



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2022

Finale Nazionale Perugia – 27 aprile

Prova pratica - Senior

## 1 – La variabile da scoprire

$JD_{\text{oss}}$	$m_V$
0.44	13.42
0.52	13.50
0.61	13.57
1.31	13.97
1.40	13.98
1.48	14.00
2.44	13.64
2.53	13.57
2.62	13.50
3.49	12.66
3.58	12.58
3.66	12.50
4.45	12.03
4.54	12.02
4.62	12.00
5.50	12.29
5.58	12.36
5.67	12.42
6.45	13.17
6.54	13.26
6.63	13.34
7.50	13.94
7.59	13.97
7.68	13.98
8.46	13.82
8.55	13.77
8.64	13.71

Sono state condotte osservazioni fotometriche di una stella di coordinate AR = 11h 59m 57s,  $\delta = +04^\circ 42' 29''$  per nove notti consecutive in cui era in vigore l'ora solare.

Alla mezzanotte di tempo solare medio della prima notte di osservazioni il Giorno Giuliano era  $JD = 2459659.50$  e la stella si trovava in prossimità della culminazione superiore.

Le osservazioni, che hanno permesso di scoprire che si tratta di una stella variabile, sono mostrate nella tabella a sinistra.

Nella colonna  $JD_{\text{oss}}$  è riportato il tempo dell'osservazione, che è calcolato sottraendo al Giorno Giuliano dell'osservazione il valore  $JD_0 = 2459659.0$  (quindi un'osservazione condotta, ad esempio, a  $JD = 2459660.48$  è riportata in tabella con il valore  $JD_{\text{oss}} = 1.48$ ).

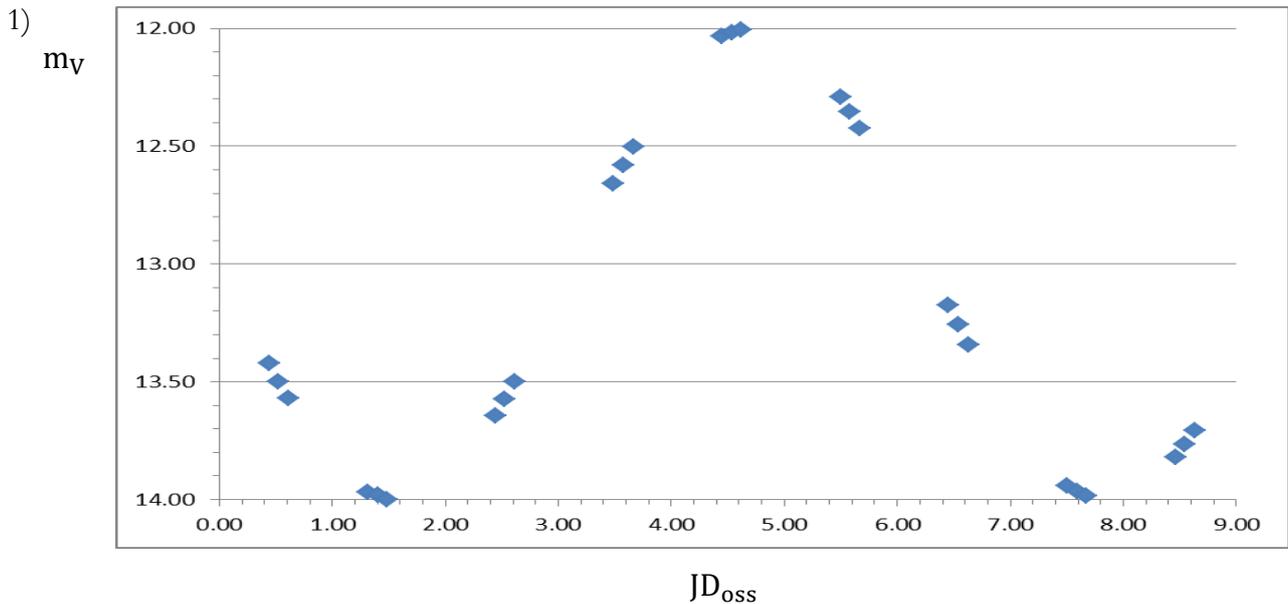
Nella colonna  $m_V$  è riportata la magnitudine apparente della stella nella banda fotometrica V.

