



OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2018

Finale Nazionale – 19 aprile

Prova Pratica categoria Junior 2

Osservazioni all'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (OAAb)



Sei il responsabile scientifico di un progetto che ha come scopo lo studio nelle bande ottiche di ammassi globulari della nostra galassia. Ti vengono messe a disposizione le notti osservative del 29/07/2018 e del 29/12/2018 al telescopio TNT dell'OAAb (coordinate geografiche: Longitudine = $13^{\circ} 44'$ E, Latitudine = $42^{\circ} 39'$ N). Il TNT ha un disegno ottico di tipo Ritchey-Chretien (specchi a curvatura iperbolica) con primario da 720 mm di diametro e secondario da 185 mm di diametro. La lunghezza focale equivalente è di 9800 mm. Al piano focale è montata una camera CCD E2V CCD47-10 retroilluminata con formato 1024x1024 pixel, con pixel di forma quadrata e dimensioni di $20 \times 20 \mu\text{m}$, che copre interamente il campo del telescopio.

Gli ammassi globulari che vuoi studiare appartengono al seguente catalogo:

Nome Ammasso	Ascensione Retta	Declinazione	Distanza (kpc)	(m-M)	$m_V(\text{HB})$	Diametro angolare ($'$)
Eridanus	04:24:44	-21:11:13	90.1	19.83	20.42	3.1
NGC 2419	07:38:08	+38:52:57	82.6	19.83	20.31	4.1
NGC 4147	12:10:06	+18:32:33	19.3	16.49	17.02	4.0
M3	13:42:12	+28:22:38	10.2	15.07	15.64	16.2
M5	15:18:33	+02:04:52	7.50	14.46	15.07	17.4
M13	16:41:41	+36:27:36	7.10	14.33	14.90	16.6
NGC 6256	16:59:33	-37:07:17	50.1	18.44	19.09	1.7
NGC 6380	17:34:28	-39:04:09	58.3	18.81	19.50	5.5
M15	21:29:58	+12:10:01	10.4	15.39	15.83	12.3
Pal 13	23:06:44	+12:46:19	26.0	17.23	17.75	0.7

- 1) Scegli, per le due date disponibili, l'ammasso globulare che alle 00:00 UT sia più vicino al meridiano;
- 2) i due ammassi selezionati entrano interamente nel campo di vista della camera CCD e sono quindi osservabili con un'unica acquisizione?
- 3) calcola le dimensioni (diametro) in anni luce dei due ammassi;
- 4) utilizzando tutti i valori riportati in tabella, rappresenta graficamente la magnitudine in banda V del braccio orizzontale $m_V(\text{HB})$ in funzione del modulo di distanza (m-M). Che andamento ottieni? Si potrebbe dire, in questo caso, che le stelle di HB sono degli ottimi indicatori di distanza?

Soluzione.

1. Per ricavare l'ascensione retta delle stelle che passano al meridiano a Teramo il 29/07/2018 e il 29/12/2018 alle 00:00 UT occorre calcolare il tempo siderale a Teramo per le due date. Il tempo siderale indica infatti l'ascensione retta degli oggetti celesti che in un dato momento e in un dato luogo passano al meridiano.

Il 21 marzo il Sole si trova nel punto γ (equinozio di primavera), quindi la sua ascensione retta è $AR_{\odot} = 0\text{h}$ e passa al meridiano a Greenwich alle 12:00 UT. Quindi alle 12:00 UT il tempo siderale (definito come l'angolo orario del punto γ) vale 0h, ovvero 24h. Alle 00:00 UT dello stesso giorno (cioè 12 ore prima) il tempo siderale a Greenwich vale circa $T_{\text{SidG21Marzo}} \cong 24\text{h} - 12\text{h} = 12\text{h}$ e passano al meridiano (a Greenwich) le stelle con $AR \cong 12\text{h}$. Poiché il giorno siderale è di circa 3m 56s più corto del giorno solare medio, il tempo siderale aumenta di 3m 56s ogni giorno solare. Tra il 21 marzo e il 29 luglio trascorrono in totale 130 giorni e quindi il 29 luglio 2018

il tempo siderale di Greenwich alle 00:00 UT vale: $T_{\text{SidG29Luglio}} \cong 12\text{h} + 3\text{m} 56\text{s} \cdot 130 \cong 12\text{h} + 8\text{h} 31\text{m} \cong 20\text{h} 31\text{m}$. Quindi alle 00:00 UT a Greenwich passano al meridiano le stelle con $AR \cong 20\text{h} 31\text{m}$.

