XXIV Campionati Italiani di Astronomia
Gara Interregionale - 25 febbraio 2026
Categoria Senior

NOTA: alcuni esercizi possono essere svolti con procedimenti diversi rispetto a quelli indicati nelle seguenti soluzioni. In fase di valutazione sono stati considerati validi tutti i procedimenti alternativi che hanno portato al risultato finale corretto.

1. Until the end of the world

Il professor Will B. Back ha individuato una cometa, in rotta di collisione verso la Terra, che attualmente si trova a $2.42 \cdot 10^7$ km dal nostro pianeta. Analizzando lo spettro della cometa, il professore nota che la riga Hα dell'idrogeno appare a una lunghezza d'onda di 6557.8 Å. Calcolate:

a) la velocità radiale con cui la cometa si sta avvicinando alla Terra;
b) dopo quanti giorni avverrebbe l'impatto se la cometa mantenesse questa velocità costante e puramente radiale rispetto alla Terra.

Trascurate lo spostamento della Terra lungo la sua orbita.

Soluzione:

La velocità radiale *v* si calcola dallo spostamento Doppler della lunghezza d'onda mediante la seguente relazione:

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

$$v = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot c = \frac{-5\ \text{Å}}{6562.8\ \text{Å}} \cdot 2.998 \cdot 10^5\ \frac{\text{km}}{\text{s}} \simeq -228.4 \frac{\text{km}}{\text{s}},$$

dove il segno "-" indica che la velocità è in avvicinamento.
Assumendo v costante, la cometa impatterà la Terra in un tempo pari a:

$$t = \frac{d}{|v|} = \frac{2.42 \cdot 10^7\ \text{km}}{228.4\ \text{km/s}} \simeq 1.06 \cdot 10^5\ \text{s} \simeq 1.23\ \text{giorni}.$$

L'impatto è quindi previsto domani!

2. Una bella giornata di… gigante rossa!

Quando il Sole, fra circa 5 miliardi di anni, diventerà una gigante rossa, avrà un raggio 85 volte maggiore di quello attuale. Quante ore di luce avrà, in media, ogni giorno un osservatore posto all'equatore terrestre? Considerate come "ore di luce" quelle in cui il Sole è visibile anche solo parzialmente sopra l'orizzonte.

Soluzione:

Se l'osservatore si trova all'equatore terrestre, il Sole è visibile per 12 ore al giorno. Il diametro angolare del sole $\theta_\odot$ osservato dalla Terra, si calcola a partire dal suo raggio $R_\odot$ e dalla sua distanza media dalla Terra d_T:

$$\theta_{sole} = 2 \cdot \text{arcsen}\left(\frac{R_\odot}{d_T}\right).$$

Se il Sole diventasse una gigante rossa 85 volte più grande, anche il suo diametro angolare (θ_g) aumenterebbe secondo l'espressione sopra:

$$\theta_g = 2 \cdot \text{arcsen}\left(\frac{85 \cdot R_\odot}{d_T}\right) = 2 \cdot \text{arcsen}\left(\frac{85 \cdot 6.955 \cdot 10^5\ \text{km}}{1.496 \cdot 10^8\ \text{km}}\right) = 2 \cdot \text{arcsen}\,(0.3952) = 46.55° \,.$$

Di conseguenza la gigante rossa sarà ancora (parzialmente) visibile sopra l'orizzonte per un tempo superiore a 12h, e pari all'intervallo di tempo entro il quale il suo raggio angolare ($\theta_g/2$) inizia a sorgere e finisce di tramontare. Dobbiamo inoltre considerare la rifrazione atmosferica, che ci permette di vedere oggetti anche sotto all'orizzonte. All'orizzonte la rifrazione atmosferica r è pari a circa 35'.

La gigante rossa sarà quindi parzialmente visibile sopra l'orizzonte per un tempo:

$$t_{luce} = 12\ \text{h} + 2 \cdot \frac{\theta_g}{2} \cdot \frac{1}{v_{app}} + 2 \cdot \frac{r}{v_{app}} \,,$$

in cui v_{app} è la velocità apparente del Sole in cielo.
Poiché il Sole percorre 360° in circa 24 ore:

$$t_{luce} = 12\ \text{h} + 2 \cdot \frac{\theta_g}{2} \cdot \frac{24\ \text{h}}{360\ °} + 2 \cdot r \cdot \frac{24\ \text{h}}{360\ °} = 12\ \text{h} + \frac{46.55°}{15\ °\backslash\text{h}} + \frac{1.2\ °}{15\ °\backslash\text{h}} = 12\ \text{h} + 3.103\ \text{h} + 0.080\ \text{h} \simeq 15.183\ \text{h} \,.$$

Nota: in fase di valutazione sono state considerate corrette anche le soluzioni in cui è stata trascurata la rifrazione atmosferica.

3. L'ombra dello gnomone

Nelle meridiane lo gnomone è l'asta la cui ombra viene usata per indicare l'ora solare. Al solstizio d'estate, quando il Sole è al meridiano, uno gnomone posto in posizione verticale proietta un'ombra di lunghezza pari alla sua altezza. Qual è la latitudine del luogo in cui si trova lo gnomone?

