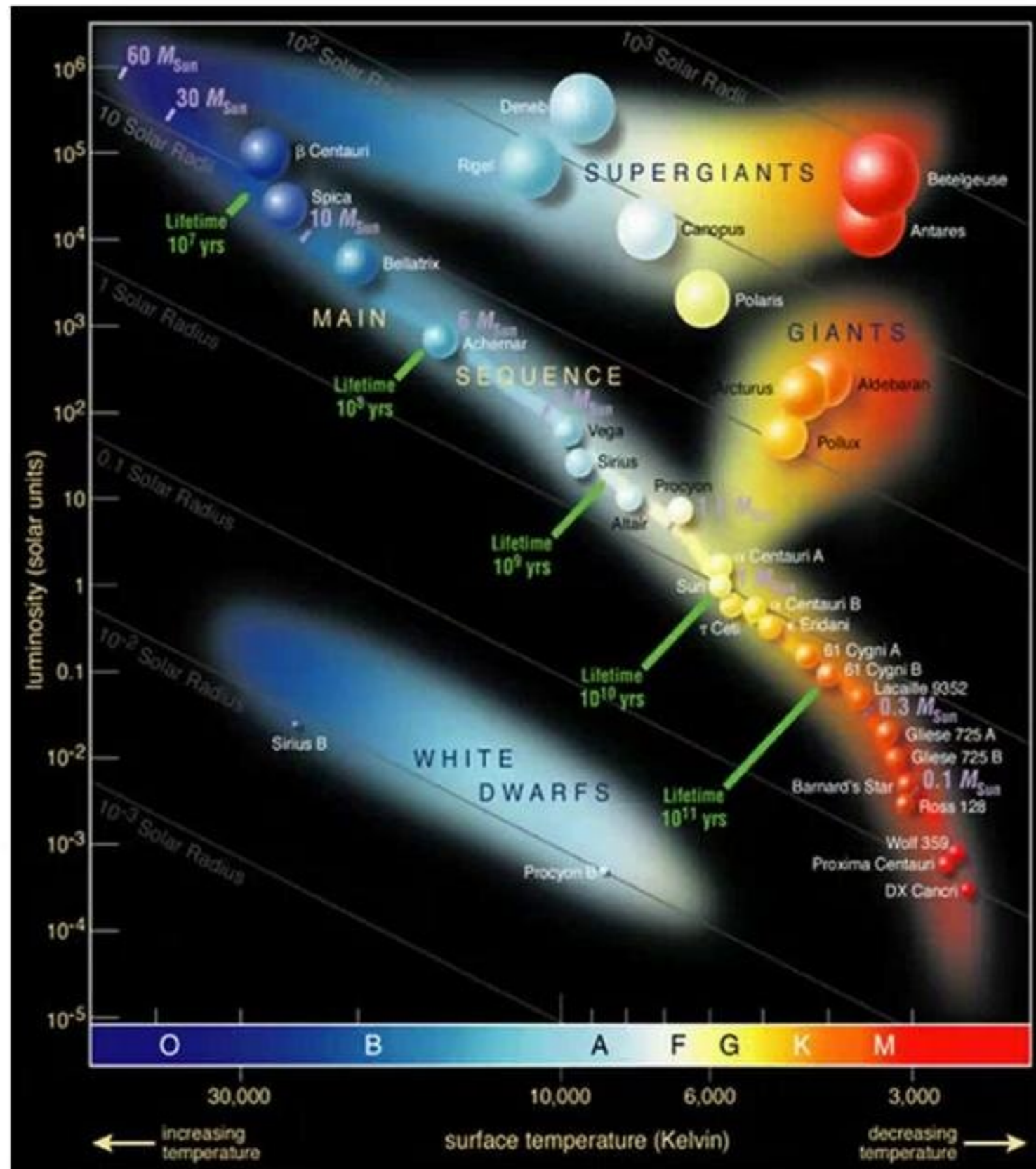


Sorgente in
allontanamento
(redshift)



Sorgente in
avvicinamento
(blueshift)

Il diagramma H. - R.



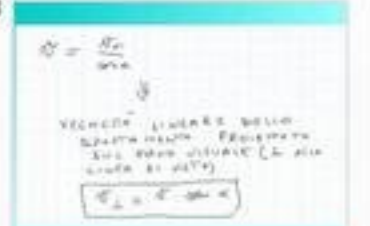
FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Dall'inizio Dalla diapositiva corrente Presenta online Presentazione personalizzata Imposta Nascondi presentazione diapositiva Prova intervalli Registrazione presentazione Imposta

Riproduci commenti audio
 Usa intervalli
 Mostra controlli multimediali

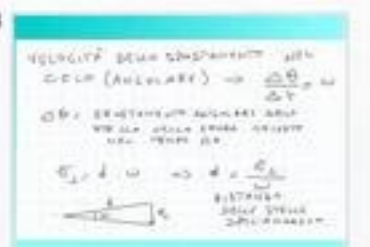
Monitor: Automatico
 Visualizzazione Relatore

43



VELOCITÀ LINEARE DELLA SPINNALE PRESSIONE SUL MANO USUALE (L. ALI LINEA DI METO)

44



VELOCITÀ DELLA SPINNALE CON CULO (ANGOLARE) $\rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{r}$

45

Il metodo della "candele campione"

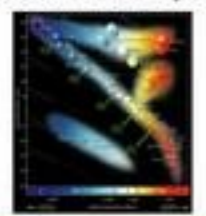
Dalle osservazioni si possono riconoscere oggetti di cui si può ricavare la magnitudine assoluta M da relazioni teoriche o inferenze statistiche.

Da misure fotometriche si può ottenere la magnitudine apparente.

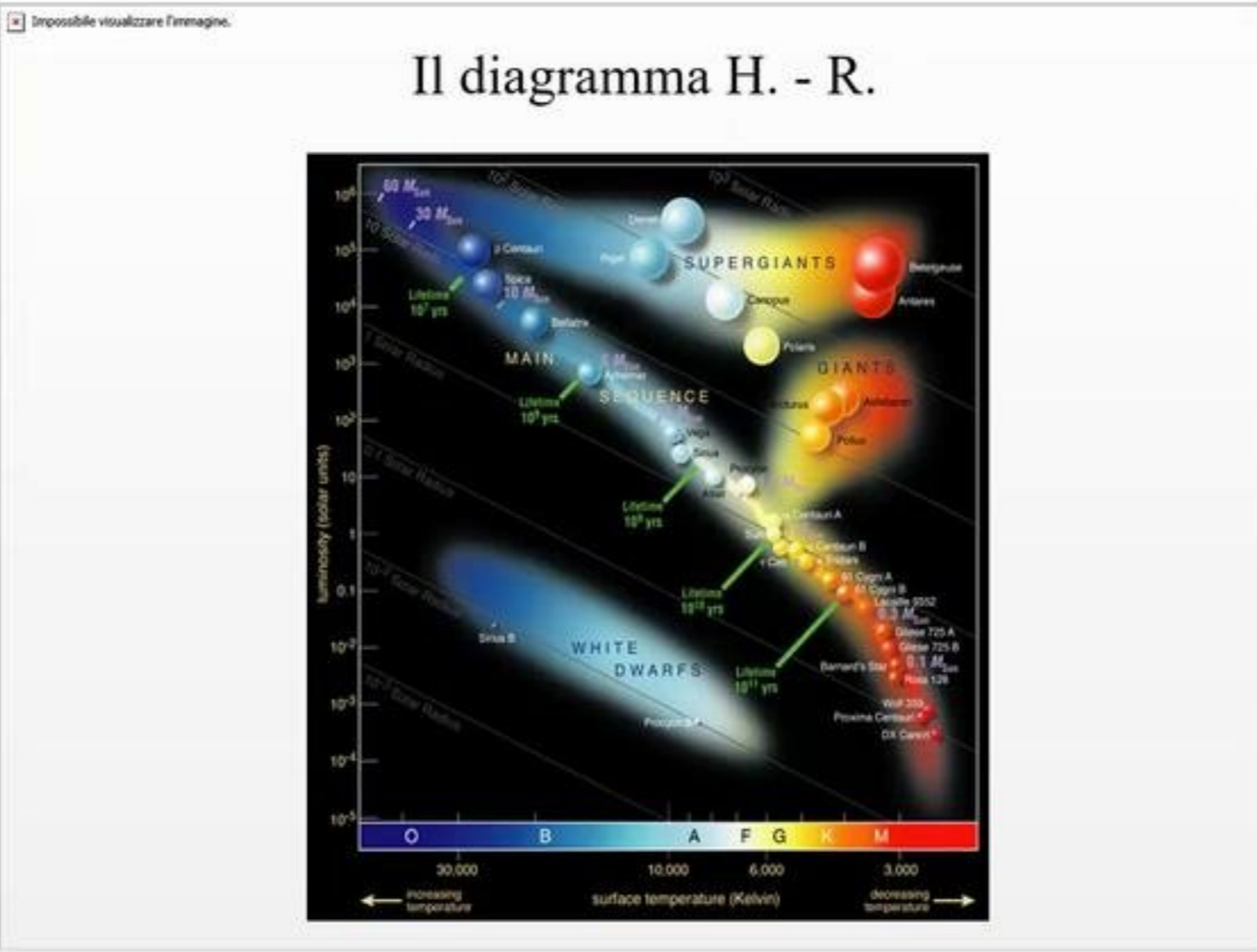
Quindi mediante la formula di Pogson si ricava la distanza: $M - m = 5 - 5 \log d$

46

Impossibile visualizzare l'immagine.



47



Fare clic per inserire le note

Come contare la luce

- Metodi ottici visuali e fotografici (per confronto con una sorgente nota tarata)
- Metodi termoelettrici: il bolometro
- Metodi fotoelettrici (utilizzando l'effetto fotoelettrico di A. Einstein)

61



62

$M =$ magnitudine visibile (legge di Lambert)
 $m =$ magnitudine apparente (legge di Bessel e relazione con il flusso)

$$m - M = -2.5 \log\left(\frac{F}{F_0}\right)$$

$$M - m = 5 - 5 \log d$$

63

Relazione tra M , m e la distanza d

FORMULA DI POGSON
 (LEGE DEL INVERSO DEL QUADRATO)
 IN SENSO CARATTERISTICO

$$M - m = 5 - 5 \log d$$

64

Come contare la luce

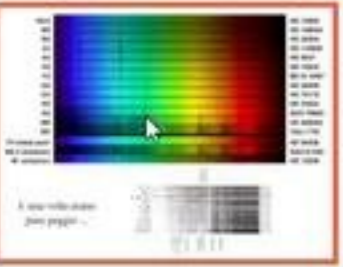
- Metodi ottici visuali e fotografici (per confronto con una sorgente nota tarata)
- Metodi termoelettrici: il bolometro
- Metodi fotoelettrici (utilizzando l'effetto fotoelettrico di A. Einstein)

65



Dall'indice di colore alla temperatura

Per trovare la temperatura tangibile dedotta dalla curva di Planck, ma come si fa se gli spetti stellari sono una roba di questo genere?



Oggi con i sistemi fotometrici si possono usare gli indici di colore per trovare la "temperatura di colore". Infatti ...

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = 2.5 \log \frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_2}} = 2.5 \log \left(\frac{B_{\lambda_1}}{B_{\lambda_2}} \right)$$

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = 2.5 \log \left(\frac{e^{-hc/\lambda_1 kT}}{e^{-hc/\lambda_2 kT}} \right) = 2.5 \log \left(e^{-hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right)$$

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = -2.5 \log \left(e^{-hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right) = 2.5 \log \left(e^{hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right)$$

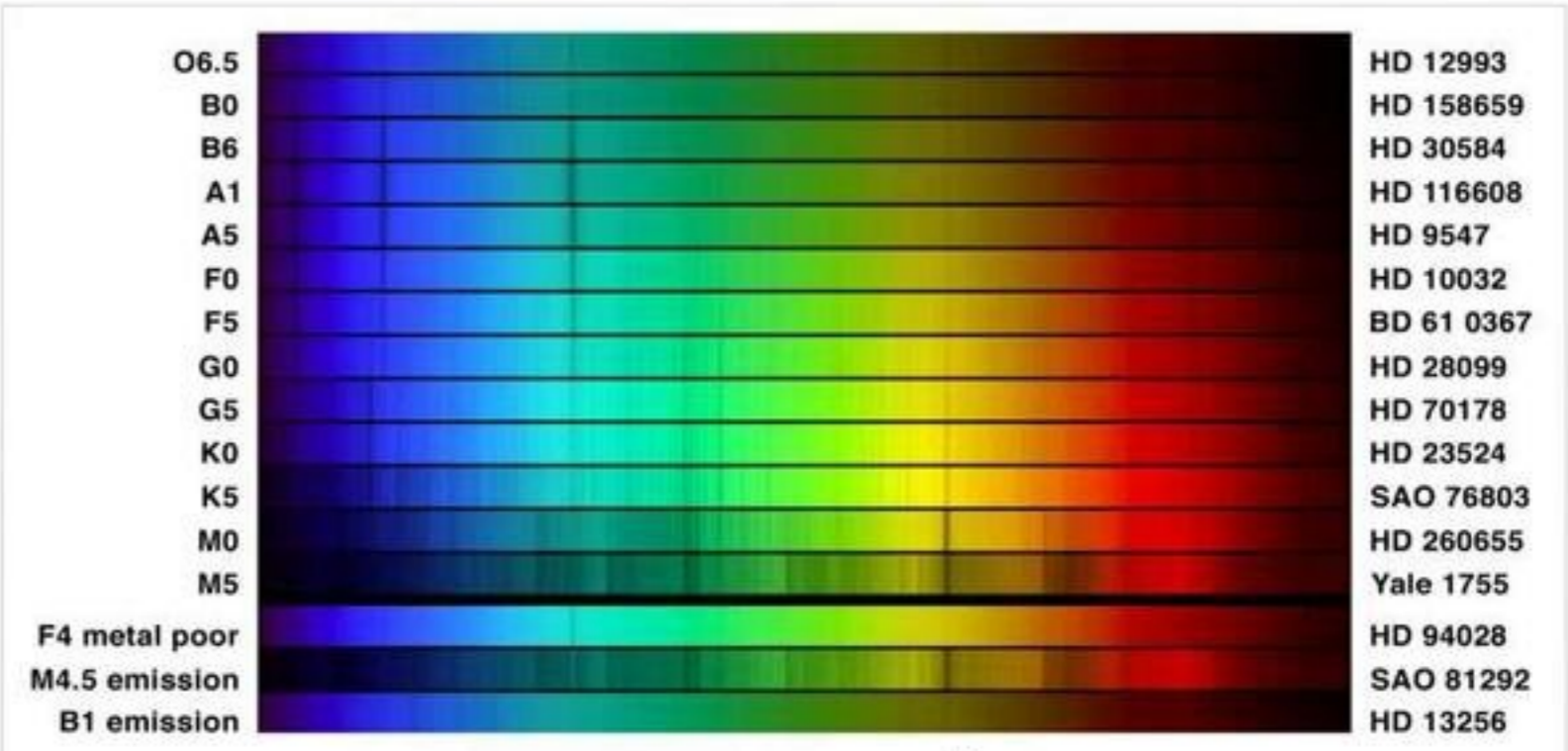
Adesso la temperatura apparente è applicabile la formula di Planck sempre il risultato di divisione

$$B_{\lambda}(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

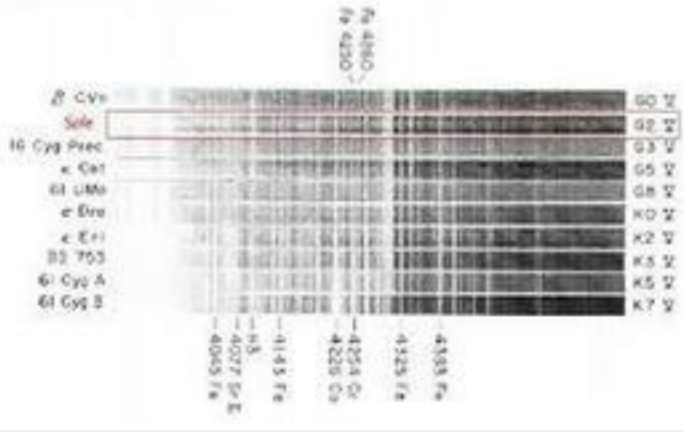
Il diagramma di Planck che espone lo spettro della radianza superficiale della stella in funzione della lunghezza d'onda, sopra che ...

