

Olimpiadi Italiane di Astronomia 2019

INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania

Corso di preparazione alla Finale Nazionale: Categorie **Junior 1 + Junior 2 + Senior**

**Incontro 8: 10 aprile 2019** - A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

### 6. VA

Un ammasso di galassie contiene 100 galassie, si estende nel cielo su un'area di circa  $6^\circ \times 6^\circ$  e il suo centro dista 18 Mpc dalla Via Lattea. Stimare la distanza media ( $D_M$ ) tra le galassie dell'ammasso.

### 7. VA

Una serie di osservazioni della variabile II Peg ha prodotto i risultati mostrati in tabella.

JD <sub>o</sub>	m <sub>v</sub>	fase
2446678.6186	7.75	
2446680.6360	7.49	
2446682.5482	7.35	
2446683.5527	7.44	
2446685.6036	7.79	
2446686.6010	7.75	
2446688.5695	7.32	

Utilizzando l'effemeride:

$$JD_o = 2443030.396 + 6.724464 \cdot E$$

calcolare le fasi delle osservazioni e costruire la curva di luce della variabile.

Sapendo che il 14 Aprile 2016 alle 12:00 UT il Giorno Giuliano vale:  $JD = 2457493.0$ , stimate in che anno sono state fatte le osservazioni.

### 28. MA

Ci sono circa 250 milioni di stelle nella galassia ellittica M32 (satellite della Galassia di Andromeda). La magnitudine visuale integrata di M32 è  $m_{TOT} = 9$ . Se le stelle hanno tutte la stessa magnitudine  $m$ , qual è il valore di  $m$ ?

### 2. CA

Un osservatore misura per la Stella Polare ( $\delta_{2000} = 89^\circ 16'$ ) un'altezza minima di  $26^\circ 36'$ , a che latitudine si trova l'osservatore? Si trascurino gli effetti della precessione.

### 20. CA

Un astronomo nota che il suo orologio a tempo siderale si è fermato. Suggerite un metodo per sincronizzare il suo orologio con il tempo siderale.

### 21. CA

Servendosi della relazione  $t = \alpha + H$ , che lega il tempo siderale ( $t$ ) con l'ascensione retta ( $\alpha$ ) e l'angolo orario degli oggetti sulla sfera celeste, dire se l'ascensione retta aumenta da est verso ovest o viceversa.

### 22. CA

Un osservatore dispone di un orologio a tempo universale e di un orologio a tempo siderale. In un certo istante i due orologi segnano entrambi  $t = 0$ . Che tempo segnerà l'orologio a tempo siderale quando quello a tempo universale segnerà  $t = 16$  h ?

### 24. CA

Abbiamo osservato una stella sorgere alle ore 22:00 UT del 3 Febbraio 2012. In una data successiva abbiamo osservato la stessa stella sorgere alle 19:58 UT. In che giorno è stata fatta la seconda osservazione? Assumiamo per il giorno siderale una durata di  $23h 56' 4'' (=86164$  s).

### 26. CA

Il 21 agosto 2017 alle 13:30 di ora locale in una città posta sul meridiano centrale del fuso orario  $LT = UT-5$  è stato possibile osservare un'eclisse totale di Sole. Stimare la fase che avrà la Luna osservata dalla stella località il 26 agosto 2018 alle  $UT=00:00$ . Si assuma per il periodo sinodico della Luna il valore  $P_{sin} = 29.53$  giorni

**28. CA**

Si considerino due località A e B, con la seconda a ovest rispetto alla prima. Detti  $t_A$  e  $t_B$  il tempo siderale e  $UT_A$  e  $UT_B$  il tempo universale nelle due località, dire se l'affermazione  $t_A = t_B$  e  $UT_A = UT_B$  è corretta.

**5. TA**

Volete costruire un telescopio per fotografare quello che resta sulla superficie della Luna dei moduli di allunaggio (LEM) utilizzati dagli astronauti delle missioni Apollo. Per far ciò avete realizzato un sistema di ottica adattiva per osservazioni a  $5500 \text{ \AA}$ , che permette di annullare completamente gli effetti della turbolenza dell'atmosfera terrestre. Che diametro dovrà avere il vostro telescopio? La parte inferiore dei LEM aveva un diametro di circa 4.5 m. Sapreste suggerire una soluzione più "economica"?