Con i dati a disposizione:

1. disegnete la curva di luce della variabile nel grafico 1 fornito con il testo;
2. determinate il periodo della variabile in giorni;
3. assumendo che il periodo di variabilità sia costante, stimate la magnitudine che si osserverà a  $JD = 12.56$ ;
4. determinate quali saranno le prossime due date in cui sarà possibile osservare il massimo di luminosità entro un intervallo di  $\pm 2h$  dalla mezzanotte locale;
5. stimate il periodo dell'anno in cui sono state fatte le osservazioni;
6. stimate la longitudine dell'osservatorio da cui sono state effettuate le misure.

## Soluzione

### Grafico 1



- Al minimo di luminosità la magnitudine della stella vale circa 14, mentre al massimo di luminosità la sua magnitudine è circa 12. Nel grafico le luminosità minima e massima cadono rispettivamente a  $JD=1.48$  e  $JD=4.62$ . La differenza di questi tempi, pari a 3.14 giorni giuliani, è il semiperiodo. Il periodo della variabile è quindi 6.28 giorni giuliani.
- La data  $JD=12.56$  è al di fuori dell'intervallo misurato. Tuttavia, poiché il periodo è costante la magnitudine sarà uguale a quella misurata 6.28 giorni prima, ovvero a  $JD=6.28$ . La stella avrà quindi magnitudine pari a circa 13.0.
- Un intervallo di 2 ore corrisponde a una frazione di giorno pari a 0.08. Poiché la parte frazionaria del JD vale 0.5 alle 00:00 UT, dobbiamo calcolare quali massimi si verificheranno quando la parte frazionaria del JD sarà compresa tra 0.42 e 0.58, che corrisponde a un intervallo di  $\pm 2$ h dalla mezzanotte locale. Dal momento che il massimo (a magnitudine 12.0) si osserva a  $JD=4.62$ , i prossimi massimi si verificheranno dopo intervalli di 6.28 giorni giuliani, pari al periodo, ovvero a circa:  $JD=10.90$ ,  $JD=17.18$ ,  $JD=23.46$ ,  $JD=29.74$ ,  $JD=36.02$ ,  $JD=42.3$ ,  $JD=48.58$ . Tra quelli elencati i primi due che rispettano la condizione richiesta sono  $JD=23.46$  e  $JD=48.58$ .
- La stella ha AR di circa 12h e il primo giorno di osservazioni è osservata vicino al meridiano alla mezzanotte. In quel momento il Sole aveva quindi AR pari circa a 0h. Possiamo dedurre che le osservazioni si sono svolte in prossimità dell'equinozio di primavera.
- La frazione di giorno giuliano vale 0.5 alle ore 00:00 UT. Poiché alla mezzanotte di tempo solare medio del primo giorno di osservazione si aveva  $JD = 2459659.50$  deduciamo che l'osservatorio si trova sullo stesso fuso orario del meridiano di Greenwich e quindi la sua longitudine è compresa nell'intervallo  $\pm 7^\circ.5$ .



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2022

Finale Nazionale Perugia – 27 aprile

Prova pratica - Senior

## 2 – Pippo e le maree

Pippo sbarca su un'isola tropicale il 23 settembre. Lo stesso giorno, non avendo nulla da fare, misura l'altezza della marea ogni ora. I valori che ottiene sono riportati nella Tabella 1.

Meno di un mese dopo Pippo effettua di nuovo la misurazione. I dati che ottiene sono riportati nella Tabella 2. In entrambe le tabelle è riportata l'ora di osservazione in tempo solare medio e l'altezza della marea in metri.

In prima approssimazione consideriamo le maree causate solo dall'attrazione gravitazionale della Luna e trascuriamo l'effetto del Sole e l'attrito tra l'acqua e i fondali marini. Con queste approssimazioni ogni giorno le maree avranno due massimi quasi identici, uno in corrispondenza della culminazione superiore della Luna e l'altro in corrispondenza della culminazione inferiore della Luna.

