



XXII Campionati Italiani di Astronomia

Finale Nazionale - 17 aprile 2024

Prova Pratica - Categoria Junior 2



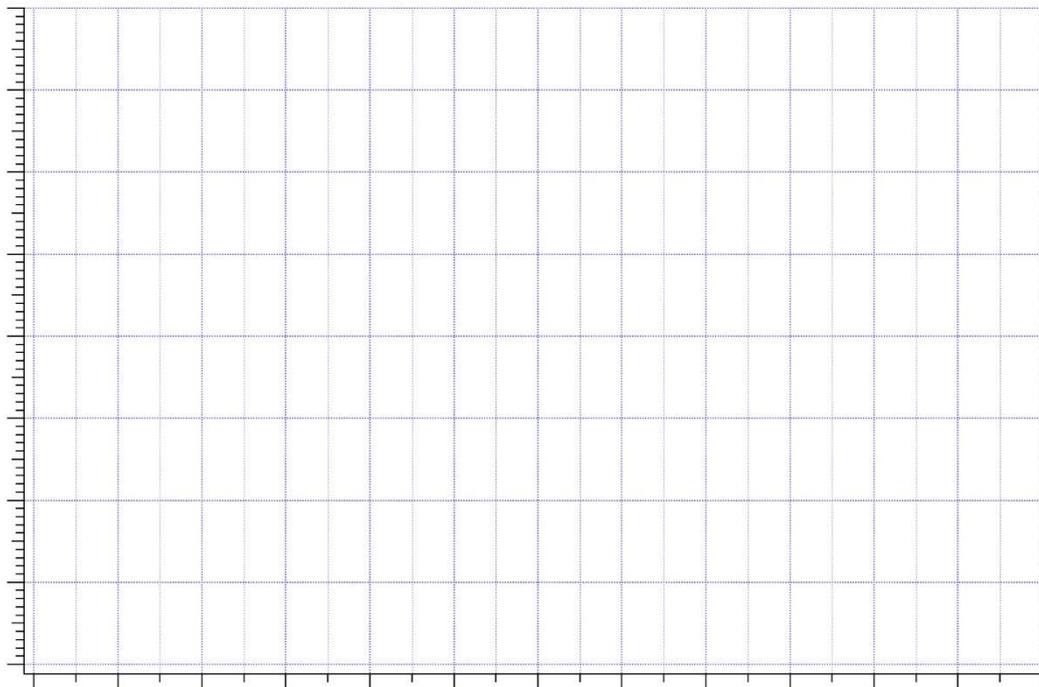
1. Una costellazione deformata

Le costellazioni non hanno sempre la stessa forma, in quanto la posizione reciproca delle stelle sulla sfera celeste varia a causa del cosiddetto “moto proprio”. Nella seguente tabella sono riportate le coordinate attuali (ascensione retta arrotondata al minuto e declinazione arrotondata al primo d’arco) delle sette stelle principali dell’Orsa Maggiore e il loro moto proprio medio annuo.

- Calcolate ascensione retta e declinazione delle sette stelle 200000 anni fa e riportatele nella tabella;
- riportate sul reticolato le posizioni attuali delle sette stelle e le posizioni che osservavano i nostri antenati 200000 anni fa;
- per ogni stella tracciate sul reticolato una freccia a indicare come è variata la sua posizione da 200000 anni fa a oggi.