**17. TA**

Abbiamo installato sulla Luna un telescopio con apertura  $D = 1 \text{ m}$  e focale  $f/8$ . Sul piano focale del telescopio abbiamo montato un rivelatore CCD quadrato da  $3 \times 3 \text{ cm}$  formato da 12 Mpx. Riusciamo con questo rivelatore a sfruttare il potere risolutivo del telescopio per osservazioni a  $5500 \text{ \AA}$ ?

## Soluzioni

### 6. VA

Possiamo stimare la distanza media tra le galassie dividendo il volume totale occupato dall'ammasso per il numero di galassie. La distanza tra questi "volumi unitari" è proprio la stima cercata. Ipotizziamo che l'ammasso occupi un volume di forma cubica con lato pari a  $6^\circ$ . Alla distanza di 18 Mpc un angolo di  $6^\circ$  equivale a una distanza lineare:  $L = 18 \text{ Mpc} \cdot \tan 6^\circ \cong 1.9 \text{ Mpc}$ . Il volume totale dell'ammasso è quindi  $V_{\text{Totale}} \cong 6.8 \text{ Mpc}^3$ . In media troveremo quindi una galassia ogni:

$$V_{\text{medio}} = \frac{V_{\text{Totale}}}{N_{\text{galassie}}} = \frac{6.8 \text{ Mpc}^3}{100} = 6.8 \cdot 10^{-2} \text{ Mpc}^3$$

Il lato di questo volume equivale alla distanza media tra le galassie:

$$D_M = \sqrt[3]{6.8 \cdot 10^{-2} \text{ Mpc}^3} \cong 0.41 \text{ Mpc} \cong 1.3 \cdot 10^6 \text{ anni luce}$$

### 7. VA

$JD_0$	$m_v$	fase
2446678.6186	7.75	.5299
2446680.6360	7.49	.8299
2446682.5482	7.35	.1142
2446683.5527	7.44	.2636
2446685.6036	7.79	.5686
2446686.6010	7.75	.7169
2446688.5695	7.32	.0097

La fase delle osservazioni, con cui costruire la curva di luce, si ottiene sottraendo all'epoca di osservazione l'epoca iniziale, dividendo il risultato per il periodo e considerando la parte frazionaria del risultato. Nel nostro caso avremo quindi:

$$\text{fase} = \text{frac} \frac{JD_0 - 2443030.396}{6.724464}$$

Tra l'ultima osservazione e il 20 Aprile 2016 sono passati circa 10804 giorni, pari a circa 29 anni e sette mesi. Quindi le osservazioni sono state fatte nel settembre 1986.

### 28. MA

Dalla relazione  $m_{\text{TOT}} - m = -2.5 \log \frac{F_{\text{TOT}}}{F_m}$

ricaviamo:  $m = m_{\text{TOT}} + 2.5 \log \frac{F_{\text{TOT}}}{F_m} = m_{\text{TOT}} + 2.5 \log \frac{N \cdot F_m}{F_m} = 9 + 2.5 \log (250 \cdot 10^6) \cong 30$

### 2. CA

Anche se molto vicina al Polo Nord Celeste la Stella Polare non coincide perfettamente con esso e ne distava all'epoca J2000  $\Delta\delta = 44'$ . L'altezza del Polo Celeste, trascurando la precessione, sarà quindi:  $h_{\text{Polo}} = h_{\text{minPolare}} + 44' = 27^\circ 20'$ , valore che coincide con la latitudine a cui si trova l'osservatore.

### 20. CA

Il tempo siderale ( $t$ ) è definito come l'angolo orario del punto  $\gamma$ . Se di una stella conosciamo l'ascensione retta ( $\alpha$ ) e ne misuriamo l'angolo orario ( $H$ ), vale la relazione.  $t = \alpha + H$ ; quindi in ogni istante passano al meridiano ( $H = 0$ ) le stelle la cui ascensione retta è pari al tempo siderale. L'astronomo potrà quindi regolare l'orologio a tempo siderale sul valore dell'ascensione retta di una stella e farlo ripartire nell'istante in cui detta stella passa al meridiano.

### 21. CA

Sappiamo che ad ogni istante passano al meridiano ( $H = 0$ ) le stelle la cui ascensione retta è uguale al tempo siderale. La sfera celeste ruota da est verso ovest, quindi al passare del tempo transitano al meridiano stelle con ascensione retta crescente. Quindi l'ascensione retta aumenta da ovest verso est.