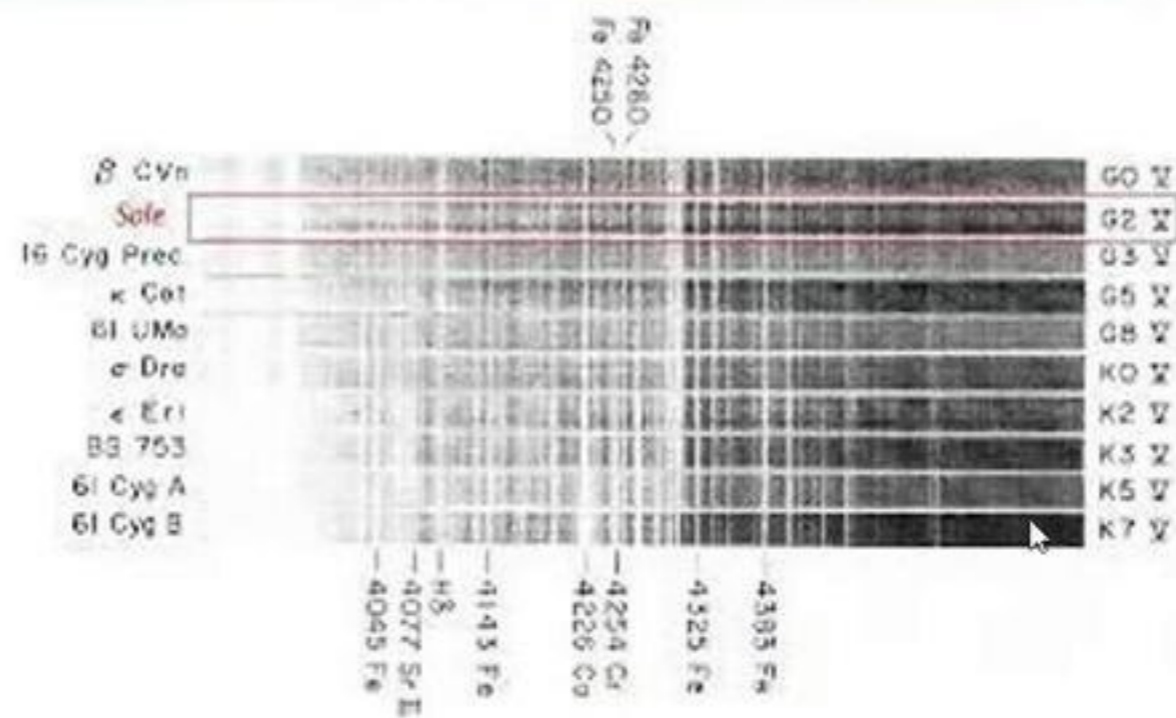
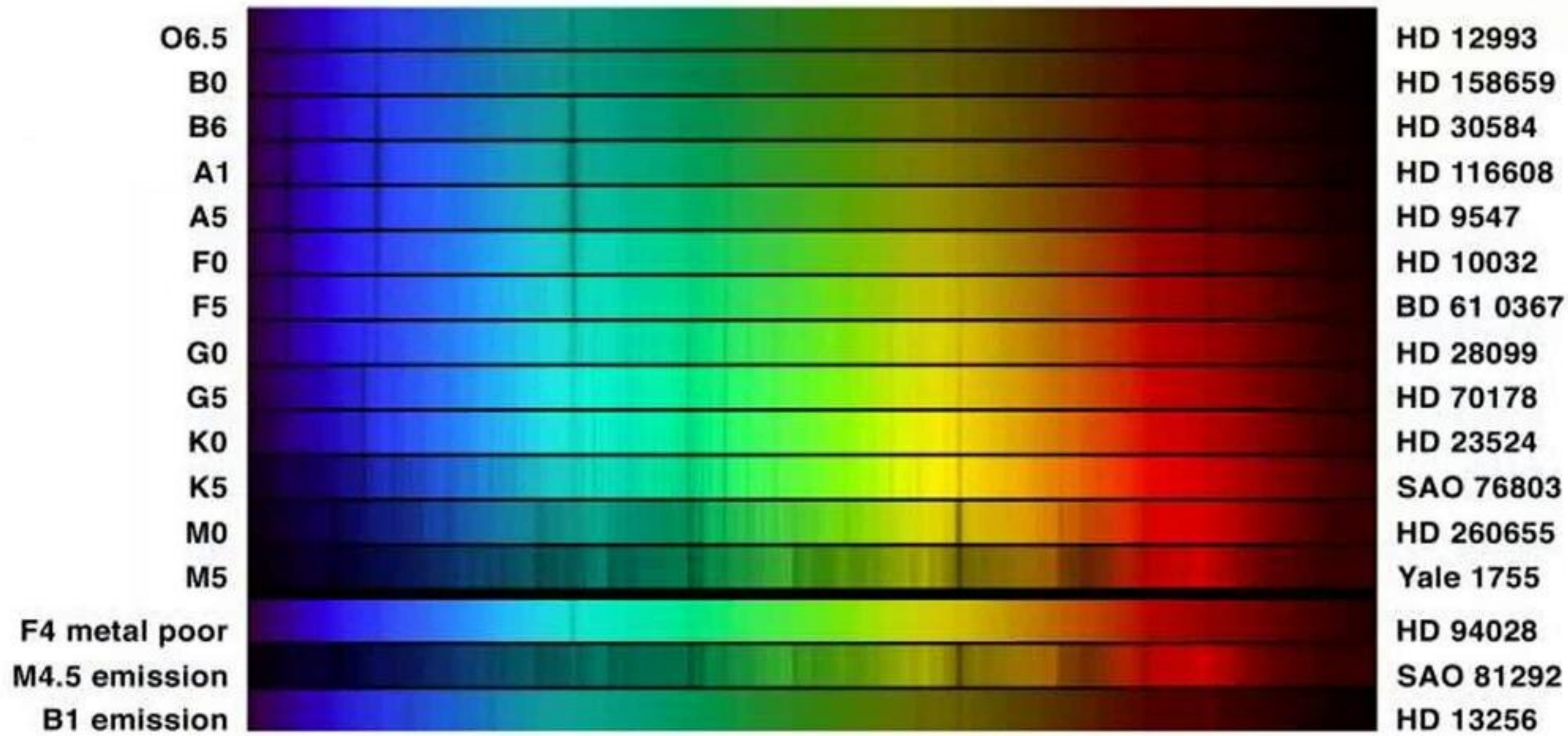
83

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = 2.5 \log \left(\frac{B_{\lambda_1}}{B_{\lambda_2}} \right) = 2.5 \log \left(\frac{e^{-hc/\lambda_1 kT}}{e^{-hc/\lambda_2 kT}} \right) = 2.5 \log \left(e^{-hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right)$$

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = -2.5 \log \left(e^{-hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right) = 2.5 \log \left(e^{hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) / kT} \right)$$


E una volta erano pure peggio ...





E una volta erano
pure peggio ...

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Dall'inizio Dalla diapositiva corrente Presenta online Presentazione personalizzata Imposta Nascondi presentazione diapositiva Prova intervalli Registrazione presentazione Imposta

Riproduci commenti audio Usa intervalli Mostra controlli multimediali Monitor: Automatico Visualizzazione Relatore Monitor

50 Curva di luce di una variabile Cefeide classica



51 Delta Cephei



52 La stella variabile Delta Cephei e la misurazione dell'età

- Il periodo di luminosità P della stella è direttamente proporzionale al suo periodo di vita T (tempo di vita medio).
- Il periodo di luminosità P della stella è direttamente proporzionale al suo periodo di vita T (tempo di vita medio).
- Il periodo di luminosità P della stella è direttamente proporzionale al suo periodo di vita T (tempo di vita medio).

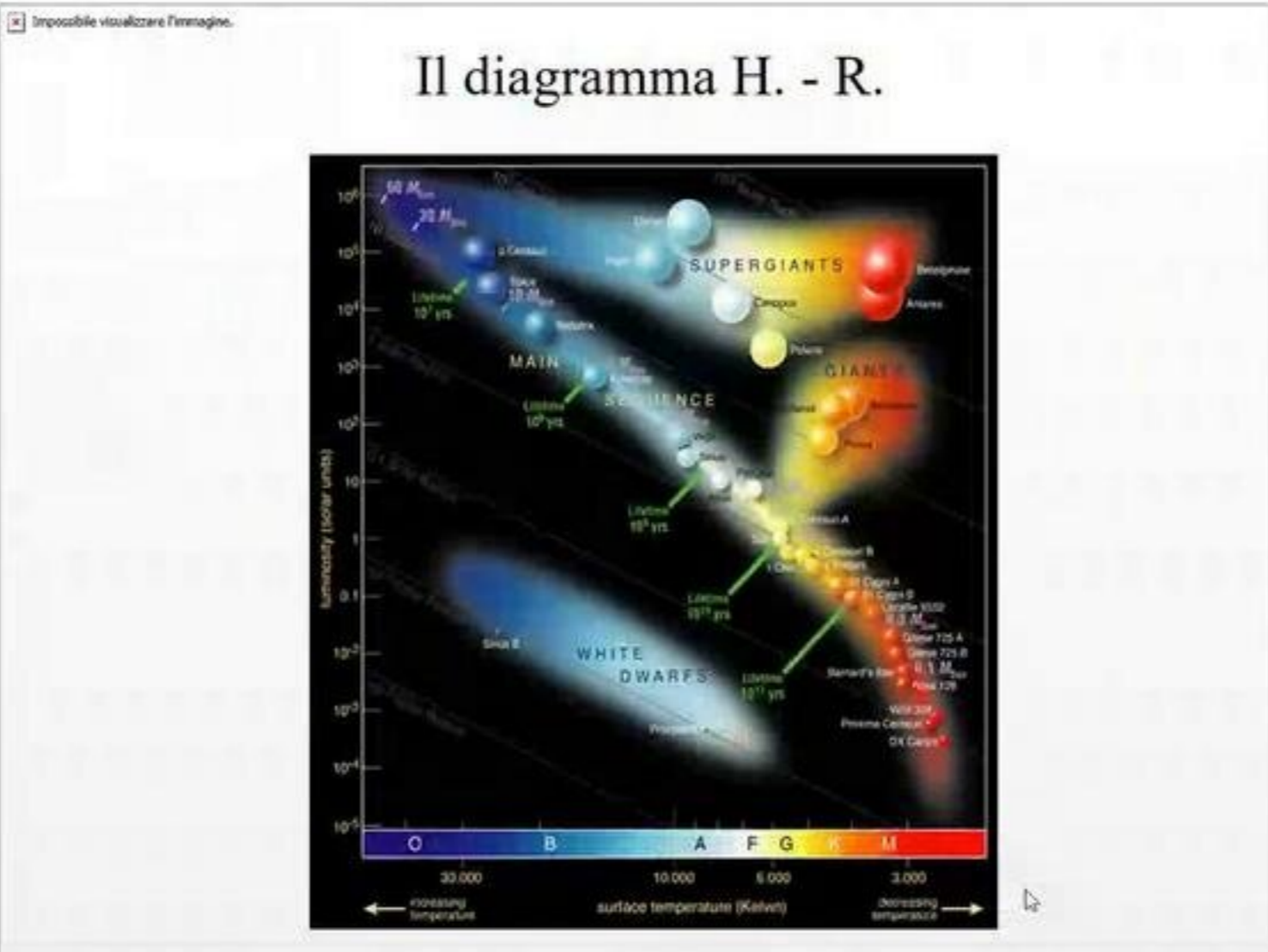
53 Relazione periodo - luminosità (P - M)



54 Energia di relazione tra magnitudine assoluta e periodo di una stella classica di popolazione I

$M \sim 2.0 \log T - 1.71$

Foto: M. La Parola, con dati di luminosità



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

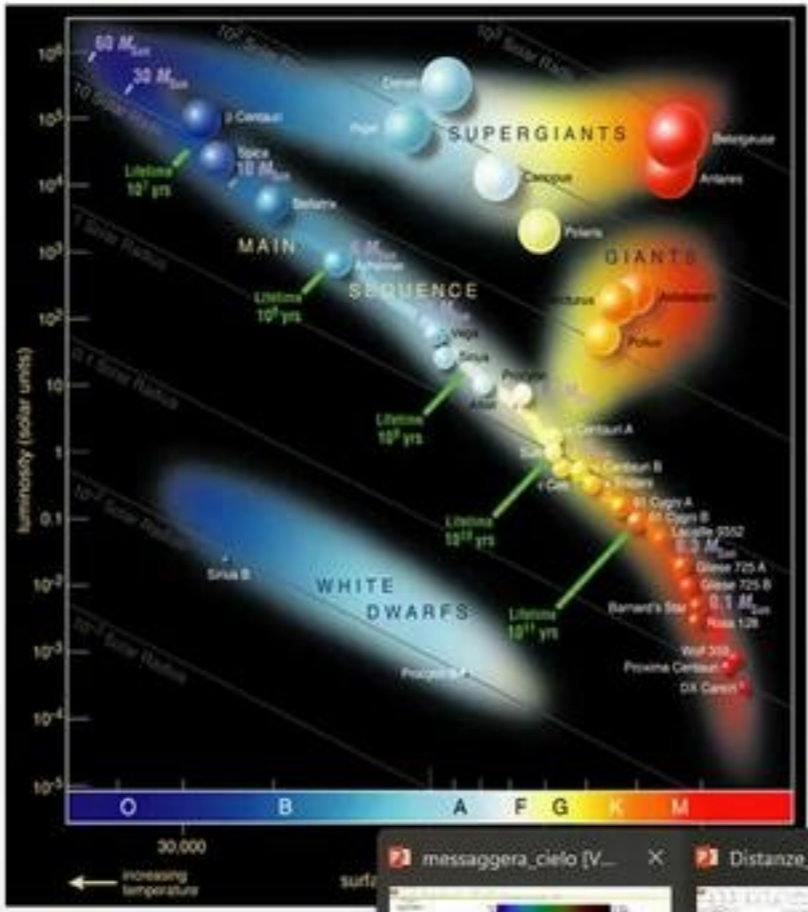
Dall'inizio Dalla diapositiva corrente Presenta online Presentazione personalizzata Imposta Nascondi presentazione diapositiva Prova intervalli Registrazione presentazione Imposta

Riproduci commenti audio Usa intervalli Mostra controlli multimediali Visualizzazione Relatore

Monitor: Automatico

- 46 Impossibile visualizzare l'immagine.
- 47 I. Parallasse spettroscopica
- 48
- 49 Il "top" delle giganti rosse e il grembo delle nane bianche
- 50 Curva di luce di una variabile Cefeide classica

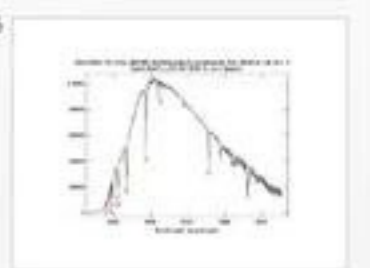
Il diagramma H. - R.



messenger_cielo [V... X] Distanze_astronomiche1 [...]

