



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2016

## Finale Nazionale – 20 Aprile

### Categoria Junior Prova Pratica

#### Esplosione di una supernova

Nella tabella a destra sono riportate le osservazioni fotometriche della *supernova* di "tipo Ia" **SN 2003du**, esplosa nella galassia **UGC 9391** nel 2003. Le supernovae di tipo Ia possono essere utilizzate come "candele standard" per determinare le distanze delle galassie che le ospitano, in quanto esiste una relazione che lega la loro magnitudine assoluta ( $M_{SN}$ ) alla variazione della magnitudine apparente dopo 15 giorni dal massimo:

$$M_{SN} = -21.73 + 2.7 \cdot \Delta m_{15}$$

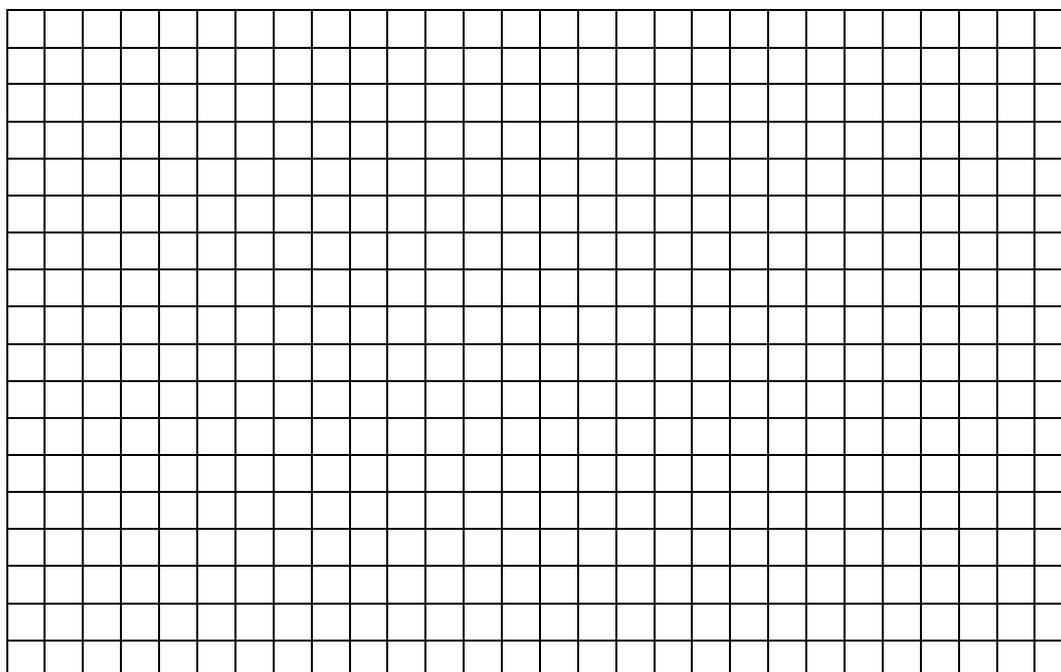
dove  $\Delta m_{15} = m_{15} - m_{max}$  è la differenza tra la magnitudine apparente 15 giorni dopo il massimo di luminosità e la magnitudine apparente al massimo di luminosità.

1. Si costruisca la curva di luce della supernova utilizzando la griglia allegata in fondo al testo;
2. Si determini la luminosità della supernova in unità di luminosità solari ( $L_{\odot}$ );
3. Si calcoli la distanza della galassia in parsec e in anni luce;
4. Sapendo che la luminosità totale integrata della galassia UGC 9391 è  $m_{galassia} = 14.6$ , si confronti la luminosità della SN con la luminosità della galassia e si dica se la supernova al massimo è più luminosa dell'intera galassia.

Giorno Giuliano (2452000.0 +)	m
752.80	15.90
753.64	15.30
756.05	14.60
757.01	13.72
762.48	13.40
763.44	13.30
769.12	13.60
771.03	13.70
775.05	13.87
777.40	14.00
778.50	14.20
781.50	14.30
788.48	14.60
790.48	14.70
794.53	14.90
802.03	15.15
813.02	15.52
820.42	15.70
831.49	16.00
836.40	16.10
851.42	16.40