Sapendo che il primo giorno in cui Pippo ha effettuato le misure la Luna è sorta circa alle 09:30, mentre il giorno precedente la seconda osservazione è sorta circa alle 17:30:

1. riportate nel grafico 1 i dati della Tabella 1, indicando con una freccia il picco in corrispondenza della culminazione superiore della Luna
2. stimate la data della più vicina Luna Nuova
3. riportate nel grafico 2 i dati della Tabella 2, stimate l'altezza della marea alle 16:00 e indicate con una freccia il picco in corrispondenza della culminazione superiore della Luna
4. calcolate in quale data sono state effettuate le misurazioni riportate nella Tabella 2

Nelle stime si trascurino gli effetti dovuti all'Equazione del Tempo e si assuma per il periodo sinodico della Luna il valore di 29.53 giorni.

TABELLA 1

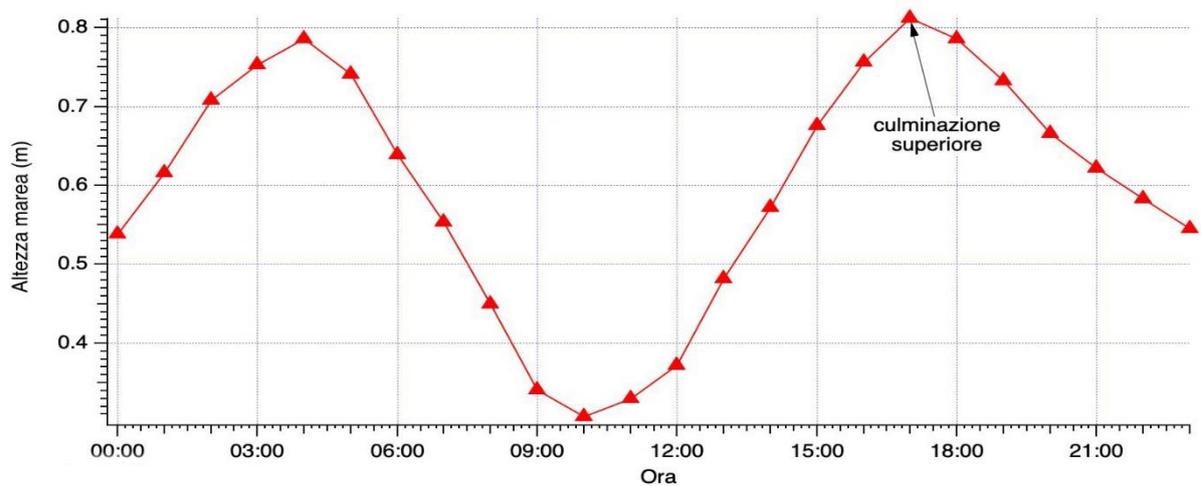
Ora	Altezza (m)	Ora	Altezza (m)	Ora (ore)	Altezza (m)
00:00	0.538	08:00	0.450	16:00	0.756
01:00	0.616	09:00	0.341	17:00	0.812
02:00	0.708	10:00	0.307	18:00	0.786
03:00	0.753	11:00	0.330	19:00	0.733
04:00	0.786	12:00	0.372	20:00	0.666
05:00	0.741	13:00	0.482	21:00	0.622
06:00	0.639	14:00	0.572	22:00	0.583
07:00	0.554	15:00	0.676	23:00	0.545

TABELLA 2

Ora	Altezza (m)	Ora	Altezza (m)
00:00	0.780	12:00	0.717
01:00	0.830	13:00	0.820
02:00	0.795	14:00	0.809
03:00	0.696	18:00	0.268
07:00	0.245	19:00	0.204
08:00	0.225	20:00	0.195
09:00	0.309	21:00	0.294
10:00	0.427	23:00	0.654

## Soluzione:

### 1. Grafico 1 (dati Tabella 1)



I due picchi di marea si verificano circa alle 4:00 e alle 17:00. Poiché quel giorno la Luna è sorta alle 09:30, il picco che corrisponde al passaggio della Luna al meridiano è quello delle 17:00.