### 22. CA

La durata di un giorno in tempo solare medio (si ricordi che il Tempo Universale è definito come il tempo solare medio dell'Osservatorio di Greenwich) è di 24 h, mentre la durata del giorno siderale è legata alla rotazione della Terra ed è di  $23\text{h } 56\text{m } 4.09\text{s} = 23.93447 \text{ ore}$ . Segue che il rapporto tra i

due valori è di 1.002738, quindi dopo  $\Delta T = 16$  h di UT saranno trascorsi circa  $\Delta t = 15.95631 = 15$ h 57m 22.7s di tempo siderale.

#### **24 CA.**

A causa della differenza tra giorno siderale (23h 56m 4s) e giorno solare medio, ogni giorno le stelle anticipano l'ora in cui sorgono di circa 3m 56 s = 3.93 m. La differenza di UT tra le due osservazioni è di 2h 2m = 122 m. Il numero di giorni trascorsi è dato da  $122/3.93 = 31$  (il risultato è arrotondato all'intero più prossimo). Quindi la seconda osservazione è stata fatta il 5 Marzo 2012 (il 2012 era anno bisestile).

#### **26. CA**

Poiché è stata osservata un'eclisse totale di Sole, nella data e ora indicata la Luna era nuova. Le 13:30 LT corrispondono a  $UT = LT + 5 = 18:30$ . Tra le 18:30 UT del 21 agosto 2017 e le 00:00 UT del 26 agosto 2018 saranno trascorsi in totale:  $\Delta T = 365$  g + 4 g + 5.5 h = 369.23 giorni. Questo tempo corrisponde a un numero di lunazioni:  $N_L = \frac{\Delta T}{P_{\text{sin}}} = \frac{369.23}{29.53} \cong 12.50$ . Poiché sono trascorsi 12 periodi sinodici e mezzo, vuol dire che la Luna sarà piena.

#### **28. CA**

Consideriamo una stella di ascensione retta  $\alpha$  che passa al meridiano nella località A al tempo  $t_A$ . Sappiamo che vale la relazione:  $t_A = \alpha$ . Poiché la località B si trova a ovest di A, e poiché la rotazione della Terra è da ovest verso est, la stessa stella vista da B passerà al meridiano in un tempo successivo. Ne segue che:  $t_A > t_B$ . E' Invece vera l'affermazione:  $UT_A = UT_B$ , perchè per definizione il Tempo Universale è lo stesso in tutti i luoghi della Terra

#### **5. TA**

Il telescopio dovrà avere un potere risolutivo tale da poter distinguere un corpo con un diametro di 4.5 m alla distanza di  $384.4 \cdot 10^3$  km, ovvero  $\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{4.5}{384.4 \cdot 10^6} \right) = 6^{\circ}.7 \cdot 10^{-7} = 0''.0024$ . Dalla relazione  $\alpha = 1.22 \frac{206265 \cdot 5500 \cdot 10^{-10}}{D}$ , ricaviamo  $D = 1.22 \frac{206265 \cdot 5500 \cdot 10^{-10}}{\alpha} \cong 58$  m. Per fotografare i resti delle spedizioni Apollo è molto più economico, come fatto recentemente, inviare dei satelliti in orbita bassa attorno alla Luna.

#### **17. TA**

La lunghezza focale del telescopio e:  $F = D \cdot 8 = 8$  m, il suo potere risolutivo ( $\alpha$ ) in secondi d'arco vale:  $\alpha = 1.22 \cdot \frac{5500 \cdot 10^{-10}}{1} \cdot 206265 = 0''.14$ .

Quest'angolo equivale sul piano focale a un'immagine di dimensioni lineari:

$$d = F \tan \alpha \cong 5.43 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Su ogni lato il CCD ha un numero di pixel pari a:  $N = \sqrt{12 \cdot 10^6} = 3464$  quindi ogni pixel ha dimensione lineare:  $l = \frac{3 \text{ cm}}{3464} \cong 8.66 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Quindi con questo rivelatore non si può sfruttare in pieno il potere risolutivo del telescopio. Occorrerà inserire prima del rivelatore un sistema ottico che produca un ingrandimento dell'immagine, ovviamente a discapito delle dimensioni del campo visivo e della luminosità dell'immagine.