

OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2014

FINALE NAZIONALE

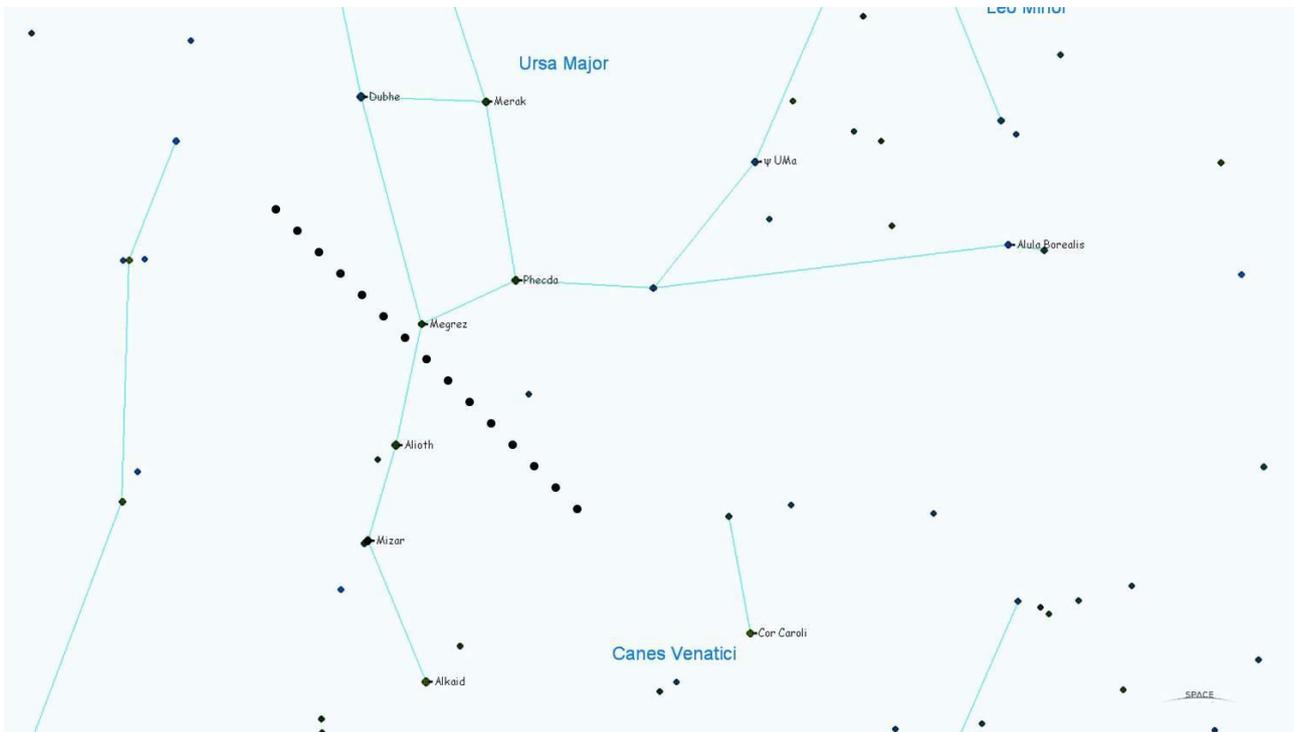
Prova Pratica - Categoria Senior



Lo strano oggetto rotante

Nell'Orsa Maggiore è stato osservato il passaggio di uno strano oggetto. Nella figura seguente potete osservare la mappa del cielo con la composizione delle varie osservazioni fatte in un arco di tempo di quindici notti (per semplificare considerate la mezzanotte di ogni notte). Calcolate la velocità in $^{\circ}$ /giorno dell'oggetto osservato. Dalle osservazioni ottenute (vedi tabella n.2) è stata stimata la differenza di magnitudine tra l'oggetto e la stella Megrez. Costruite la curva di luce, mettendo in ascissa il giorno giuliano e in ordinata la magnitudine apparente. Calcolate su essa il periodo dovuto alla rotazione dell'oggetto. Infine, considerando che l'oggetto sia sferico e che l'albedo al massimo sia del 90%, quale sarà l'albedo al minimo?

Si approssimi la sfera celeste con un piano.



STELLE	A.R. J2000	DEC J2000	mag
Dubhe	11 ^h 03 ^m 44 ^s	+61° 45' 04"	1.78
Merak	11 ^h 01 ^m 50 ^s	+56° 22' 56"	2.31
Phecda	11 ^h 53 ^m 50 ^s	+53° 41' 41"	2.40
Megrez	12 ^h 15 ^m 25 ^s	+57° 01' 57"	3.31
Alioth	12 ^h 54 ^m 02 ^s	+55° 57' 35"	1.75
Mizar	13 ^h 23 ^m 55 ^s	+54° 55' 32"	2.21
Alkaid	13 ^h 47 ^m 33 ^s	+49° 18' 48"	1.84

Tabella n.1

JD	Δm
115.5	0.04
116.5	-0.09
117.5	0.19
118.5	0.39
119.5	0.09
120.5	0.06
121.5	-0.1
122.5	0.21
123.5	0.4
124.5	0.11
125.5	0.05
126.5	-0.11
127.5	0.2
128.5	0.4
129.5	0.1

Tabella n.2

Soluzione

La risoluzione esatta dell'esercizio richiederebbe l'uso della I formula del I gruppo di Gauss di trigonometria sferica per il calcolo della distanza angolare tra due stelle.

