

PREMESSA

Le **Cefeidi** sono stelle giganti e supergiganti la cui luminosità varia a causa di **pulsazioni** fisiche. Si espandono e si contraggono regolarmente, e questo ne causa l'aumento e la diminuzione della luminosità. Sono cruciali per misurare le distanze nell'universo, poiché esiste una relazione diretta tra il loro periodo di pulsazione e la loro luminosità intrinseca.

Da non confondersi con le **Pulsar**, infatti queste sono stelle di neutroni a rotazione molto rapida, che sono i resti collassati di una stella massiccia esplosa come supernova. Emettono fasci di radiazione elettromagnetica (come onde radio o raggi X) dai loro poli magnetici. La loro luminosità (o, più precisamente, il segnale che riceviamo) sembra "pulsare" perché, mentre la stella ruota, i fasci di radiazione passano ciclicamente dalla nostra linea di vista, un po' come un faro.

In sintesi, le Cefeidi sono stelle che "pulsano fisicamente", mentre le pulsar sono stelle che "pulsano" a causa della loro rapida rotazione e dei loro fasci di radiazione.

È proprio sulle cefeidi che voglio concentrarmi perché queste stelle riguardano uno degli studi di Margherita Hack. In particolare la Hack ha posto attenzione a quelle del tipo Lambda Bootis, rare stelle che presentano una quantità piuttosto bassa di metalli negli strati esterni. Ha una massa 1.66 volte quella del Sole, è una ventina di volte più luminosa e il suo raggio è del 70% superiore a quello solare. L'età della stella è stata stimata essere di circa 300 milioni di anni.

Ed ecco il **PROBLEMA**.

Una studentessa, appassionata di astrofisica, sta osservando una stella variabile Cefeide che ha scoperto in una galassia. Ha misurato il periodo di variazione della sua luminosità e ha verificato che il ciclo di pulsazione dura esattamente 10 giorni. Conoscendo la luminosità apparente (magnitudine apparente m) pari a 12.5, vuole calcolare la distanza della stella.

SOLUZIONE.

Premessa.

- La **magnitudine apparente m** è una misura della luminosità di un oggetto visto dalla Terra.
- La **magnitudine assoluta M** è la luminosità intrinseca di un oggetto, definita come la magnitudine che avrebbe se fosse osservato da una distanza standard di 10 parsec.

NOTA. Un **parsec** (simbolo: pc) è un'unità di misura della lunghezza usata dagli astronomi per calcolare le immense distanze degli oggetti al di fuori del nostro Sistema Solare. Corrisponde approssimativamente a 3.26 anni luce o a circa 30.9 trilioni di chilometri.

Il periodo di pulsazione P di una **cefeide** è direttamente correlato alla sua **magnitudine assoluta intrinseca M** .

Questa relazione è nota come la **legge periodo-luminosità** e fu scoperta da Henrietta Swan Leavitt (1868-1921), astronoma statunitense, ricordata appunto per i suoi studi sulla posizione e luminosità delle stelle, ideando un'equazione che lega la luminosità delle Cefeide e il ritmo delle loro pulsazioni.

- **Periodo più lungo = magnitudine assoluta più brillante** (valore di M più piccolo).
- **Periodo più breve = magnitudine assoluta meno brillante** (valore di M più grande).

Ed ecco l'equazione per determinare M :

$$M = -2.76 \cdot \log P - 1.4 \quad (1)$$

nella quale P è il periodo di pulsazione in giorni, ed è quella che usa la studentessa.

Pertanto dalla (1) determina la magnitudine assoluta conoscendo $P = 10$ giorni ed $m = 12.5$:

$$M = -2.76 \cdot \log 10 - 1.4 = -2.76 \cdot 1 - 1.4 = -4.16.$$

Così passa alla determinazione della distanza d utilizzando l'equazione

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

nella quale sostituisce i valori noti

$$12.5 - (-4.16) = 5 \cdot \log d - 5$$

$$16.66 = 5 \cdot \log d - 5$$

$$5 \cdot \log d = 21.66$$

$$\log d = 4.332$$

$$d \approx 2147830474 \text{ parsec}$$

che approssima a 21480 parsec .