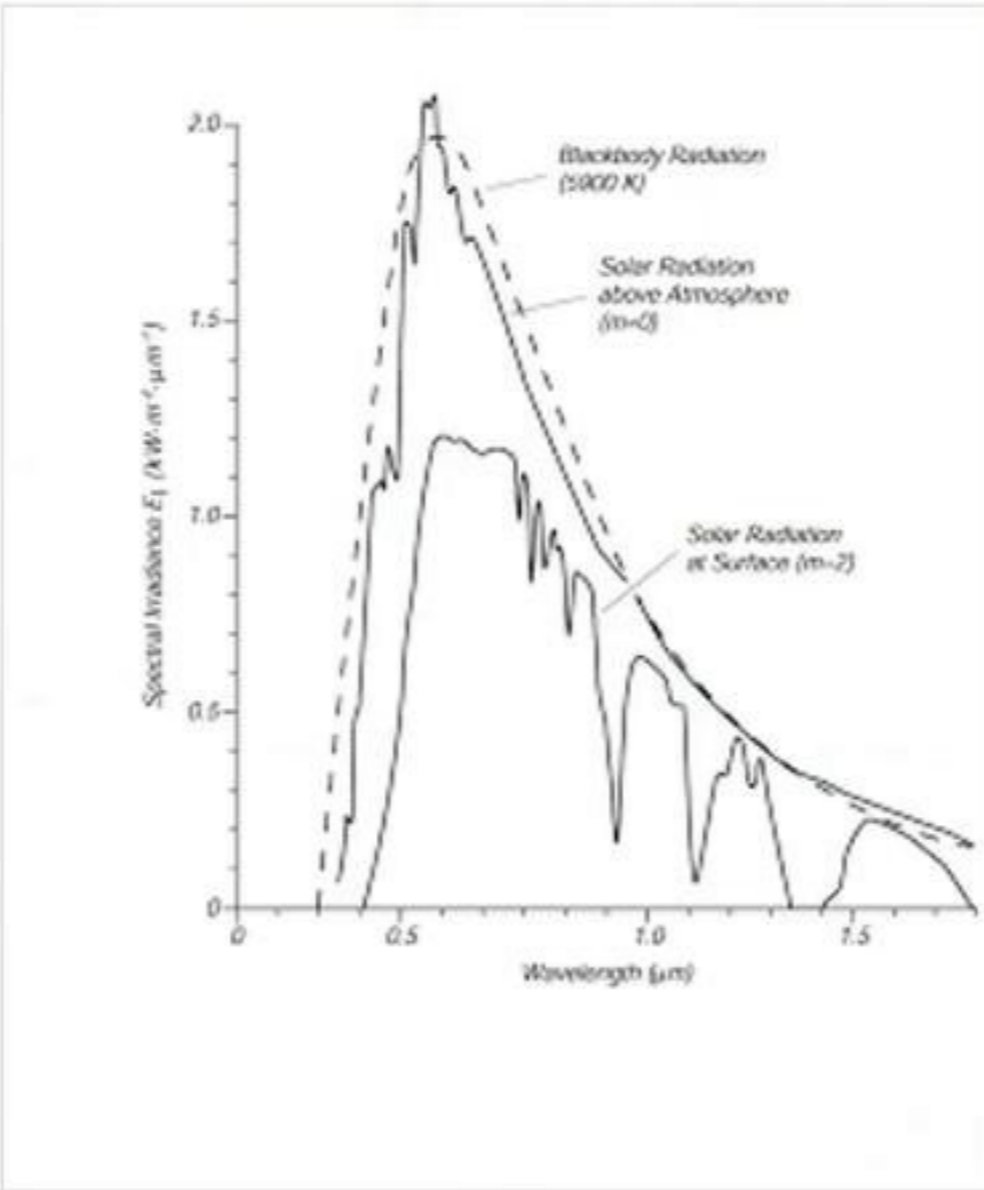
una curva teorica ricostruita in base alla temperatura di colore così calcolata.
Le Disposizioni del sistema UVB sono scelte significativamente lontane da righe importanti (che abbassano l'intensità misurata rispetto a quella richiesta per definire la temperatura di colore).

85 Ecco come appaiono le righe nello spettro con il capotipo delle coruscate e dove si discute ed è difficile distinguere tra di loro perché sono vicine.



87 Questo disegno spiega quali è l'influenza dell'atmosfera terrestre e spiega il perché, interpretando il profilo di intensità della luce che le sue componenti generano sottoposto.
Per confrontare lo spettro con un corpo di corpo nero teorico che possa rappresentare la brillantezza superficiale fotosferica visibile.

88 Larghezza e profondità di riga (gradienti utili a loro determinazione)



Intanto bisogna capire qual è l'influenza dell'atmosfera terrestre, e bisogna eliminarla (riaggiungendo al profilo di intensità la luce che le sue componenti gassose sottraggono).

Poi confrontare lo spettro con una curva di corpo nero teorica che possa rappresentare la brillantezza superficiale fotosferica visibile)

44

Spettro di assorbimento: spettro continuo con righe scure ineguali sovrapposte



Causa fisica: corpo incandescente con gas o vapori più freddi (spesso tra sorgente e osservatore)



45

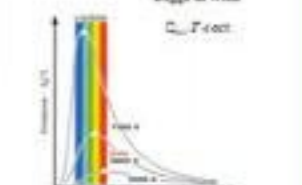
Informazioni fisiche che provengono dagli spettri luminosi

Spettro (definizione quantitativa): distribuzione della radiazione in funzione della lunghezza d'onda, descrivibile matematicamente come l'intensità luminosa espressa in funzione della lunghezza d'onda (che si può rappresentare con un diagramma cartesiano con la lunghezza d'onda in ascisse e l'intensità luminosa in ordinate).

Ad esempio lo spettro continuo viene descritto matematicamente dalla seguente curva

46

Legge di Wien

$$\lambda_{max} \cdot T = cost.$$


47

Dallo spettro continuo si può ricavare la temperatura superficiale della sorgente incandescente (ad esempio la T superficiale di una stella).

Per questo riguardo gli spettri a righe, Kirchhoff e Bunsen (ed i loro successori: "spettroscopi") scoprirono che ogni elemento chimico assume a sua volta una ben precisa sequenza di righe

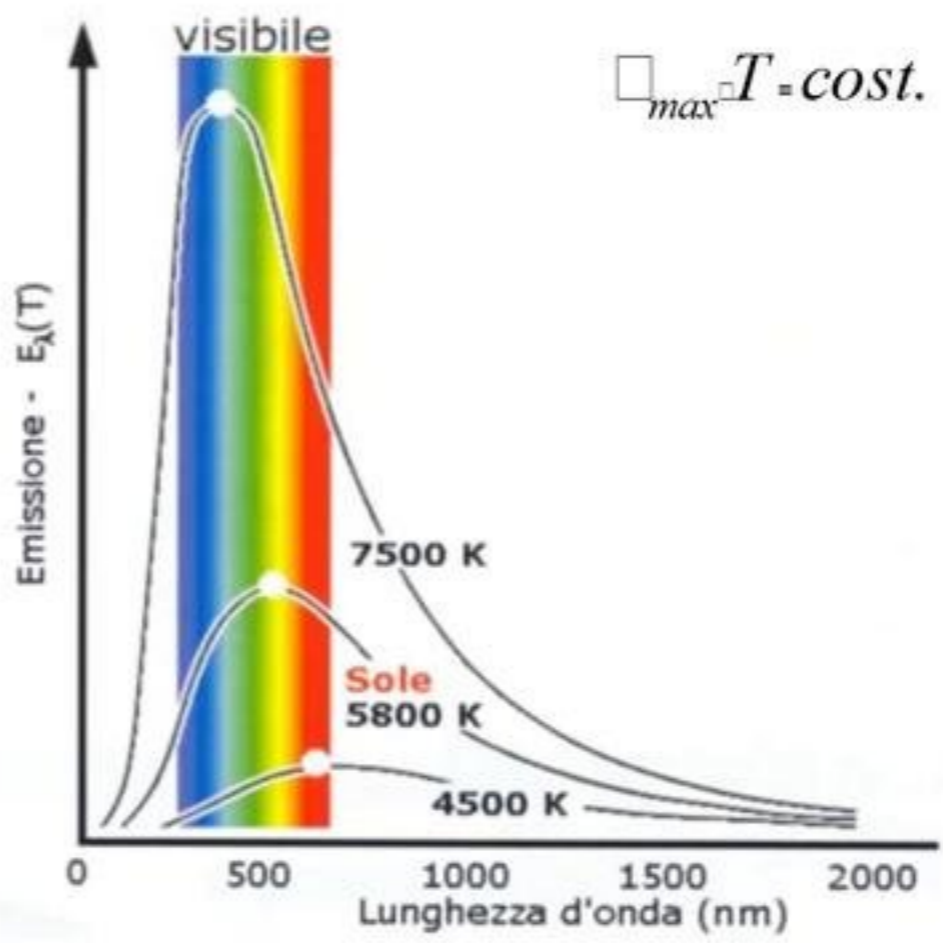
Dagli spettri a righe si può ricavare la composizione chimica del gas che emette e che assorbe.

48

Causa atomica delle righe e condizioni fisiche stellari (cenni)