L'uso di tali formule non è previsto dal bando, per cui l'approssimazione "grossolana" della sfera celeste con un piano, indicata nella traccia, permette di calcolare la distanza tra due stelle con la formula della distanza di due punti su un piano (teorema di Pitagora).

La scala dell'immagine in "/mm si costruisce utilizzando due stelle della costellazione.

La scelta migliore sono Dubhe e Merak, poiché sono quelle con la minore differenza di AR. Spostandosi a declinazioni via via maggiori la stessa separazione in AR tra due oggetti corrisponde infatti a separazioni angolari in cielo via via minori. L'Orsa Maggiore si trova tra 50° e 60° di declinazione e questo problema non può essere ignorato. La soluzione esatta richiede l'utilizzo di $\cos\delta$, tuttavia l'errore sarà minimo calcolando la distanza di due stelle con AR simile.

Per le due stelle Dubhe e Merak si ha:

Dubhe:

$$\alpha = 11h 01m 50s = 165^\circ.458$$

$$\delta = 56^\circ 22' 56'' = 56^\circ.222$$

Merak:

$$\alpha = 11h\ 03m\ 44s = 165^{\circ}.933$$

$$\delta = 61^{\circ}\ 45'\ 04'' = 61^{\circ}.751$$

La distanza tra le due stelle, con l'approssimazione richiesta, sarà dunque:

$$d = [(\alpha_2 - \alpha_1)^2 + (\delta_2 - \delta_1)^2]^{1/2} = [(0.475)^2 + (5.369)^2]^{1/2} = [0.226 + 28.825]^{1/2} = [29.051]^{1/2} = 5^{\circ}.390 = 5^{\circ}\ 23'\ 23''.5 = 19403''.5$$

La distanza di queste due stelle, misurata sulla stampa fornita durante la prova è $d = 1.7\text{ cm}$.

La scala sarà dunque:

$$\text{scala} = 19403''.5/17 = 1141''.4/\text{mm}$$

La distanza tra il primo e l'ultimo avvistamento, misurata nella stessa stampa, è $D = 5.6\text{ cm}$

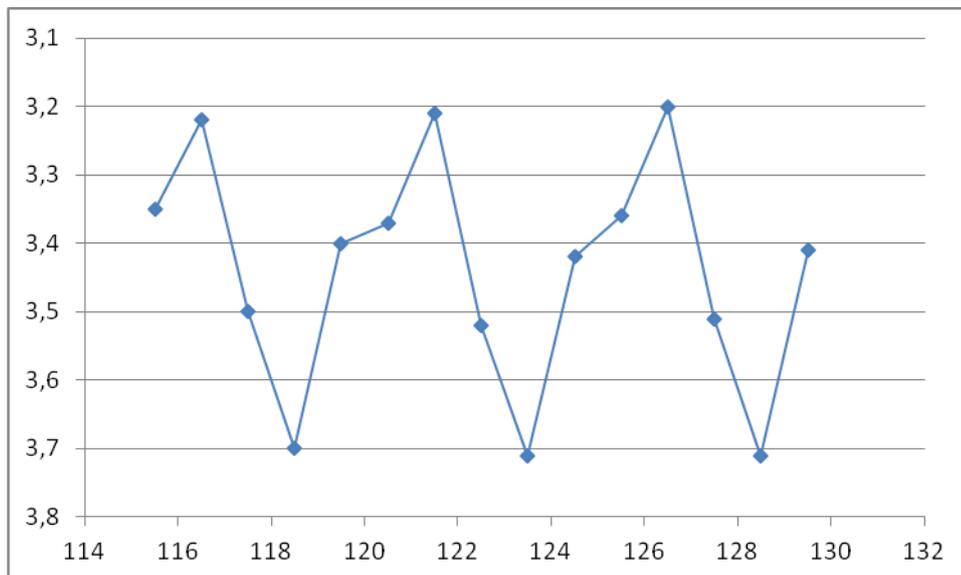
Tale distanza, utilizzando la scala precedentemente determinata, corrisponderà a:

$$D = 1141 \times 56 = 63918''.4$$

che divisa per 14 giorni darà:

$$v = 63918.4/14 \text{ "/giorno} = 4565.4 \text{ "/giorno} = 1^{\circ}.27/\text{giorno}$$

La curva di luce sarà:



Con una periodicità calcolabile di 5 giorni.

L'albedo è il rapporto tra il flusso diffuso dal corpo in esame Φ e il flusso incidente della radiazione solare Φ_0 :

$$A = \Phi/\Phi_0$$

Nel nostro caso avremo che al minimo (min) e al massimo (max):

$$A_{min} = \Phi_{min}/\Phi_0$$

$$A_{max} = \Phi_{max}/\Phi_0$$

Da queste si ottiene per il rapporto delle albedo:

$$A_{min}/A_{max} = \Phi_{min}/\Phi_{max}$$

Ora la differenza di magnitudine fra il massimo e il minimo è dato da:

$$\Delta m = m_{\min} - m_{\max} = -2.5 \log (\Phi_{\min} / \Phi_{\max})$$

ovvero:

$$\log (\Phi_{\min} / \Phi_{\max}) = -0.4 (\Delta m)$$

$$(\Phi_{\min} / \Phi_{\max}) = 10^{0.4 (\Delta m)}$$

Dalla curva di luce si deduce che $\Delta m = 0.5$, quindi avremo:

$$(\Phi_{\min} / \Phi_{\max}) = 10^{0.4 (0.5)} = 0.63$$

E quindi l'albedo al minimo sarà $0.63 \cdot 0.9 = 0.567$ cioè circa il 57%.