Converte la distanza calcolata di circa 21480 parsec in chilometri, usando il fattore di conversione standard:

$$\text{"1 parsec (pc) equivale a circa } 3.086 \times 10^{13} \text{ Km"}$$

Usando questo valore, calcola la distanza in chilometri:

$$d \approx 21480 \cdot 3.086 \cdot 10^{13} \text{ Km} \approx 6.628728 \cdot 10^{17} \text{ Km}$$

che approssima in

$$d \approx 6.63 \cdot 10^{17} \text{ Km}$$

Pertanto, la distanza della cefeide che ha misurato, in chilometri, è di circa **663.000 trilioni di Km**.

Nel contesto del problema, utilizza un grafico cartesiano per visualizzare la relazione tra il **periodo di pulsazione** P della Cefeide considerata e la sua **magnitudine assoluta** M , che si può chiamare **relazione periodo-luminosità**

Il problema, come detto, si basa sulla **legge periodo-luminosità** di Henrietta Leavitt, che stabilisce una correlazione diretta tra il periodo di variazione della luminosità di una Cefeide e la sua luminosità intrinseca, la cui equazione è:

$$M = -2.76 \cdot \log P - 1.4 \quad (1)$$

In questo caso, costruisce il grafico, ponendo:

- **Asse X:** periodo di pulsazione P (in giorni).
- **Asse Y:** magnitudine assoluta M .

La relazione è logaritmica. Questo significa che all'aumentare del periodo P , la magnitudine assoluta M diminuisce (diventa numericamente più piccola, quindi la stella è più luminosa), ma non in modo costante. Il grafico di questa funzione mostrerà una curva decrescente.

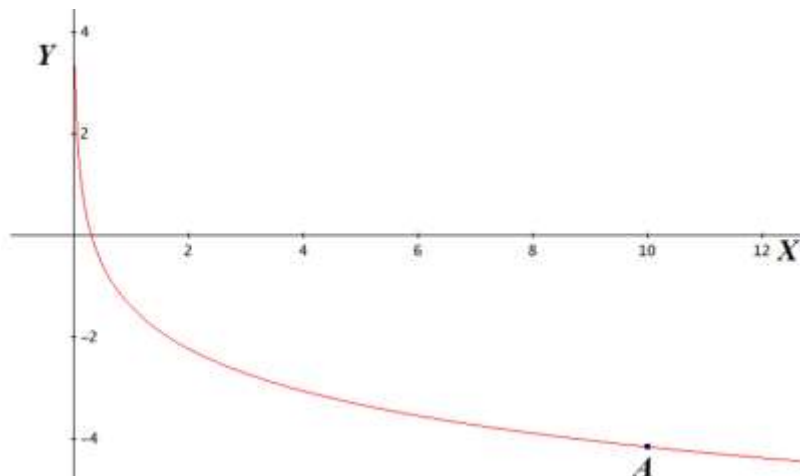
Nel problema, il periodo di pulsazione è $P = 10$ giorni. Utilizzando l'equazione (1), la magnitudine assoluta calcolata per la Cefeide della studentessa è:

$$Y = -2.76 \cdot \log X - 1.4 \quad (2)$$

Per $P = X = 10$ giorni, è:

$$Y = -2.76 \cdot \log 10 - 1.4 = -4.16$$

Pertanto si ottiene il punto di coordinate $A (10; -4.16)$; ed ecco il grafico che rappresenta la (2)



nel quale si ritrova il punto, con coordinate $(10; -4.16)$, esattamente sulla curva del grafico, che dimostra visivamente la relazione tra il periodo misurato e la luminosità intrinseca.