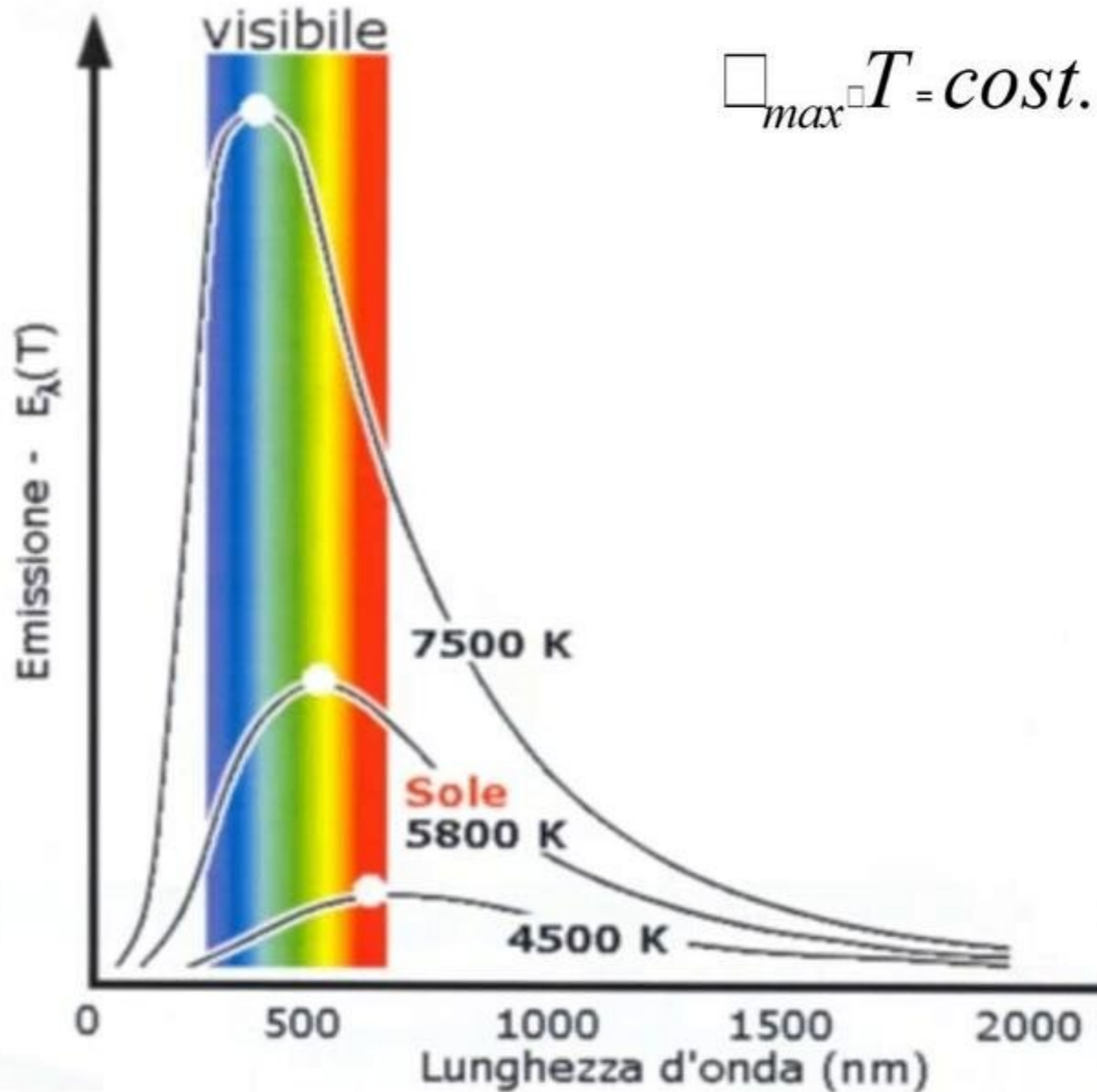
Legge di Wien

$$\lambda_{max} \cdot T = cost.$$



Legge di Wien

$$\lambda_{max} T = \text{cost.}$$



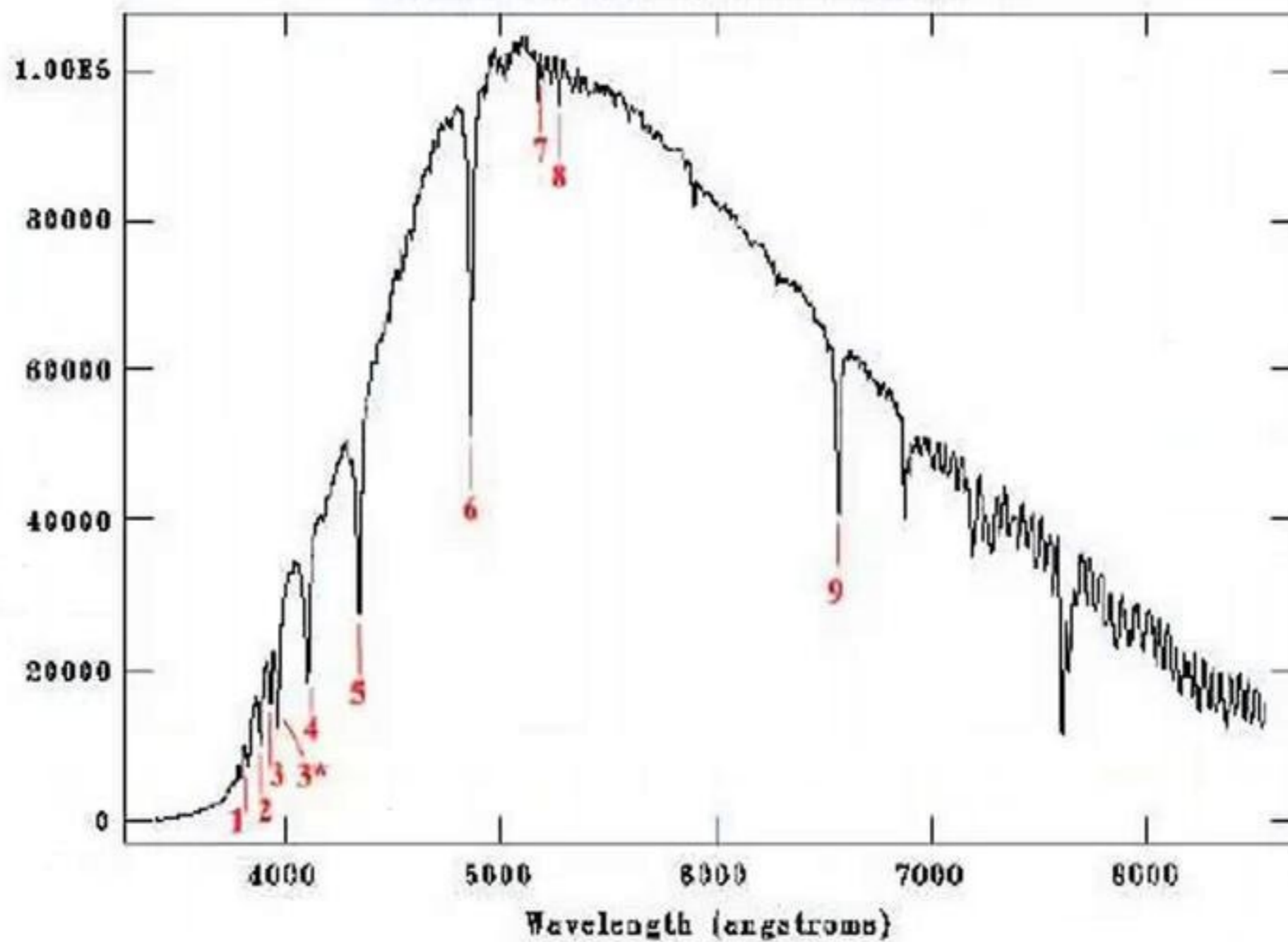
- Dallo spettro continuo si può ricavare la temperatura superficiale della sorgente incandescente (ad esempio la T superficiale di una stella)

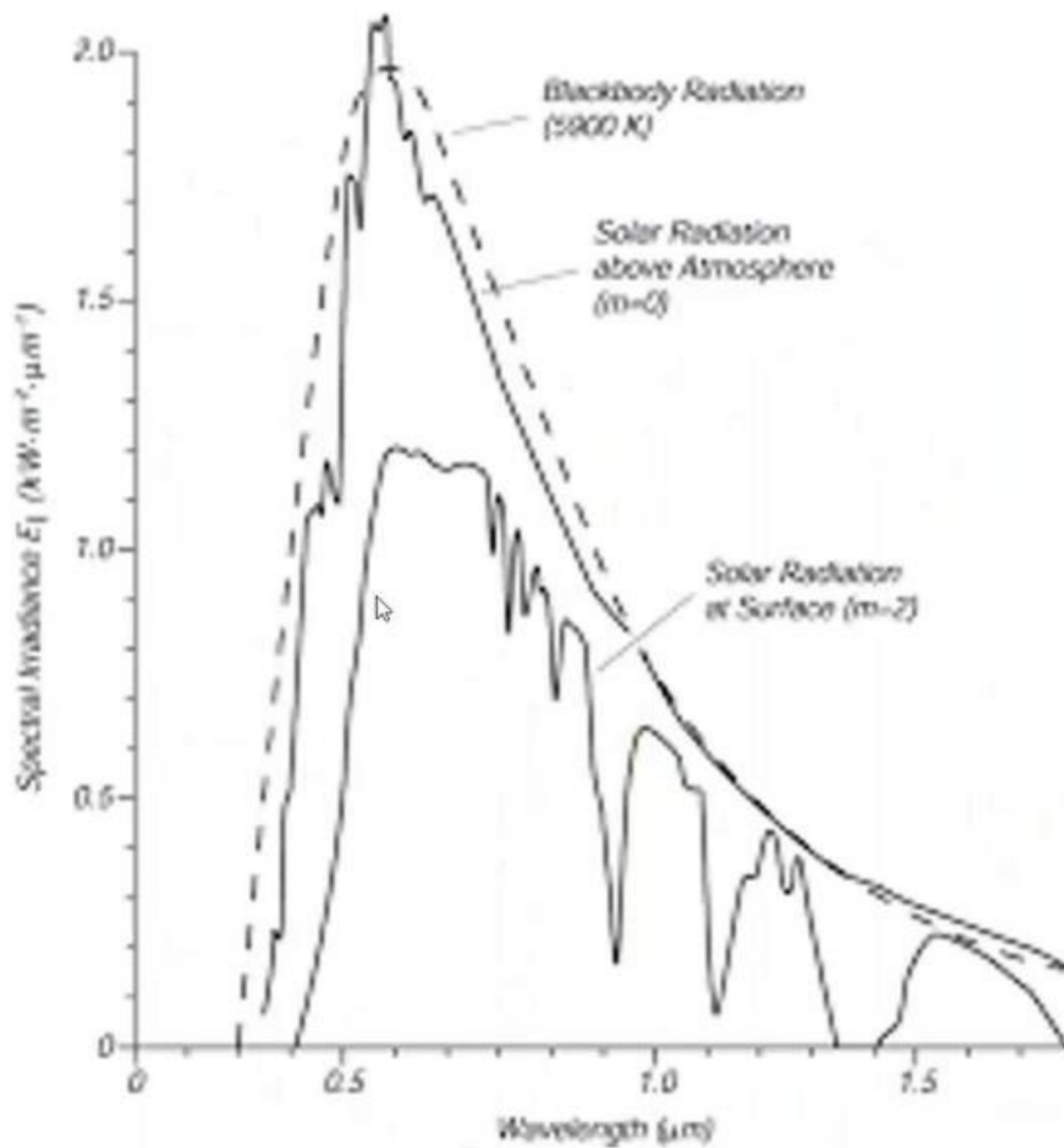
Per quanto riguarda gli spettri a righe, Kirchoff e Bunsen (ed i loro successori “spettroscopisti”) scoprirono che ogni elemento chimico emette o assorbe una ben precisa sequenza di righe.



- Dagli spettri a righe si può ricavare la composizione chimica del gas che assorbe e che emette

NOAO/IRAF V2.12.2a - EXPORT stud@localhost.localdomain Thu 18:49:41 14-Nov-2
[Agr4.fits[*,1,1]]: HR 8266 5. ap:1 beam:1





Intanto bisogna capire qual è l'influenza dell'atmosfera terrestre, e bisogna eliminarla (riaggiungendo al profilo di intensità la luce che le sue componenti gassose sottraggono).

Poi confrontare lo spettro con una curva di corpo nero teorica che possa rappresentare la brillantezza superficiale fotosferica visibile)

Sottraendo le magnitudini apparenti e applicando la formula di Pogson scompare il modulo di distanza

$$IC = m_{\lambda_2} - m_{\lambda_1} = M_{\lambda_2} - M_{\lambda_1} + \boxed{A(\lambda_2) - A(\lambda_1)}$$

E(λ_1, λ_2)
ECESSO
DI COLORE

$$M_{\lambda} = -2,5 \log_{10}(B_{\lambda}) + \text{Cost.}$$

Ricordando che ...

$$B(\lambda) = \frac{8\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{kT\lambda}} - 1}$$

È la curva di Planck che esprime lo spettro della brillantezza superficiale della stella in funzione della lunghezza d'onda, segue che ...

$$m_{\lambda_2} - m_{\lambda_1} = -2,5 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \left(\frac{e^{\frac{hc}{\lambda_2 T}} - 1}{e^{\frac{hc}{\lambda_1 T}} - 1} \right) \right] + E(\lambda_1, \lambda_2)$$

$$m_{\lambda_2} - m_{\lambda_1} = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) + 2,5 \log_{10} \left(\frac{1 - e^{-\frac{hc}{\lambda_2 T_c}}}{1 - e^{-\frac{hc}{\lambda_1 T_c}}} \right)$$

Dove l'eccesso di colore è un valore costante tabulato.

Pertanto ...

$$\begin{cases} m_B - m_V = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_B} - \frac{1}{\lambda_V} \right) + f(T_c) \\ m_V - m_B = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_V} - \frac{1}{\lambda_B} \right) + f(T_c) \end{cases}$$



$$\boxed{T_c}$$

80 

81 Oggi con i sistemi fotometrici si possono usare gli indici di colore per verificare la "temperatura di colore". Infatti ...

82 

83 

84 Le righe di assorbimento

$$m_{\lambda_2} - m_{\lambda_1} = -2,5 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \left(\frac{e^{\frac{hc}{k\lambda_2 T}} - 1}{e^{\frac{hc}{k\lambda_1 T}} - 1} \right) \right] + E(\lambda_1, \lambda_2)$$

$$m_{\lambda_2} - m_{\lambda_1} = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) + 2,5 \log_{10} \left(\frac{1 - e^{-\frac{hc}{k\lambda_2 T_c}}}{1 - e^{-\frac{hc}{k\lambda_1 T_c}}} \right)$$

Dove l'eccesso di colore è un valore costante tabulato.
Pertanto ...

$$\begin{cases} m_B - m_V = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_B} - \frac{1}{\lambda_V} \right) + f(T_c) \\ m_V - m_B = C + \frac{1,56}{T_c} \left(\frac{1}{\lambda_V} - \frac{1}{\lambda_B} \right) + f(T_c) \end{cases}$$

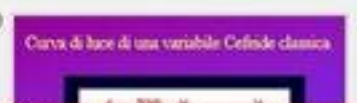
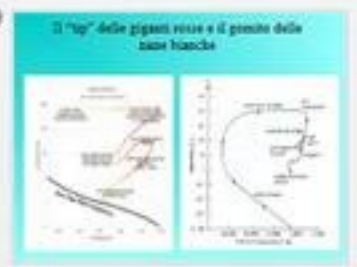
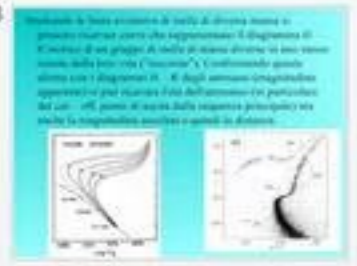
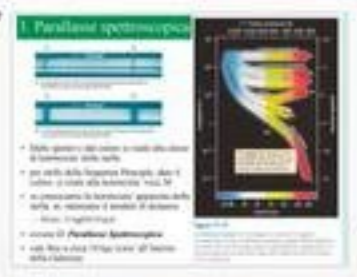
⇓

T_c

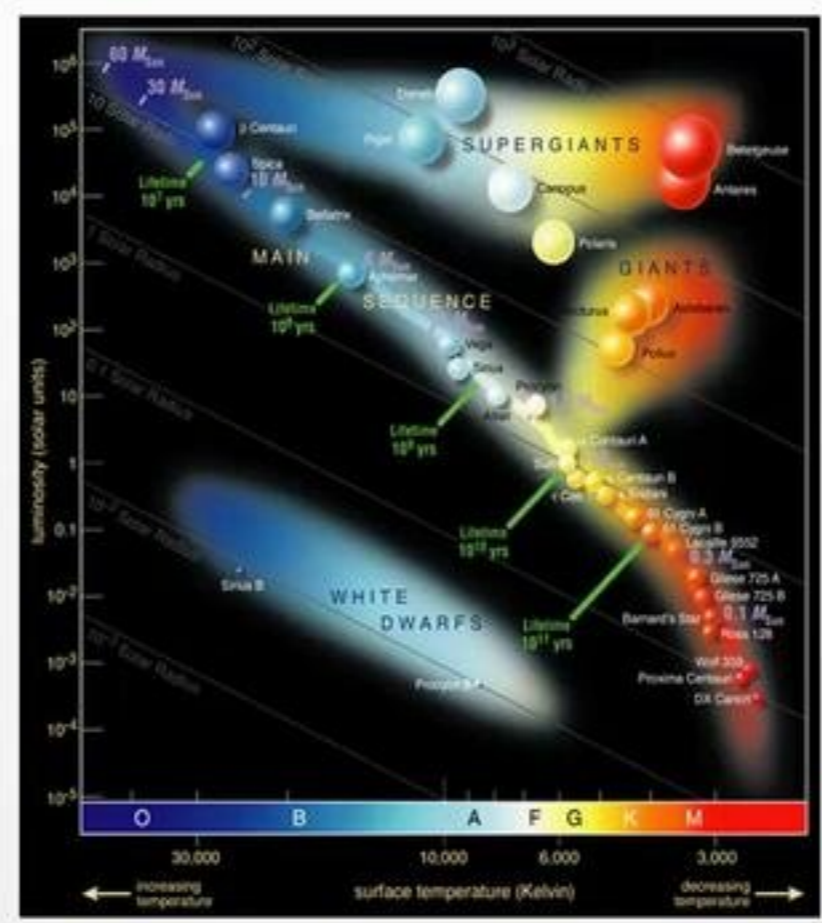
FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Dall'inizio Dalla diapositiva corrente Presenta online Presentazione personalizzata Imposta Nascondi presentazione diapositiva Prova intervalli Registrazione presentazione Imposta