	Stella	AR	Dec	moto proprio AR (s/anno)	moto proprio Dec (“/anno)	AR 200000 anni fa	Dec 200000 anni fa
1	Alkaid	13h 48m	49° 11’	$-8.893 \cdot 10^{-3}$	$-9.40 \cdot 10^{-3}$		
2	Mizar	13h 25m	54° 48’	$9.747 \cdot 10^{-3}$	$-42.6 \cdot 10^{-3}$		
3	Alioth	12h 55m	55° 50’	$9.667 \cdot 10^{-3}$	$-31.6 \cdot 10^{-3}$		
4	Megrez	12h 17m	56° 54’	$9.953 \cdot 10^{-3}$	$-18.8 \cdot 10^{-3}$		
5	Phecda	11h 55m	53° 34’	$8.187 \cdot 10^{-3}$	$15.8 \cdot 10^{-3}$		
6	Merak	11h 03m	56° 15’	$7.267 \cdot 10^{-3}$	$6.08 \cdot 10^{-3}$		
7	Dubhe	11h 05m	61° 37’	$-13.85 \cdot 10^{-3}$	$-63.2 \cdot 10^{-3}$		

DEC



AR

Soluzione

Per ogni stella valgono le relazioni:

$$AR_{-200000} = AR_{attuale} - 200000 \frac{\text{moto proprio}}{\text{anno}}$$

$$Dec_{-200000} = Dec_{attuale} - 200000 \frac{\text{moto proprio}}{\text{anno}}$$

Avremo quindi:

Alkaid

$$AR_{-200000} = 13\text{h } 48\text{m} - 200000 \cdot \left(-8.893 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 14\text{h } 18\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 49^\circ 11' - 200000 \cdot \left(-9.40 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 49^\circ 42'$$

Mizar

$$AR_{-200000} = 13\text{h } 25\text{m} - 200000 \cdot \left(9.747 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 12\text{h } 53\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 54^\circ 48' - 200000 \cdot \left(-42.6 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 57^\circ 10'$$

Alioth

$$AR_{-200000} = 12\text{h } 55\text{m} - 200000 \cdot \left(9.667 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 12\text{h } 23\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 55^\circ 50' - 200000 \cdot \left(-31.6 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 57^\circ 35'$$

Megrez

$$AR_{-200000} = 12\text{h } 17\text{m} - 200000 \cdot \left(9.953 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 11\text{h } 44\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 56^\circ 54' - 200000 \cdot \left(-18.8 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 57^\circ 35'$$

Phecda

$$AR_{-200000} = 11\text{h } 55\text{m} - 200000 \cdot \left(8.187 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 11\text{h } 28\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 53^\circ 34' - 200000 \cdot \left(15.8 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 52^\circ 41'$$

Merak

$$AR_{-200000} = 11\text{h } 03\text{m} - 200000 \cdot \left(7.267 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 10\text{h } 39\text{m}$$

$$Dec_{-200000} = 56^\circ 15' - 200000 \cdot \left(6.08 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 55^\circ 55'$$

Dubhe

$$AR_{-200000} = 11\text{h } 05\text{m} - 200000 \cdot \left(-13.85 \cdot 10^{-3} \frac{\text{s}}{\text{anno}}\right) \approx 11\text{h } 51\text{m}$$

