



## Olimpiadi Italiane di Astronomia 2020

### Corso di preparazione alla Finale Nazionale

#### Prova Pratica – Le Cefeidi e la scala delle distanze cosmiche

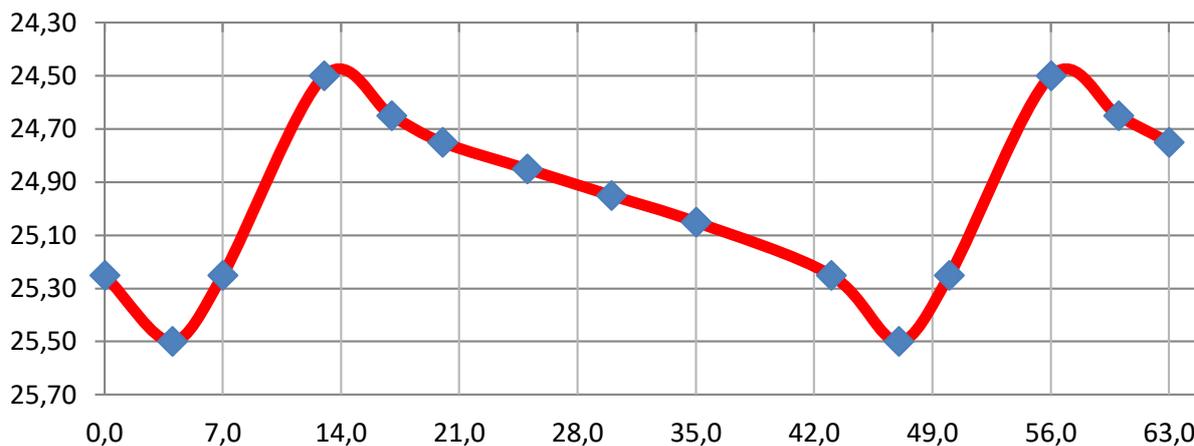
t (g)	$m_v$
0.0	25.25
4.0	25.50
7.0	25.25
13.0	24.50
17.0	24.65
20.0	24.75
25.0	24.85
30.0	24.95
35.0	25.05
43.0	25.25
47.0	25.50
50.0	25.25
56.0	24.50
60.0	24.65
63.0	24.75

In una galassia a spirale, è stata osservata una variabile cefeide. Le osservazioni sono riportate nella tabella a sinistra. I tempi delle osservazioni sono espressi in giorni a partire da una data iniziale ( $t = 0$ ), le magnitudini apparenti sono state ottenute nella banda fotometrica V.

1. Disegnate la curva di luce (la curva che interpola i dati osservati) della cefeide e determinate il suo periodo di variabilità e la sua magnitudine apparente media;
2. Calcolate la magnitudine media assoluta della cefeide utilizzando la relazione:  $M_v = -2.85 \log P - 1.37$  (dove il periodo  $P$  è espresso in giorni);
3. Calcolate il modulo di distanza della galassia e la sua distanza in parsec e in anni luce;
4. Calcolate la velocità di allontanamento della galassia (per la costante di Hubble-Lemaître assumete il valore  $H = 67.4$  km/s Mpc);
5. Stimare il diametro della galassia in anni luce, sapendo che è visibile nel cielo come un'area di forma circolare con diametro angolare  $\alpha = 475''$

#### Soluzione

1. Riportiamo le osservazioni della tabella in un grafico, con il tempo in ascissa e la magnitudine apparente in ordinata e disegniamo la curva di luce interpolando i dati osservativi



Dall'analisi della curva di luce notiamo come i valori di magnitudine si ripetono dopo un tempo pari a 43.0 giorni, che è quindi il periodo  $P$  della variabile:  $P = 43.0$  giorni.

La magnitudine apparente media  $\langle m_v \rangle$  si ottiene dalla media aritmetica delle magnitudini apparenti massima e minima e, con buona approssimazione, vale:

$$\langle m_v \rangle = \frac{m_{\text{minima}} + m_{\text{massima}}}{2} \approx \frac{25.50 + 24.50}{2} \approx 25.00$$

2. Noto il periodo, possiamo ricavare la magnitudine media assoluta della cefeide:

$$\langle M_v \rangle = -2.85 \log P - 1.37 \approx -2.85 \log 43.0 - 1.37 \approx -6.01$$

3. Il modulo di distanza  $\mu$  è definito come la differenza tra la magnitudine apparente e quella assoluta:

$$\mu = \langle m_v \rangle - \langle M_v \rangle \approx 25.00 + 6.01 \approx 31.01$$

Per il calcolo della distanza  $d$  utilizziamo la relazione:

$$M_v = m_v + 5 - 5 \log d$$

da cui otteniamo:

$$d = 10^{\frac{\langle m_V \rangle - \langle M_V \rangle + 5}{5}} \simeq 10^{\frac{25.00 + 6.01 + 5}{5}} \simeq 15.9 \text{ Mpc} \simeq 51.9 \cdot 10^6 \text{ anni luce}$$

4. Data la sua distanza questa galassia non fa parte del "Gruppo Locale", il cui diametro è di circa  $3 \text{ Mpc}$ , per cui la sua velocità di recessione  $v$  può essere calcolata dalla legge di Hubble-Lemaître:

$$v = H \cdot d \simeq 67.4 \frac{\text{km}}{\text{s Mpc}} \cdot 15.9 \text{ Mpc} \simeq 1070 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

5. Poiché la galassia appare nel cielo di forma circolare, ne segue che la direzione di osservazione è, con buona approssimazione, perpendicolare al suo piano galattico. In questa semplice configurazione il diametro  $D$  della galassia è dato dalla relazione:

$$D = d \cdot \tan \alpha \simeq 51.9 \cdot 10^6 \text{ anni luce} \cdot \tan 0.132^\circ \simeq 1.20 \cdot 10^5 \text{ anni luce}$$