Riproduci commenti audio Usa intervalli Mostra controlli multimediali Monitor: Automatico Visualizzazione Relativa Monitor



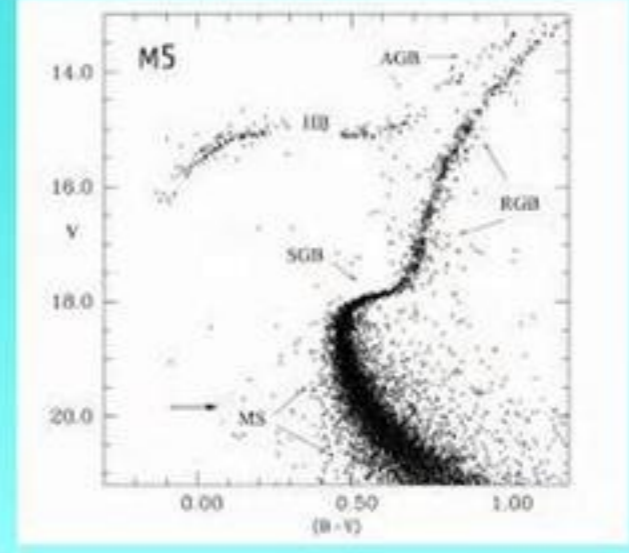
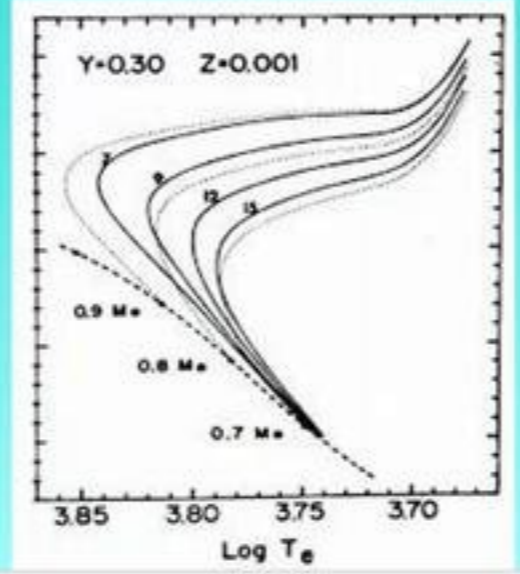
Il diagramma H. - R.



Fare clic per inserire le note

- 46 **Impossibile visualizzare l'immagine.**
- 47 **Parallasse spettroscopica**
- 48 **Stipendiare la luce**
- 49 **Il "top" delle giganti rosse e il guscio delle nane bianche**
- 50 **Curva di luce di una variabile Cefeide classica**

Studiando le linee evolutive di stelle di diversa massa si possono ricavare curve che rappresentano il diagramma H – R teorico di un gruppo di stelle di masse diverse in uno stesso istante della loro vita (“isocrone”). Confrontando queste ultime con i diagrammi H – R degli ammassi (magnitudine apparente) si può ricavare l'età dell'ammasso (in particolare dal cut – off, punto di uscita dalla sequenza principale) ma anche la magnitudine assoluta e quindi la distanza.



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Riproduci commenti audio
 Usa intervalli
 Mostra controlli multimediali

Monitor: Automatico

Visualizzazione Relatore
 Monitor

46 Impossibile visualizzare l'immagine.

47 1. Parallasse spettroscopica

48

49 Il "top" delle giganti rosse e il "piede" delle nane bianche

50

10°C Pioggereffa

3. Parallasse spettroscopica



(a) A supergiant star has a low-density, low-pressure atmosphere: its spectrum has narrow absorption lines



(b) A main-sequence star has a denser, higher-pressure atmosphere: its spectrum has broad absorption lines

- Dallo spettro e dal colore si risale alla classe di luminosità della stella
- per stelle della Sequenza Principale, dato il colore, si risale alla luminosità vera, M
- se conosciamo la luminosità apparente della stella, m, otteniamo il modulo di distanza
 - $M-m = -5 \log(D/(10 \text{ pc}))$
- ovvero D: **Parallasse Spettroscopica**
- vale fino a circa 10 kpc (cioè all'interno della Galassia)

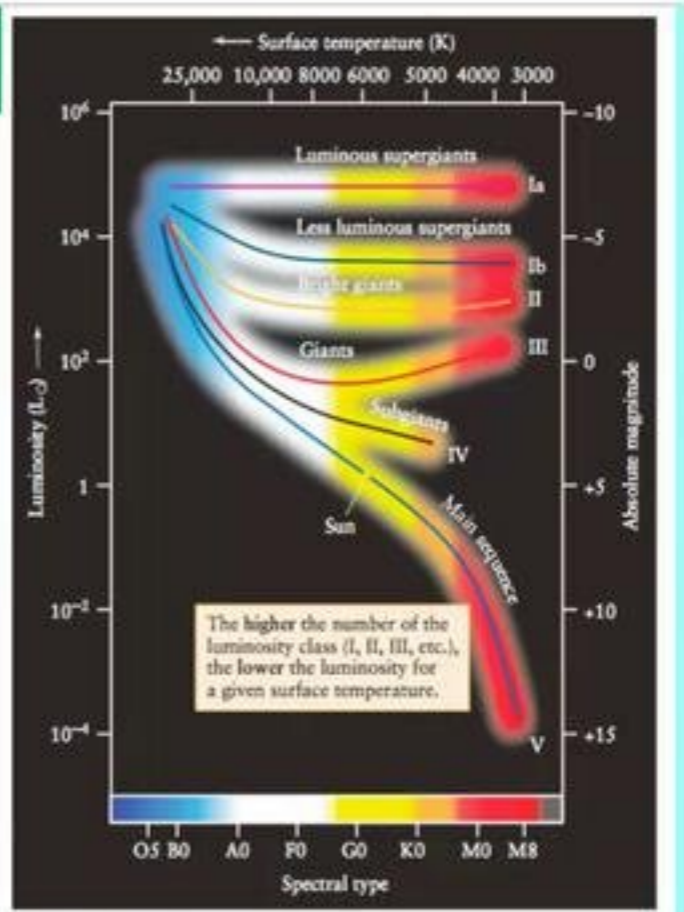
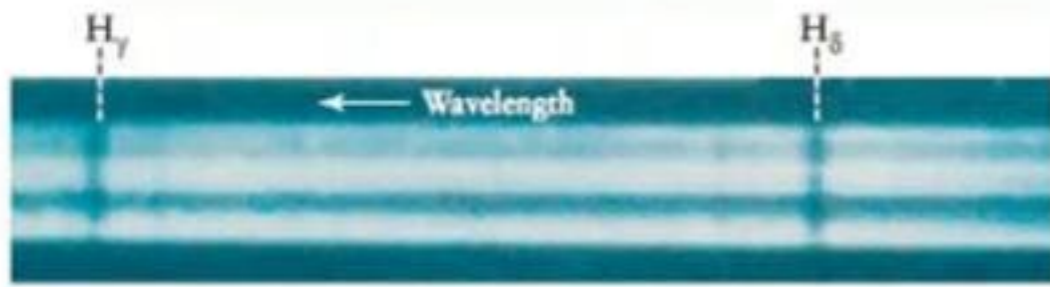


Figure 17-17
Luminosity Classes The H-R diagram is divided into regions corresponding to stars of different luminosity classes. (White dwarfs do not have their own luminosity class.) A star's spectrum reveals both its spectral type and its luminosity class; from these, the star's luminosity can be determined.

Fare clic per inserire le note

3. Parallasse spettroscopica



(a) A supergiant star has a low-density, low-pressure atmosphere: its spectrum has narrow absorption lines



(b) A main-sequence star has a denser, higher-pressure atmosphere: its spectrum has broad absorption lines

- Dallo spettro e dal colore si risale alla classe di luminosita' della stella
- per stelle della Sequenza Principale, dato il colore, si risale alla luminosita' vera, M
- se conosciamo la luminosita' apparente della stella, m, otteniamo il modulo di distanza
 - $M-m = -5 \log(D/(10 \text{ pc}))$

- ovvero D: **Parallasse Spettroscopica**
- vale fino a circa 10 kpc (cioe' all'interno della Galassia)

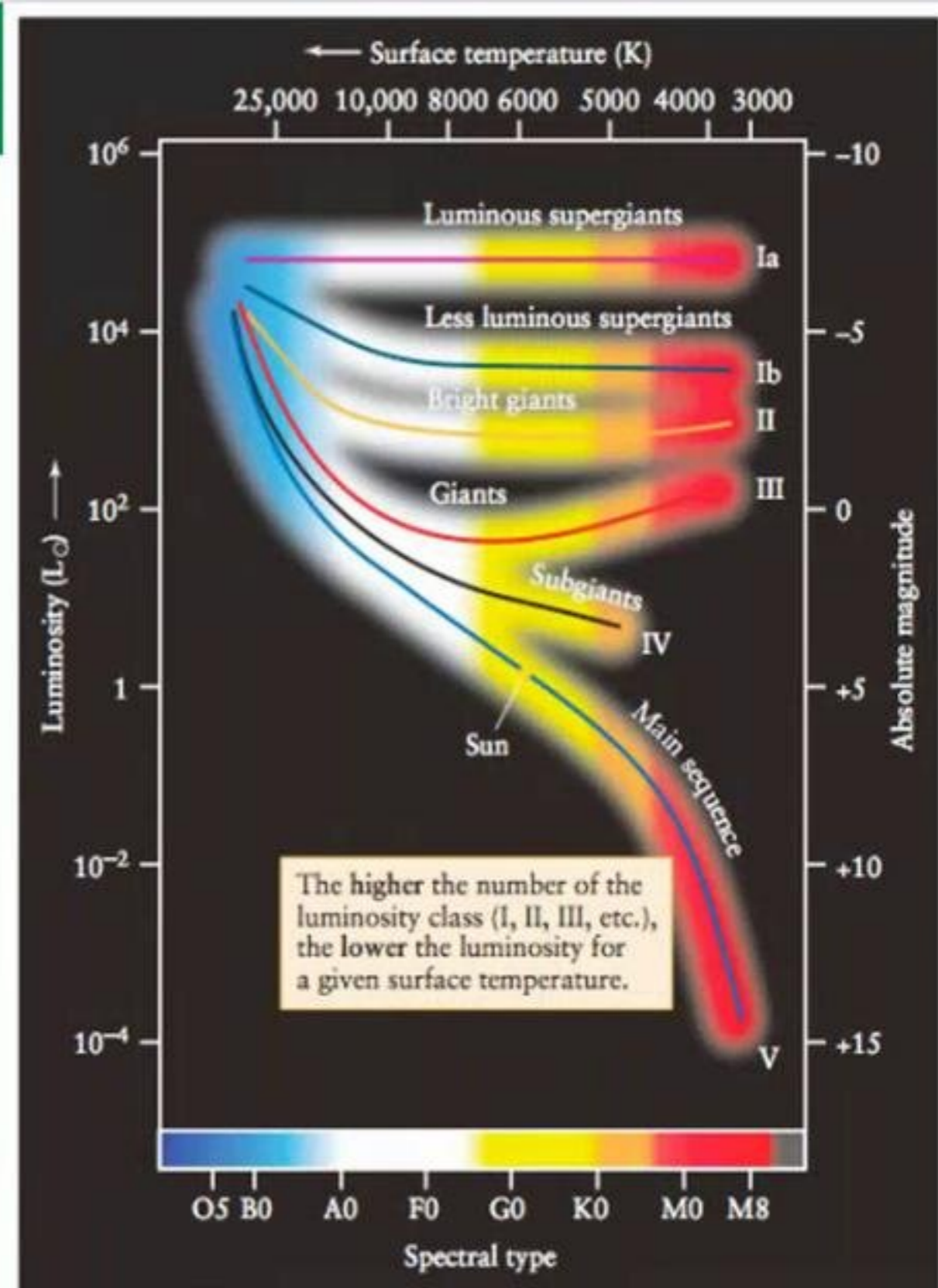
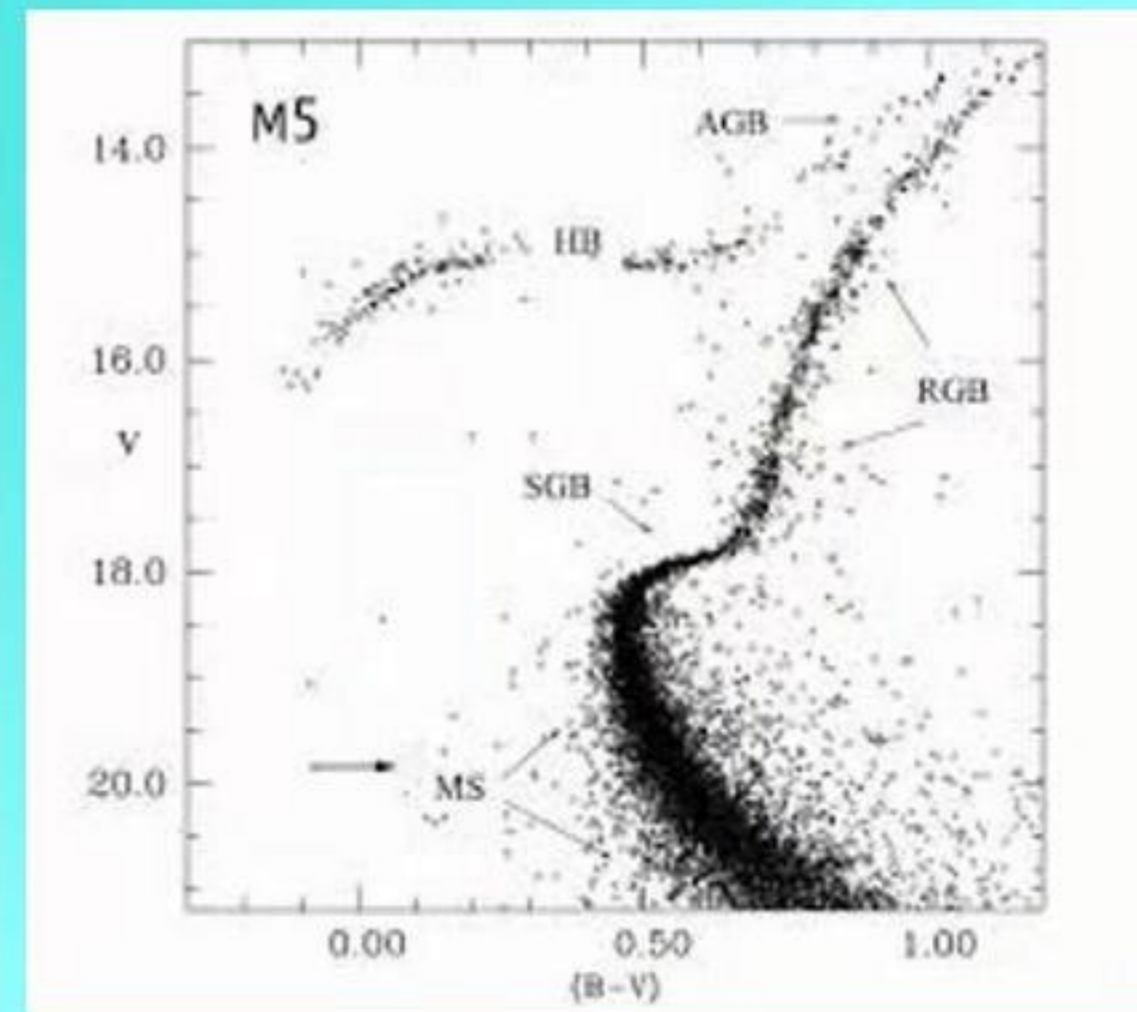
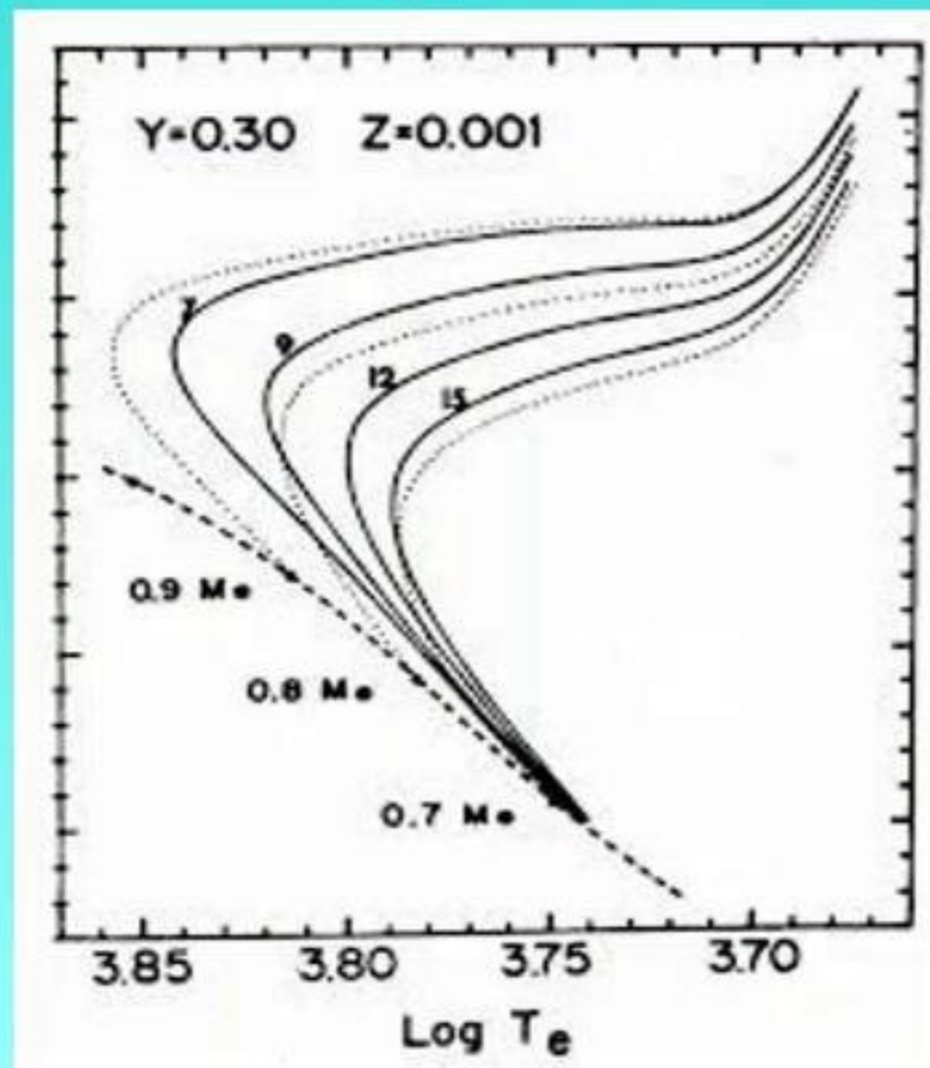