2. Alle 17:00 la Luna era quindi al meridiano, mentre il Sole vi era passato (trascurando l'equazione del tempo) alle 12:00. Poiché, a causa rotazione della Terra, il Sole si sposta nel cielo di  $15^\circ/\text{ora}$  al momento del massimo della marea il Sole si trovava circa  $75^\circ$  dopo il meridiano. Poiché la Luna si sposta rispetto al Sole da ovest verso est e poiché al momento dell'osservazione il Sole era a ovest della Luna, per allinearsi con il Sole la Luna dovrà percorrere un arco di  $285^\circ$ . Per riallinearsi con il Sole la Luna impiega un tempo pari al suo periodo sinodico  $P$ , quindi rispetto al Sole ogni giorno si sposta di un angolo  $\Delta L$  pari a:

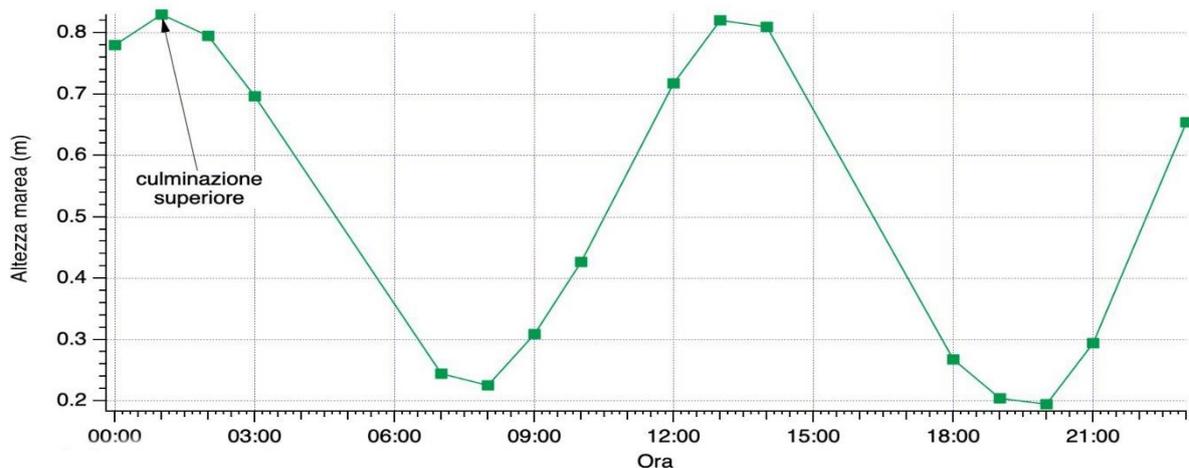
$$\Delta L = \frac{360^\circ}{29.53 \text{ giorni}} \approx 12.19 \frac{^\circ}{\text{giorno}}.$$

Quindi per percorrere  $285^\circ$  sarà necessario un tempo  $T$  pari a:

$$T = \frac{285^\circ}{12.19 \frac{^\circ}{\text{giorno}}} \approx 23.37 \text{ giorni} \approx 23 \text{g } 9 \text{h}.$$

Ne segue che la Luna nuova più vicina è stata quella osservata nelle prime ore del 17 settembre.

### 3. Grafico 2 (dati Tabella 2):



Alle ore 16:00 l'altezza della marea era di circa 0.55 m.

4. Il secondo giorno di osservazione i due massimi delle maree si verificano alle 01:00 e alle 14:00. Poiché il giorno precedente la Luna era sorta alle 17:30, il massimo che corrisponde alla culminazione superiore della Luna è quello delle 01:00.  
Poiché la culminazione superiore si verifica un'ora dopo la mezzanotte, è trascorso poco più di un giorno dalla fase di Luna piena.  
Sappiamo che la seconda osservazione è stata fatta meno di un mese dopo la prima, quindi con la precisione dei dati a nostra disposizione possiamo affermare che la seconda osservazione delle maree è stata fatta tra il 2 e il 3 ottobre.