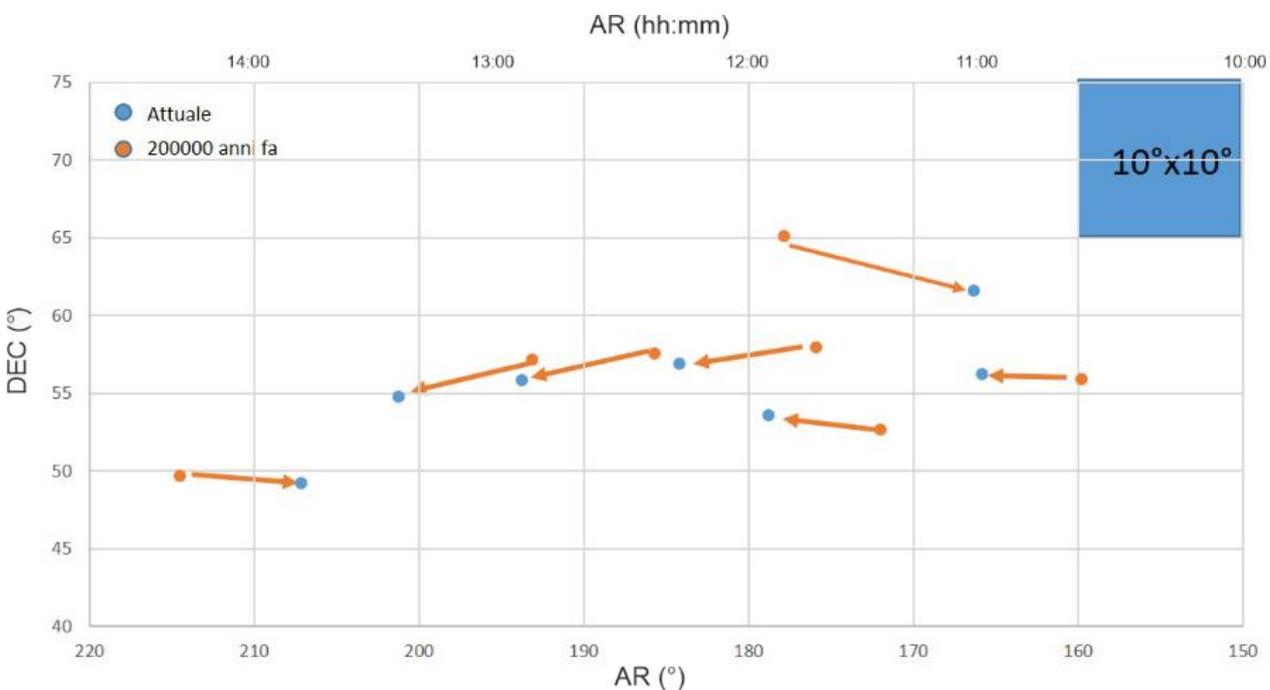
$$Dec_{-200000} = 61^\circ 37' - 200000 \cdot \left(-63.2 \cdot 10^{-3} \frac{''}{\text{anno}}\right) \approx 65^\circ 08'$$

	Stella	AR	Dec	moto proprio AR (s/anno)	moto proprio Dec ("/anno)	AR 200000 anni fa	Dec 200000 anni fa
1	Alkaid	13h 48m	49° 11'	$-8.893 \cdot 10^{-3}$	$-9.40 \cdot 10^{-3}$	14h 18m	49° 42'
2	Mizar	13h 25m	54° 48'	$9.747 \cdot 10^{-3}$	$-42.6 \cdot 10^{-3}$	12h 53m	57° 10'
3	Alioth	12h 55m	55° 50'	$9.667 \cdot 10^{-3}$	$-31.6 \cdot 10^{-3}$	12h 23m	57° 35'
4	Megrez	12h 17m	56° 54'	$9.953 \cdot 10^{-3}$	$-18.8 \cdot 10^{-3}$	11h 44m	57° 57'
5	Phecda	11h 55m	53° 34'	$8.187 \cdot 10^{-3}$	$15.8 \cdot 10^{-3}$	11h 28m	52° 41'
6	Merak	11h 03m	56° 15'	$7.267 \cdot 10^{-3}$	$6.08 \cdot 10^{-3}$	10h 39m	55° 55'
7	Dubhe	11h 05m	61° 37'	$-13.85 \cdot 10^{-3}$	$-63.2 \cdot 10^{-3}$	11h 51m	65° 08'

Ovviamente è possibile trasformare l'ascensione retta in gradi, da cui seguirebbe la seguente tabella:

	Stella	Variazione AR	Variazione Dec	AR 200000 anni fa (°)	DEC 200000 anni fa (°)	AR Attuale (°)	DEC attuale (°)
1	Alkaid	+0h 29m	+0° 31'	214.5 °	49.7°	207.1°	49.2°
2	Mizar	-0h 32m	+2° 22'	193.1°	57.2°	201.2°	54.8°
3	Alioth	-0h 32m	+1° 45'	185.7°	57.6°	193.7°	55.8°
4	Megrez	-0h 33m	+1° 03'	175.9°	57.9°	184.1°	56.9°
5	Phecda	-0h 27m	-0° 53'	171.9°	52.7°	178.8°	53.6°
6	Merak	-0h 24m	-0° 20'	159.8°	55.9°	165.8°	56.2°
7	Dubhe	+0h 46m	+3° 31'	177.8°	65.1°	166.3°	61.6°