Figure 17-17

Luminosity Classes The H-R diagram is divided into regions corresponding to stars of different luminosity classes. (White dwarfs do not have their own luminosity class.) A star's spectrum reveals both its spectral type and its luminosity class; from these, the star's luminosity can be determined.

Studiando le linee evolutive di stelle di diversa massa si possono ricavare curve che rappresentano il diagramma H – R teorico di un gruppo di stelle di masse diverse in uno stesso istante della loro vita (“isocrone”). Confrontando queste ultime con i diagrammi H – R degli ammassi (magnitudine apparente) si può ricavare l'età dell'ammasso (in particolare dal cut – off, punto di uscita dalla sequenza principale) ma anche la magnitudine assoluta e quindi la distanza.



FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Riproduci commenti audio
 Usa intervalli
 Mostra controlli multimediali

Monitor: Automatico

Visualizzazione Relatore
 Monitor

46 Impossibile visualizzare l'immagine.

47 I Parallasse spettroscopici

48

49 Il "top" delle giganti rosse e il "piano" delle nane bianche

50

Fare clic per inserire le note

Studiando le linee evolutive di stelle di diversa massa si possono ricavare curve che rappresentano il diagramma H – R teorico di un gruppo di stelle di masse diverse in uno stesso istante della loro vita (“isocrone”). Confrontando queste ultime con i diagrammi H – R degli ammassi (magnitudine apparente) si può ricavare l'età dell'ammasso (in particolare dal cut – off, punto di uscita dalla sequenza principale) ma anche la magnitudine assoluta e quindi la distanza.

messenger_cielo [Visualiz...]

Distanze_astronomiche1 [...]

UNA STIMA DEL TEMPO NECESSARIO
PER LA FUSIONE DELL'IDRO-
GENO

MASSA NUCLEO $\approx 40\%$ DELLA
MASSA STELLARE

FRAZIONE DI MASSA TRASFORMATA
IN ENERGIA DALLE REAZIONI
TERMONUCLEARI $\approx 0,7\%$



UNA STIMA DELLA DURATA DELLA FASE DI COMBUSTIONE
DELL'IDROGENO



LUMINOSITÀ
ASSOLUTA
(CONSUMO)

E

STELLARE

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right)^{\alpha}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} M < 0,43 M_{\odot} & \alpha \approx 2,3 \\ 0,43 M_{\odot} < M < 2 M_{\odot} & \alpha \approx 4 \\ 2 M_{\odot} < M < 20 M_{\odot} & \alpha \approx 3,5 \\ M > 20 M_{\odot} & \alpha \approx 1 \end{array} \right.$$

UNA STIMA DEL TEMPO NECESSARIO
PER LA FUSIONE DELL'IDRO-
GENO

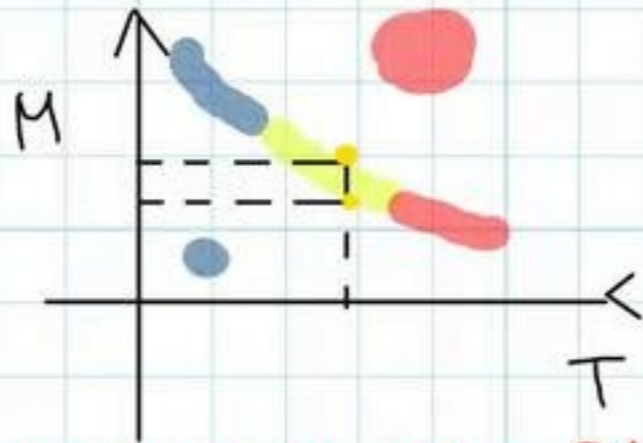
MASSA NUCLEO $\approx 40\%$ DELLA
MASSA STELLARE

FRASEO  FRASEO FINATA

0.7x

- M?

LA POSSIAMO TROVARE DIRETTAMENTE DAL
DIAGRAMMA μ -R?



LA RISPOSTA È NO!

CE LO DICE L'EQUAZIONE DI SAHA

EQUAZIONE DELL'EQUILIBRIO DI IONIZZAZIONE

Rapporto di
ionizzazione

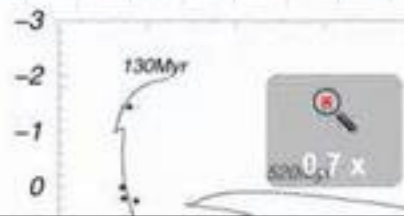
$$\frac{M_{S+1}}{T_{ke}} = \frac{2 \sigma_s (T) (2\pi m)^{\frac{3}{2}}}{(kT)^{\frac{5}{2}}} e^{-\frac{x_s}{kT}}$$

UNA STIMA DELLA DURATA DELLA FASE DI COMBUSTIONE
DELL'IDROGENO

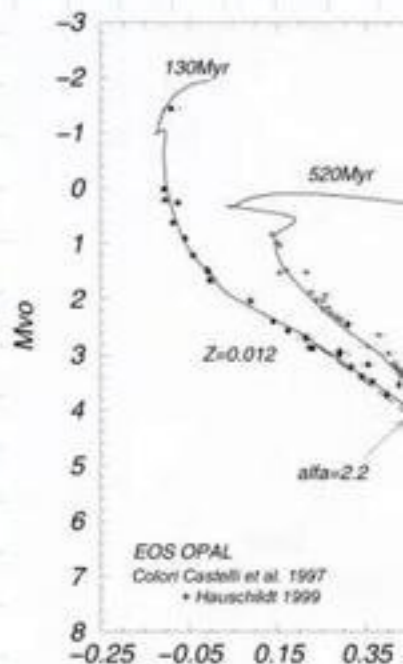
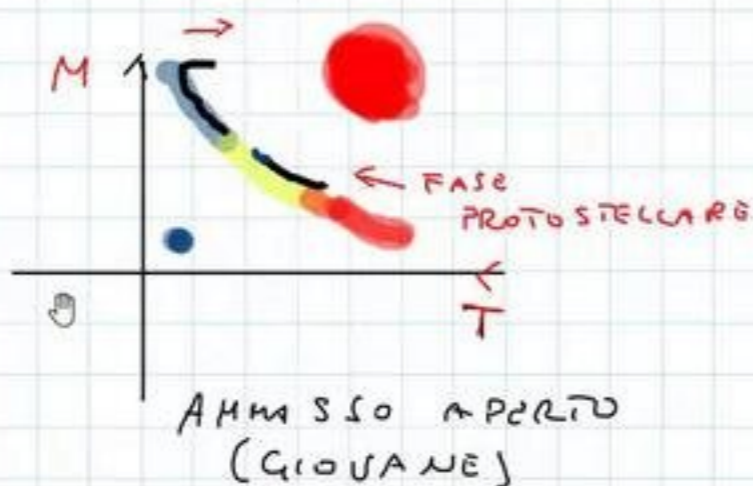
$$\tau_{SP} = \frac{\text{ENERGIA DISPONIBILE}}{\text{CONSUMO (LUMINOSITÀ)}} \approx \frac{0,007 \cdot 0,4 \cdot M}{L_{\odot} \left(\frac{M}{M_{\odot}}\right)^{\alpha}} = \kappa \cdot M^{1-\alpha}$$

IL TEMPO τ_{SP} È ANCHE IL TEMPO DI USCITA
DALLA SEQUENZA PRINCIPALE DEL DIAGRAMMA H-R.

I SOCRONE DI AMMASSO = SONO CURVE CHE
RAPPRESENTANO SUL DIAGRAMMA H-R LE
POSIZIONI DELLE STELLE DI UNO STESSO
AMMASSO



I SOCRONE DI AMMASSO = SONO CURVE CHE RAPPRESENTANO SUL DIAGRAMMA H-R LE POSIZIONI DELLE STELLE DI UNO STESSO AMMASSO STELLARE.



PERCHÈ SI CHIAMANO "ISOCRONE"?

PERCHÈ NON È AZZARDATO SUPPORRE CHE, NATE NELLO STESSO LUOGO, LE STELLE DI UN AMMASSO SI SIANO FORMATE IN ISTANTI RELATIVAMENTE VICINI (CIOÈ CHE L'INTERVALLO DI TEMPO IN CUI SI SONO FORMATE TUTTE SIA MOLTO INFERIORE



Ammassi Aperti

- Dimensioni: da 5 a oltre 30 anni luce contenenti fino a migliaia di stelle giovani e calde
- Massa: ? (dipende dalla nube dalla quale si genera)
- Densità: 1,5 stelle per anno luce cubico (30 volte più stelle rispetto alle zone circostanti)
- Composizione: Stelle di Popolazione I (giovani)
 $H \rightarrow 75\%$; $He \rightarrow 20\%$; $C,N,O \rightarrow 5\%$

Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Taglia Copia Copia formato Incolla

Nuova diapositiva Reimposta Sezione

Carattere Paragrafo Disegno

Stili veloci Effetti forma

Trova Sostituisci Selezione Modifica

1

2 Pleiadi (M45, Taurus)

3 M 6 (Farfalla, Scorpis)

4 M 7 (Tolomeo, Scorpis)

5 M 103 (Cassiopeia)



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Appunti Diapositive

Carattere Paragrafo Disegno Modifica

1

2 Pleiadi (M45, Taurus)

3 M 6 (Farfalla, Scorpis)

4 M 7 (Tolomeo, Scorpis)

5 M 103 (Cassiopeia)



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Taglia Copia Copia formato Incolla