Curva di luce della supernova SN 2003du

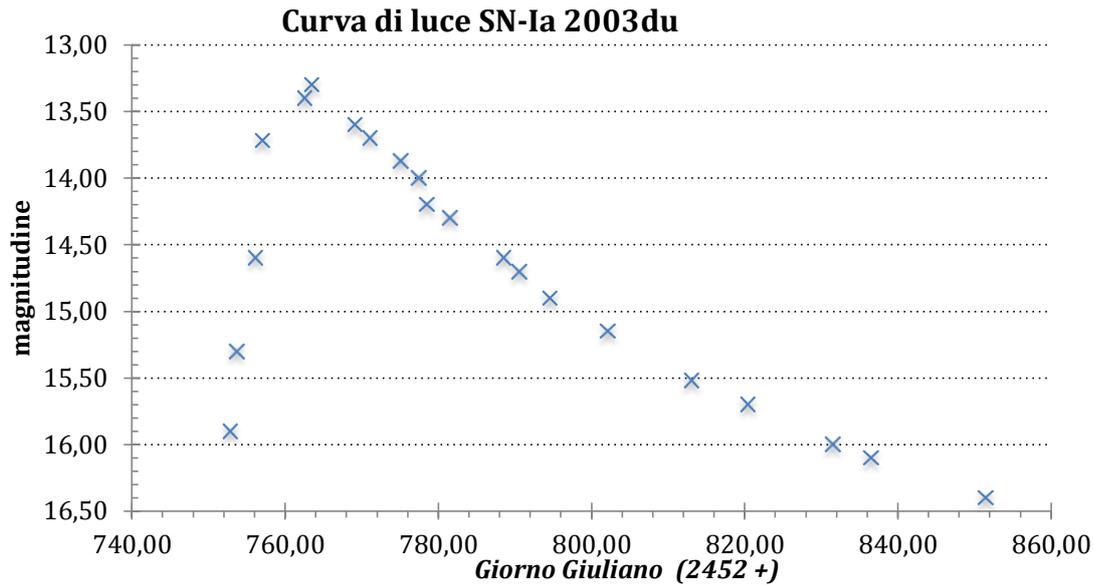
magnitudine apparente



Giorno Giuliano (2452000.0 +)

## Soluzione

- Dai dati della tabella si costruisce la seguente curva di luce:



- Per ricavare la luminosità della SN è necessario ricavare per prima cosa la sua magnitudine assoluta, che otteniamo utilizzando la relazione:

$$M = -21.73 + 2.7 \cdot \Delta m_{15}$$

Calcoliamo il valore  $\Delta m_{15}$  dalla curva di luce. Il valore  $m_{15}$  si ottiene dall'interpolazione della curva di luce 15 giorni dopo il massimo. Poiché il massimo di luminosità ( $m_{max} = 13.30$ ) è stato osservato al Giorno Giuliano (JD) = 2452763.44, il valore cercato è in corrispondenza del JD = 2452778.44. Con ottima approssimazione possiamo assumere il valore misurato al JD = 2452778.50, ovvero assumiamo  $m_{15} = 14.20$ :

sarà quindi:  $\Delta m_{15} = m_{15} - m_{max} = 0.90$

da cui ricaviamo:  $M_{SN} = -21.73 + 2.7 \cdot \Delta m_{15} = -19.30$

Dalla relazione:  $M_{SN} - M_{\odot} = -2.5 \log(L_{SN}/L_{\odot})$

ricaviamo:  $\log(L_{SN}/L_{\odot}) = (-19.30 - 4.83)/-2.5 = 9.652$

$$L_{SN}/L_{\odot} = 10^{9.652}$$

ed infine il valore cercato:  $L_{SN} = 4.49 \cdot 10^9 L_{\odot}$

- Per ricavare la distanza (d) della supernova in parsec, e quindi della galassia che la ospita, utilizziamo la relazione che lega la magnitudine assoluta della supernova con la sua magnitudine apparente al massimo di luminosità:

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

da cui si ricava:  $d = 10^{\frac{(m-M+5)}{5}} = 10^{\frac{(13.30+19.30+5)}{5}} = 10^{7.52} = 33.1 \text{ Mpc} = 107.9 \cdot 10^6 \text{ anni luce}$

- Nota la distanza ricaviamo la magnitudine assoluta della galassia:

$$M_{gal} = m_{galassia} + 5 - 5 \log d = 14.6 + 5 - 5 \log(33.1 \cdot 10^6) = -18.0$$

Possiamo adesso ricavare la luminosità della galassia in unità della luminosità del Sole:

$$M_{gal} - M_{\odot} = -2.5 \log(L_{gal}/L_{\odot}) \text{ da cui: } \log(L_{gal}/L_{\odot}) = (-18.0 - 4.83)/-2.5 = 9.1$$

$$L_{gal}/L_{\odot} = 10^{9.1} \text{ e quindi: } L_{gal} = 1.26 \cdot 10^9 \cdot L_{\odot}$$

Confrontando le luminosità della supernova e della galassia si ottiene:

$$L_{SN}/L_{gal} = 4.49 \cdot 10^9 / 1.26 \cdot 10^9 = 3.56 \Rightarrow L_{SN} = 3.56 L_{gal}$$

La supernova al massimo di luminosità diventa circa 3.56 volte più luminosa della galassia che la ospita.