L'OAAb ha una longitudine di $13^\circ.73$, cioè si trova a $\Delta T = \frac{13.73 \cdot 24}{360} \cong 55 \text{ minuti}$ a Est di Greenwich. Il tempo siderale locale alle 00:00 UT del 29 luglio vale: $T_{\text{SL}_{\text{OAAb29Luglio}}} \cong 20\text{h} 31\text{m} + 55\text{m} = 21\text{h} 26\text{m}$. Quindi per questa data l'ammasso da scegliere è M 15.

In modo del tutto analogo, poiché tra il 29 dicembre e il 21 marzo trascorrono in totale 82 giorni, il tempo siderale di Greenwich alle 00:00 UT del 29 dicembre vale $T_{\text{SidG29Dicembre}} \cong 12\text{h} - 3\text{m} 56\text{s} \cdot 82 \cong 12\text{h} - 5\text{h} 22\text{m} = 6\text{h} 38\text{m}$. Quindi alle 00:00 UT passano al meridiano di Greenwich le stelle con $AR \cong 6\text{h} 38\text{m}$ e il tempo siderale locale alle 00:00 UT all'OAAb vale: $T_{\text{SL}_{\text{OAAb29dicembre}}} \cong 6\text{h} 38\text{m} + 55\text{m} = 7\text{h} 33\text{m}$. Quindi per questa data l'ammasso da scegliere è NGC 2419.

2. La "scala" del telescopio è definita come il numero di secondi d'arco che corrispondono a 1 mm di lunghezza sul piano focale e per il TNT vale:

$$scala_{TNT} = \tan^{-1} \frac{1}{9800} \cong 21.05 \frac{''}{\text{mm}}$$

Poiché ogni pixel del CCD ha dimensione di $20 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$, la scala su ogni pixel sarà di:

$$scala_{\text{pixel}} = scala_{TNT} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ mm} \cong 0.421 \frac{''}{\text{pixel}}$$

Quindi il sensore della camera CCD è un quadrato di lato:

$$L_{\text{CCD}} = 0.421 \frac{''}{\text{pixel}} \cdot 1024 \text{ pixel} \cong 431'' \cong 7'.19$$

e di area:

$$A_{\text{CCD}} \cong 7'.19 \cdot 7'.19 \cong 51.7 \text{ primi quadrati}$$

In definitiva NGC 2419, che ha un diametro angolare di $4'.1$, rientra interamente nel campo di vista della camera CCD, mentre M 15, che ha un diametro angolare di $12'.3$, non può essere fotografato interamente con un'unica acquisizione.

3. La distanza (d) dei due ammassi vale rispettivamente:

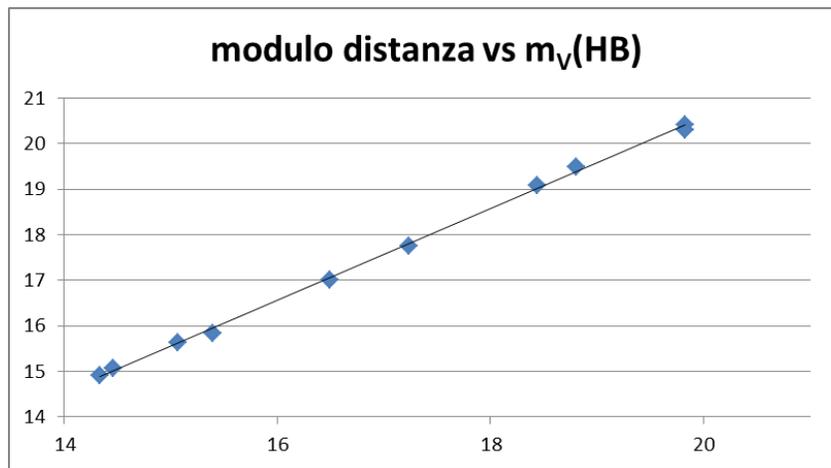
$$d_{\text{NGC2419}} = 269276 \text{ anni luce} \quad \text{e} \quad d_{\text{M15}} = 33904 \text{ anni luce}$$

Il diametro (D) in anni luce è dato dalla relazione: $D = d \cdot \tan(\text{diametro angolare})$. Nei due casi si ha:

$$D_{\text{NGC2419}} = 269276 \text{ anni luce} \cdot \tan 0.0683 \cong 321 \text{ anni luce}$$

$$D_{\text{M15}} = 33904 \text{ anni luce} \cdot \tan 0.205 \cong 121 \text{ anni luce}$$

4. Nella seguente figura è mostrato il grafico con i valori del modulo di distanza (m-M) in ascissa e della magnitudine in banda V del braccio orizzontale $m_V(\text{HB})$ in ordinata di tutti gli ammassi:



Otteniamo un andamento lineare: il grafico dimostra che esiste una correlazione lineare tra la luminosità delle stelle del braccio orizzontale (HB) degli ammassi globulari e la loro magnitudine assoluta e quindi le stelle di HB sono dei buoni indicatori di distanza.