Nuova diapositiva Reimposta Layout Sezioni

Carattere Paragrafo Disegno

Orientamento testo Allinea testo Converti in SmartArt

Riempimento forma Contorno forma Effetti forma

Trova Sostituisci Seleziona Modifica

1

2

3 M 6 (Farfalla, Scorpione)

4 M 7 (Tolomeo, Scorpione)

5 M 103 (Cassiopeia)

6 Duple Cluster (b-X Persei)



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Appunti Diapositive

Carattere Paragrafo Disegno Modifica

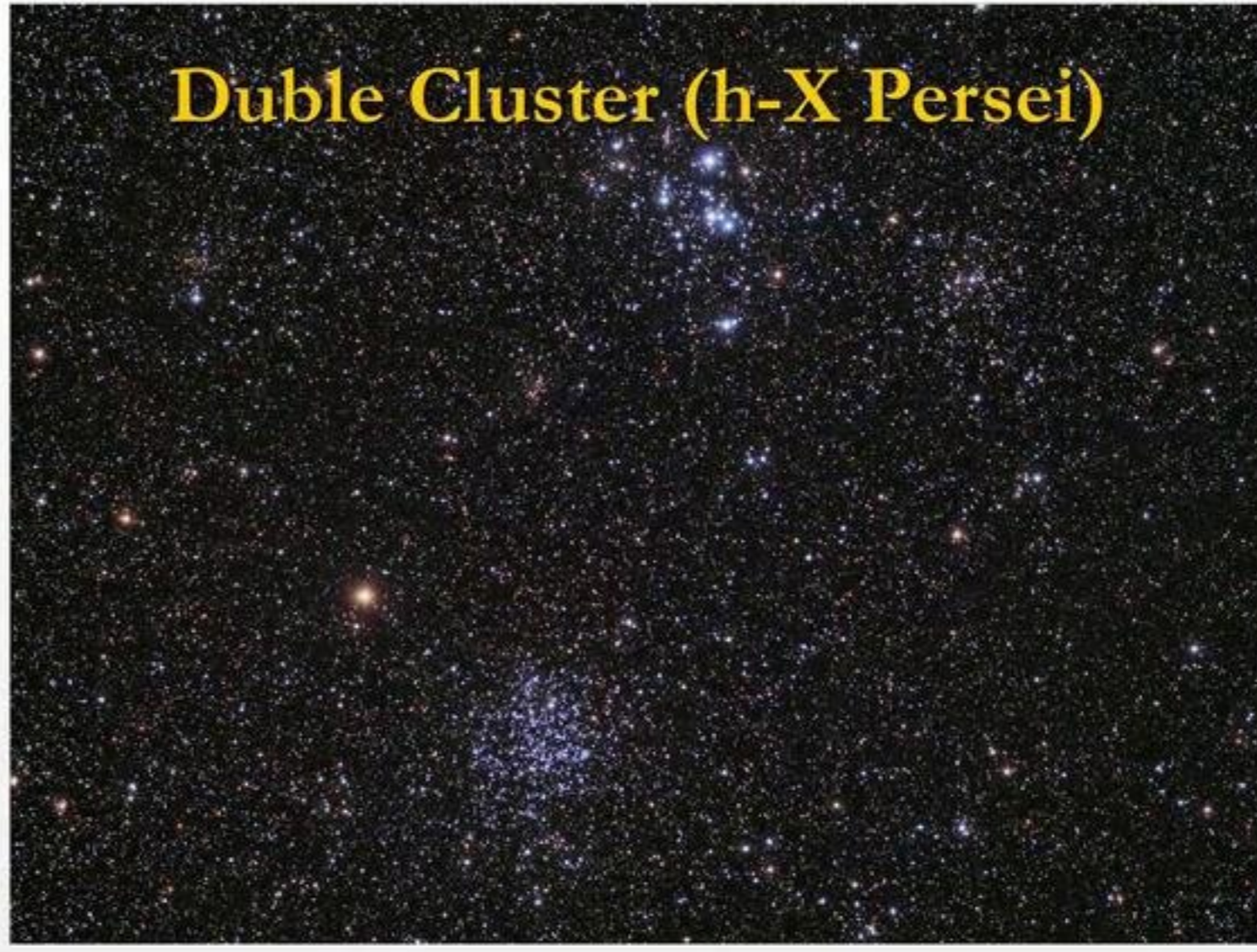
4 M 7 (Tolomeo, Scorpione)

5 M 103 (Cassiopea)

6 **Duble Cluster (h-X Persei)**

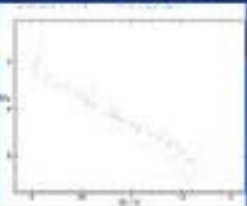
7 Diagramma H-R (Es. Pleiadi)

8 Ammassi Globulari



Fare clic per inserire le note

7
*
Diagramma H-R (Es. Pleiadi)




8
*
Ammassi Globulari

- Dimensioni: ~ 100 anni luce (centro) a qualche centinaio di migliaia e qualche milione di anni
- Distanza: dalla Terra a diverse migliaia di anni luce (da 100 a 200)
- Composizione: stelle di Popolazione II (vecchie)
- M → 70% B → 20% G → 10%

9
*
47 Tucanae ω Centauri

- Dimensioni: ~ 120 a.l.
- Distanza: ~ 14 000 a.l.
- M: ~ 4,90
- Età: 10 mld di anni
- Altro: 22 pulsar; 21 vagabonde blu

10
*
M 3 (Canl da Caccia)



47 Tucanae

- Dimensioni: ~ 120 a.l.
- Distanza: ~ 14 000 a.l.
- M: ~ 4,90
- Età: 10 mld di anni
- Altro: 22 pulsar; 21 vagabonde blu



ω Centauri

- Dimensioni: ~ 97 a.l.
- Distanza: ~ 16 000 a.l.
- M: ~ 3,68
- Età: 12 mld di anni



Fare clic per inserire le note

FILE HOME INSERISCI PROGETTAZIONE TRANSIZIONI ANIMAZIONI PRESENTAZIONE REVISIONE VISUALIZZA

Layout Reimposta Nuova diapositiva Sezioni Appunti Diapositive

Carattere Paragrafo

Orientamento testo Allinea testo Converti in SmartArt

Disegni

Riempimento forma Contorno forma Effetti forma

Trova Sostituisci Seleziona Modifica

7 Diagramma H-R (Es. Pleiadi)



8 Ammassi Globulari

- Dimensioni: ~ 100 anni luce (estensione da nucleo esterno a nucleo) e qualche milione di stelle
- Densità: molto alta e diminuisce da 100 stelle/anno luce in centro alle stelle sparse
- Composizione: stelle di Popolazione II (vecchie) $M \rightarrow 70\%$, $K \rightarrow 30\%$, $CaO \rightarrow 2\%$

9 47 Tucanae ω Centauri

- Dimensioni: ~ 120 a.l.
- Densità: ~ 14.000 a.l.
- $M \rightarrow 40\%$
- Età: 12 mila di anni
- Inter: 22 pulsari di magnetar

- Dimensioni: ~ 170 a.l.
- Densità: ~ 10.000 a.l.
- $M \rightarrow 50\%$
- Età: 12 mila di anni

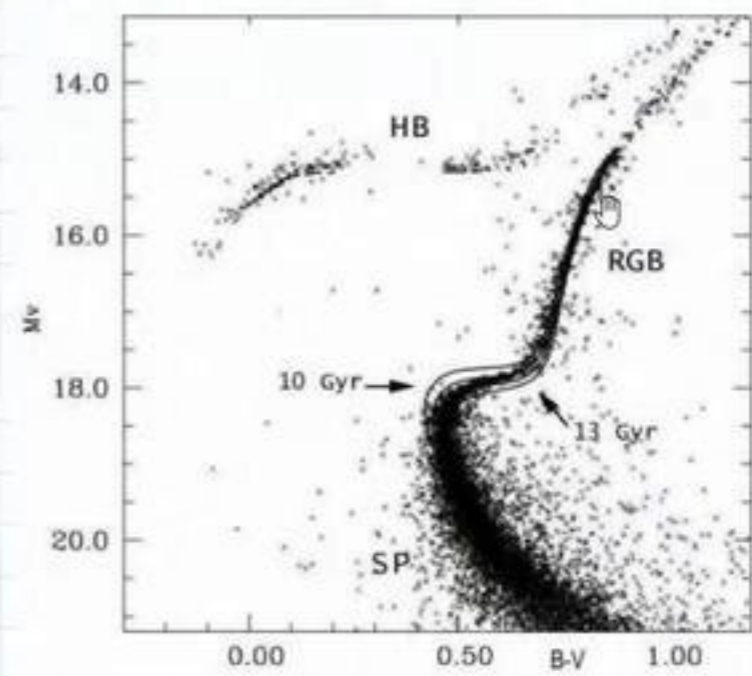
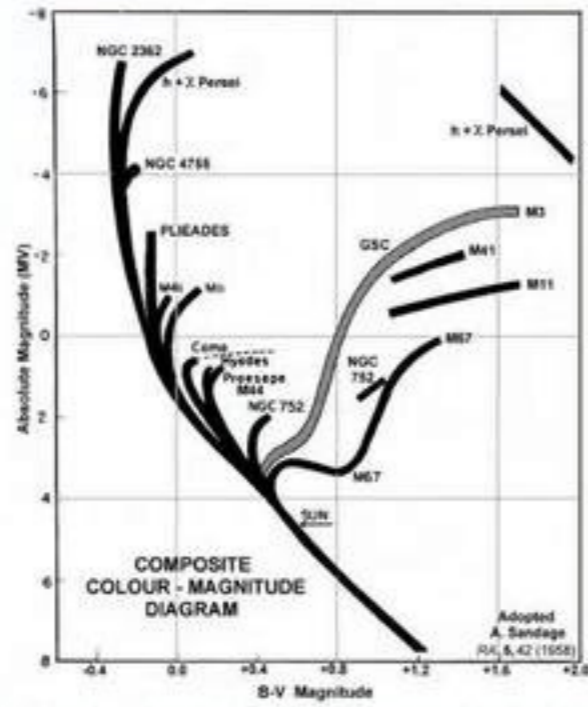
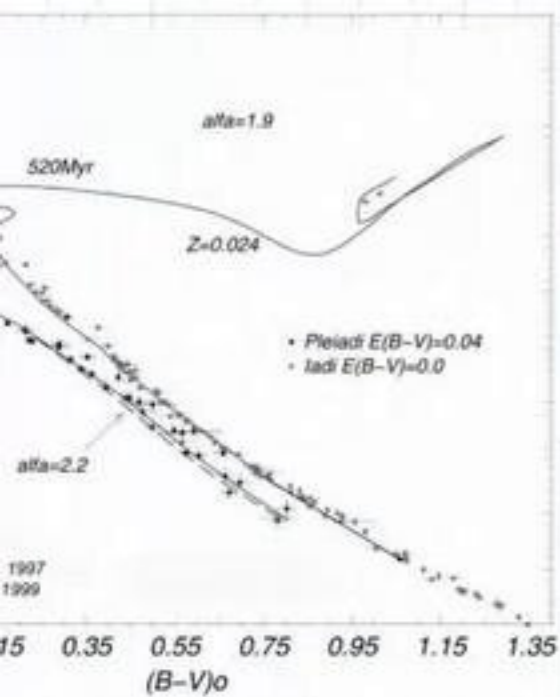
10 M 3 (Cani da Caccia)



11 M 13 (Erecole)



Fare clic per inserire le note



NELLO STESSO LUOGO, LE STELLE DI UN AMMASSO SI SIANO FORMATE IN ISTANTANEI RELATIVAMENTE VICINI (CIOÈ CHE L'INTERVALLO DI TEMPO IN CUI SI SONO FORMATE TUTTE SIA MOLTO INFERIORE ALLA VITA DELL'AMMASSO).

CIÒ SIGNIFICA CHE

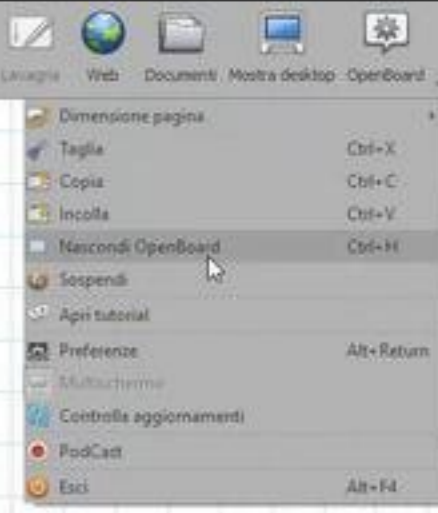
SE CONOSCO L'ETÀ DI UNA STELLA "PARTICOLARE" DI QUELL'AMMASSO CONOSCO ANCHE L'ETÀ DI TUTTE LE SUE GEMELLINE.

MA COME SI FA?

PRENDEREMO IN CONSIDERAZIONE I DIAGRAMMI H-R DEGLI AMMASSI GLOBULARI.

PRIMO PROBLEMA: PER TRACCIARE UN DIAGRAMMA H.-R. MI SERVONO LA MAGNITUDINE ASSOLUTA M E LA TEMPERATURA T .

- T SI TROVA CON GLI INDICI DI COLORE (DA CUI SI RISALE



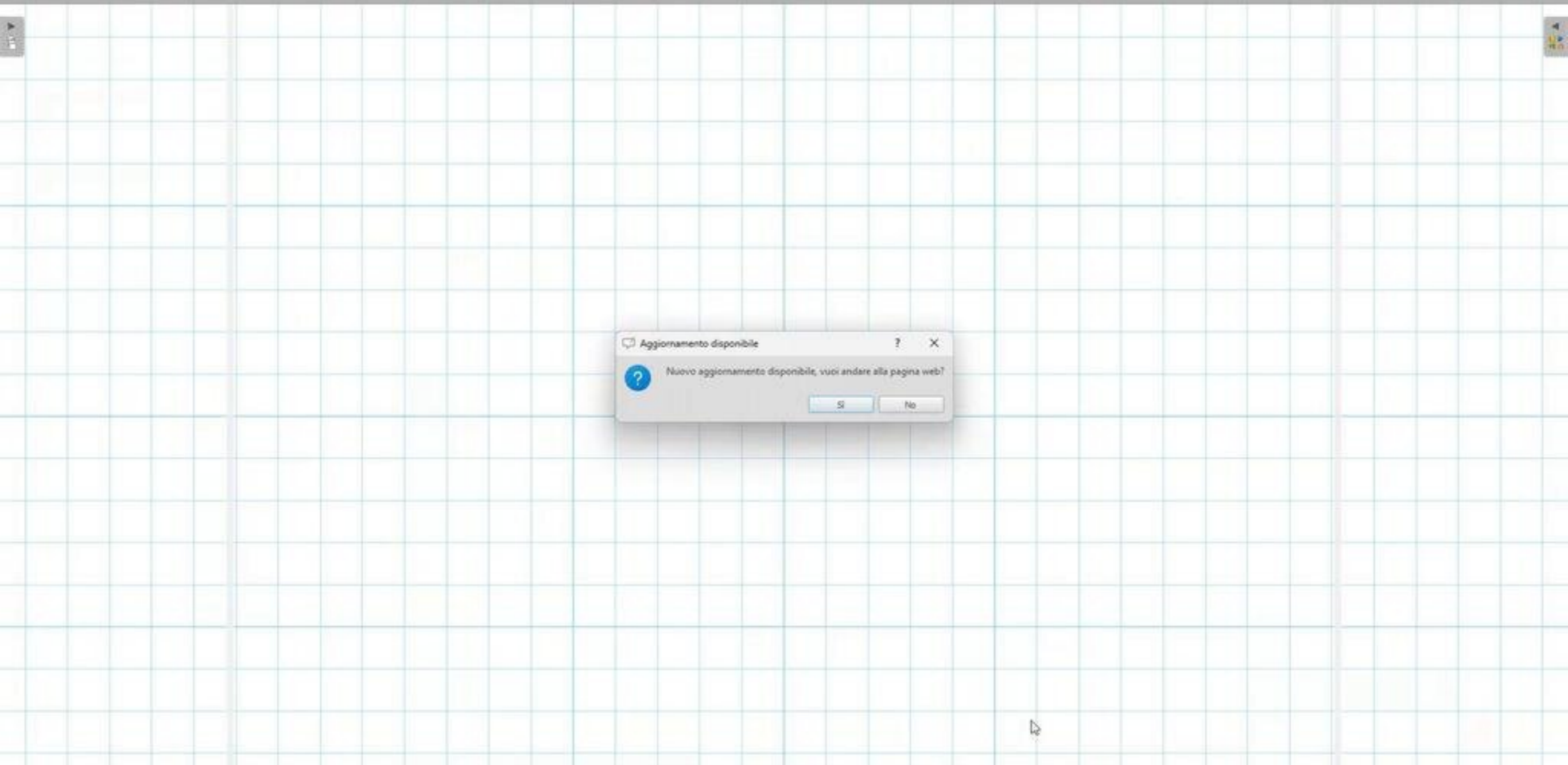
The image shows a portion of a Mac OS interface. At the top, the menu bar includes icons for Launchpad, Web, Documents, and OpenBoard. Below it, a context menu is open, listing various actions with their keyboard shortcuts: Dimensione pagina, Tagla (Ctrl-X), Copia (Ctrl-C), Incolla (Ctrl-V), Nascondi OpenBoard (Ctrl-H), Sospendi, Apri tutorial, Preferenze (Alt+Return), Multitermine, Controlla aggiornamenti, PodCast, and Esci (Alt+F4). A mouse cursor is positioned over the 'Nascondi OpenBoard' option.