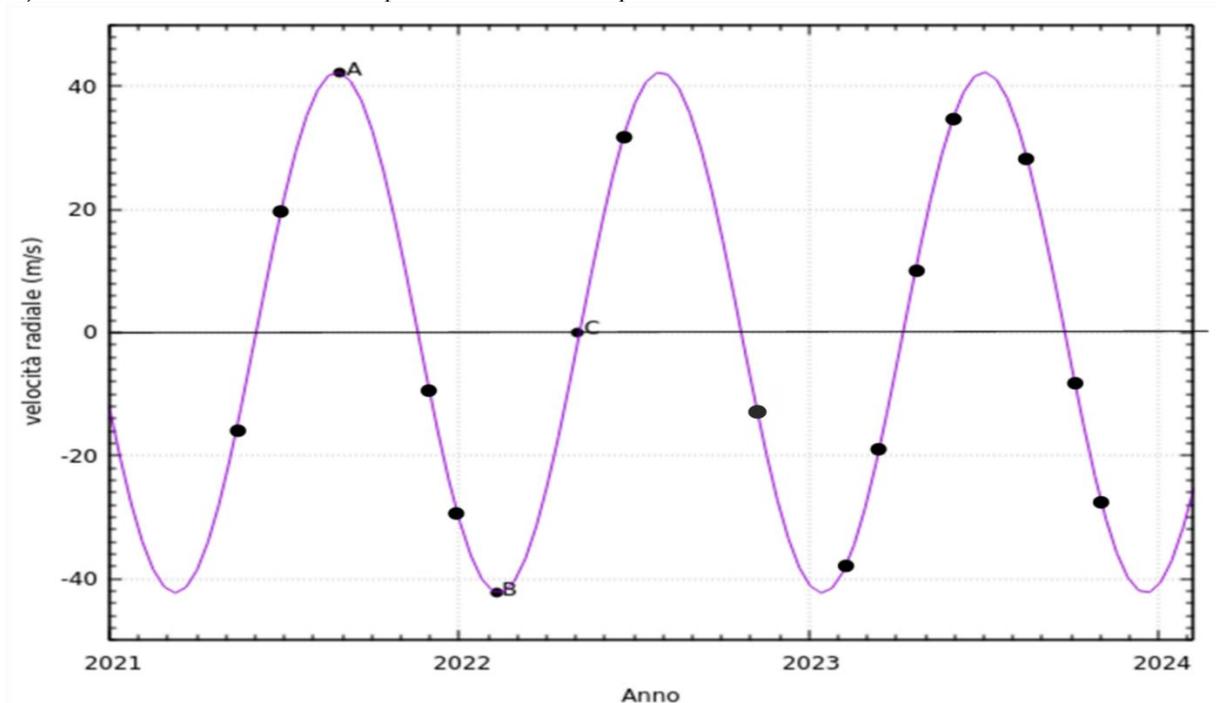
Per fare la figura in modo corretto, essendo di fatto una mappa celeste, bisogna mantenere le stesse proporzioni in ascensione retta e declinazione (rettangolo azzurro dentro la mappa). Nel cielo noi vediamo il Grande Carro in modo leggermente diverso per un effetto di proiezione, in quanto i meridiani dell'ascensione retta vanno a convergere verso il polo nord celeste.