A small zoom control widget in the bottom right corner, featuring a magnifying glass icon and the text '0.7 x'.



A horizontal strip containing hand-drawn diagrams and notes. It includes a small diagram of a star with a magnifying glass, the text 'INDICI DI COLORE', and other scribbles and symbols.



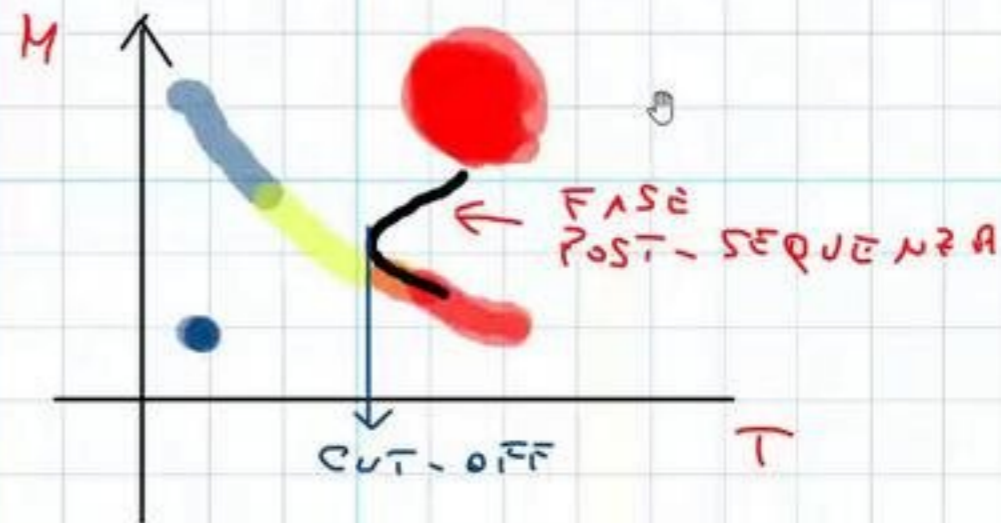
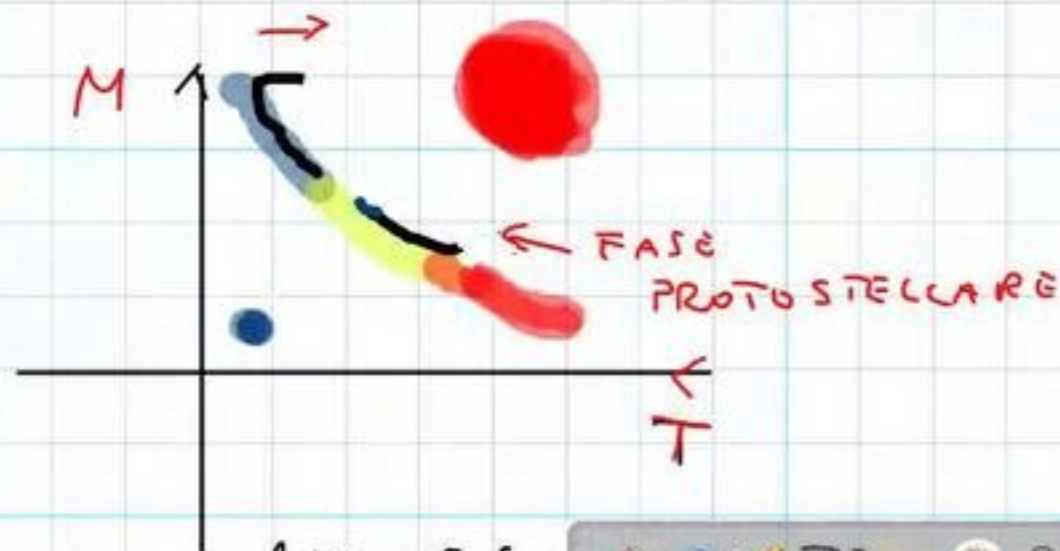
Aggiornamento disponibile ? X

! Nuovo aggiornamento disponibile, vuoi andare alla pagina web?

SI NO

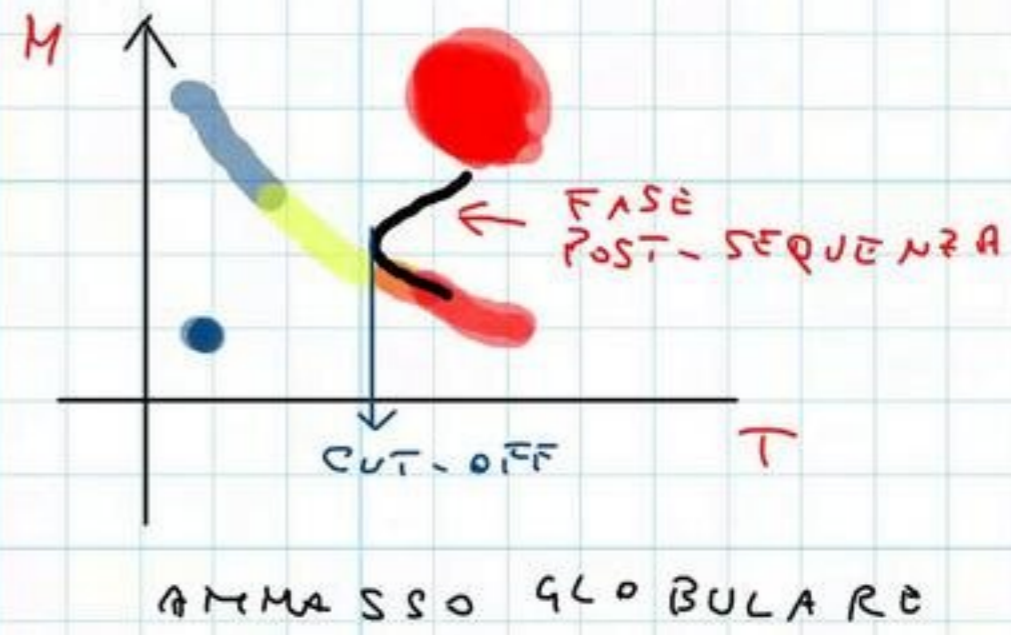
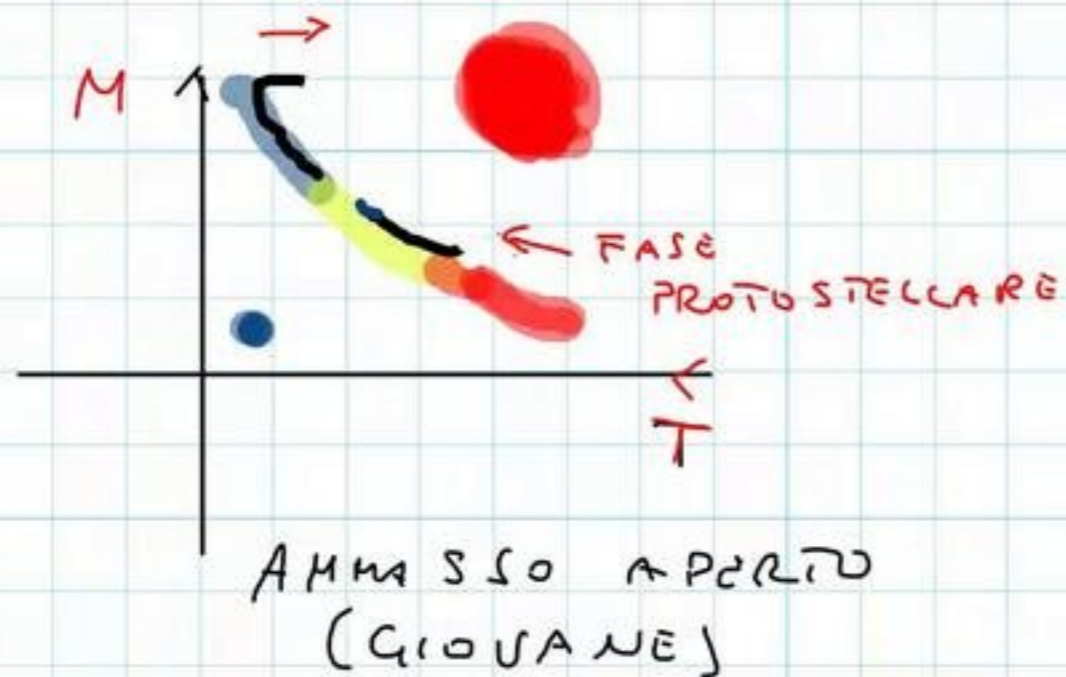
DALLA SEQUENZA PRINCIPALE DEL DIAGRAMMA H-R.

I SOCRONĒ DI AMMASSO = SONO CURVE CHE RAPPRESENTANO SUL DIAGRAMMA H-R LE POSIZIONI DELLE STELLE DI UNO STESSO AMMASSO STELLARE.



AMMASSO ~~PER~~ AMMASSO GLOBULARE

POSIZIONI DELLE STELLE DI UNO STESSO AMMASSO STELLARE.



PERCHÉ SI CHIAMANO "ISOCRONE"?

PERCHÉ NON È AZZARDATO SUPPORRE CHE, NATE NELLO STESSO LUOGO, LE STELLE DI UN AMMASSO SI SIANO FORMATE IN ISTANTI RELATIVAMENTE VICINI (CIOÈ CHE

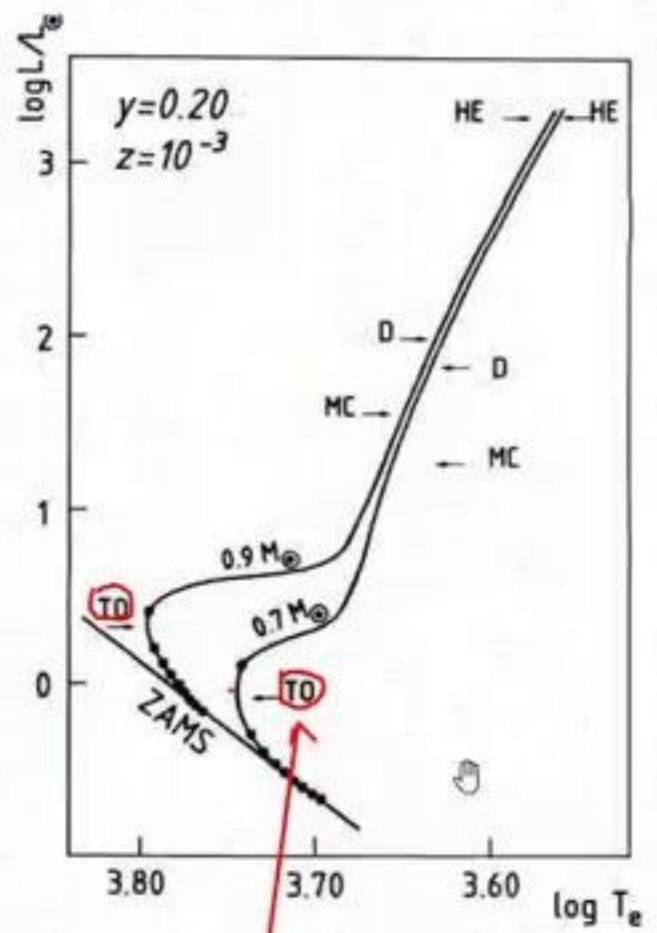
$M_2 > M_1$

"TURN-OFF"

ISOLATIVE PER MASSE DIVERSE
RILEVATA DALLE RIGHE DI
SI RIPORTANO

UN PUNTO DI USCITA DALLA
SPONDENZA DI UNA CERTA

UDINE ASSOLUTA



Non è la targa di
Torino, è il "Turn
Off"

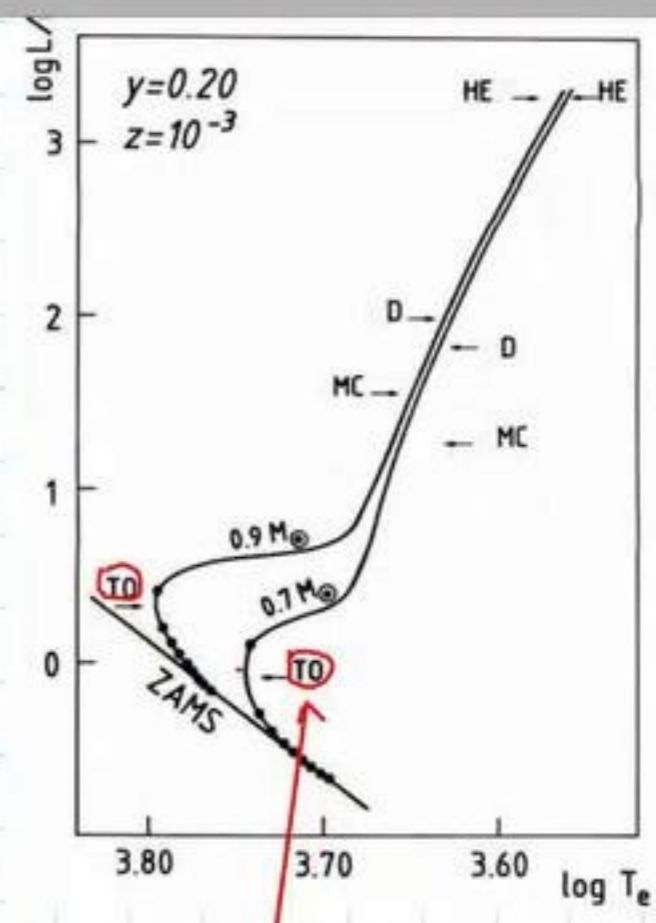
"TURN-OFF"

LUTIVE PER MASSE DIVERSE
RILEVATA DALLE RIGHE DI
SI RIPORTANO

UN PUNTO DI USCITA DALLA
SPONDENZA DI UNA CERTA

DINE ASSOLUTA

TURN-OFF CON LA



Non è la targa di Torino, è il "Turn Off"