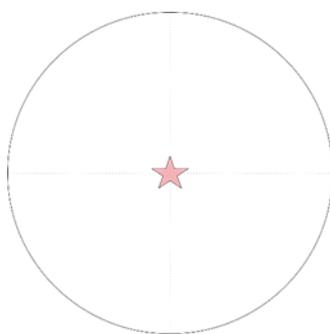
2. Effetto Doppler

Il metodo dell'analisi della velocità radiale di una stella (ovvero della componente della velocità in direzione della Terra) per la scoperta di esopianeti, studia il movimento della stella attorno al baricentro del sistema stella-pianeta. Se attorno a una stella orbita un pianeta, la stella viene vista avvicinarsi e allontanarsi periodicamente dalla Terra. Per l'effetto Doppler quando la stella si avvicina alla Terra la frequenza della luce aumenta e la velocità radiale è negativa (spostamento verso il blu), mentre quando la stella si allontana la frequenza diminuisce e la velocità radiale è positiva (spostamento verso il rosso).

Il seguente grafico riporta 16 misure (punti neri) del valore della velocità radiale di una stella di 3 masse solari, attorno a cui orbita un pianeta, e l'interpolazione della variazione della velocità radiale in funzione del tempo (linea viola). Considerate l'osservatore sul piano dell'orbita del pianeta attorno alla stella.



- 1) Quante volte è stato misurato l'allontanamento della stella dall'osservatore a una velocità superiore a 18 m/s?
- 2) Indicate nella figura qui sotto la posizione del pianeta attorno alla stella corrispondente ai punti A, B e C del grafico con una freccia nella direzione del suo moto.
- 3) In quanti mesi il pianeta completa un'orbita attorno alla stella (indicare un numero intero)?
- 4) Ricavate il valore del semiasse maggiore dell'orbita del pianeta.
- 5) Ricavate il valore della velocità orbitale del pianeta.



Soluzione

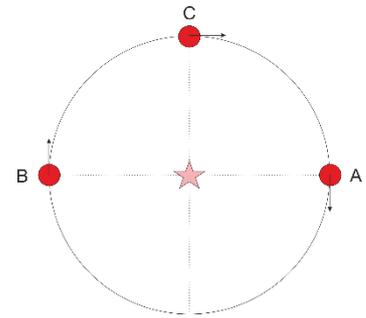
1) Una velocità radiale positiva corrisponde a un moto della stella in allontanamento rispetto all'osservatore. Dal grafico si evince che le misure di velocità radiale superiore a 18 m/s sono 5.

2) Nella posizione A la stella si muove, sulla sua orbita attorno al centro di massa del sistema stella-pianeta, in direzione opposta all'osservatore allontanandosi da esso alla massima velocità radiale. Il pianeta quindi si muove avvicinandosi all'osservatore.

Nel punto B siamo nella situazione opposta alla precedente.

Nella posizione C la velocità radiale della stella è nulla: la stella si muove in direzione perpendicolare all'osservatore nel punto in cui dall'avvicinarsi passa ad allontanarsi. Il pianeta quindi si muove anche lui in direzione perpendicolare all'osservatore, però nel punto in cui dall'allontanarsi passa all'avvicinarsi.

Ipotizzando un moto in verso antiorario del pianeta attorno alla stella le posizioni dei punti A e B risultano invertite.



3) Il periodo orbitale del pianeta, ovvero la distanza tra un picco e l'altro, è di 11 mesi.

4) Per calcolare il semiasse applichiamo la terza legge di Keplero generalizzata, trascurando la massa del pianeta:

$$a = \sqrt[3]{\frac{GM T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^2}{\text{kg s}^2} \cdot 3 \cdot 1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot (11 \cdot 30 \cdot 86400 \text{ s})^2}{39.44}} \approx 2.02 \cdot 10^{11} \text{ m} \approx 1.35 \text{ UA} .$$

5) La velocità orbitale del pianeta è data da:

$$v = \frac{2\pi a}{T} = \frac{6.28 \cdot 2.02 \cdot 10^{11} \text{ m}}{11 \cdot 30 \cdot 86400 \text{ s}} \approx 4.45 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} .$$