Soluzione:
Poiché lo gnomone proietta un'ombra pari alla sua altezza, il Sole si trova a 45° di altezza sull'orizzonte. Al solstizio d'estate, la declinazione del Sole è δ = 23° 26'.
La formula generale che mette in relazione l'altezza sull'orizzonte di un corpo celeste, la sua declinazione e la latitudine del luogo di osservazione è: $h = 90° - |\varphi - \delta|$.

Le due soluzioni dell'equazione sono:
a) $h = 90° - \varphi + \delta$, se $\varphi \geq \delta$ (l'oggetto culmina a sud dello zenith), da cui $\varphi = 90° - h + \delta = 68°\ 26'$;
b) $h = 90° + \varphi - \delta$, se $\varphi < \delta$ (l'oggetto culmina a nord dello zenith), da cui $\varphi = -\,90° + h + \delta = -21°\ 34'$.

4. Il sistema binario di Sirio

Sirio, la stella più brillante del cielo notturno, è in realtà un sistema binario composto da una stella di sequenza principale (Sirio A) e una nana bianca (Sirio B). Il sistema ha periodo orbitale di 50.13 anni e semiasse maggiore dell'orbita di 20 UA. Sirio B si trova a una distanza doppia dal centro di massa del sistema rispetto a Sirio A. Calcolate la massa totale del sistema espressa in masse solari e le masse individuali delle due stelle.

Soluzione:
Dalla terza legge di Keplero:

$$M_{tot} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot a^3}{G \cdot T^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (2.992 \cdot 10^{12}\ \text{m})^3}{6.674 \cdot 10^{-11} \text{m}^3\ \text{s}^{-2}\ \text{kg}^{-1} \cdot (1.582 \cdot 10^9\ \text{s})^2} \simeq 6.331 \cdot 10^{30}\ \text{kg} \simeq 3.183\ M_\odot$$

In un sistema binario le masse sono inversamente proporzionali alle loro distanze dal centro di massa:

$$\frac{M_A}{M_B} = \frac{r_B}{r_a} = \frac{2 \cdot r_a}{r_a} = 2 \,,$$

da cui: $M_A = 2\ M_B$.
Mettendo a sistema questa equazione con la somma delle masse, otteniamo:

$$\begin{cases} M_A + M_B = 3.183\ M_\odot \\ M_A = 2 \cdot M_B \end{cases}$$

da cui $M_A = 2.122\ M_\odot$ e $M_B = 1.061\ M_\odot$.

5. La Luna e le Pleiadi

Nella notte tra il 12 e il 13 settembre 2025 la Luna è transitata davanti all'ammasso aperto delle Pleiadi (α = 3h 48m, δ = +24° 12'). L'ammasso ha un diametro di 24.0 anni luce e si trova a una distanza di 135.9 pc. L'occultazione dell'ammasso, osservata da Monza (φ = 45° 35'), è iniziata alle ore 20:10 del 12 settembre. Calcolate:

a) quando è terminato il transito (data e ora) assumendo l'orbita della Luna circolare;
b) l'angolo orario delle Pleiadi alla fine del transito sapendo che il tempo siderale locale era 0h 51m;
c) a che ora le Pleiadi sono transitate al meridiano quella notte e a quale altezza sull'orizzonte, osservate da Monza.

Soluzione:

a) Il diametro angolare della Luna, alla sua distanza media, vale:

$$\theta_L = 2 \cdot \text{arcsen}\left(\frac{R_L}{a_L}\right) = 2 \cdot \text{arcsen}\left(\frac{1.738 \cdot 10^3\ \text{km}}{3.844 \cdot 10^5\ \text{km}}\right) \simeq 2 \cdot \text{arcsen}\,(4.521 \cdot 10^{-3}) \simeq 0.518° \,,$$

mentre il diametro dell'ammasso (convertendo 135.9 pc = 443.3 anni luce) è:

$$\theta_A = 2 \cdot \arctan\left(\frac{R_A}{d_A}\right) = 2 \cdot \arctan\left(\frac{12.0\ \text{al}}{443.3\ \text{al}}\right) \simeq 2 \cdot \arctan(1.55) \simeq 3.10° \,.$$

Poiché la Luna copre un angolo di 360° in cielo nell'arco di un mese siderale (T = 27.322 giorni), il transito completo ha una durata di:

$$t = \frac{\theta_A + \theta_L}{360°} \cdot T = \frac{3.10° + 0.518°}{360°} \cdot T = \frac{3.62°}{360°} \cdot 27.322 \cdot 86400\ \text{s} \simeq 2.37 \cdot 10^4\ \text{s} \simeq 6\ \text{h}\ 35\ \text{m} \,.$$

Il transito è terminato alle 02:45 del 13 settembre 2025.

b) L'angolo orario si trova dalla relazione:

$$H = TSL - \alpha = 0\text{h}\ 51\text{m} - 3\text{h}\ 48\text{m} = 21\text{h}\ 03\ \text{m} \,.$$

c) Per raggiungere la culminazione, l'angolo orario deve aumentare di:

$$H = 24\text{h} - 21\text{h}\ 03\text{m} = 2\text{h}\ 57\text{m} = 177\text{m} = 2\text{h}\ 57\text{m} \,,$$

quindi dovranno trascorrere 177 minuti siderali, che equivalgono a un numero di minuti solari:

$$\Delta t = 177\ \text{m} \cdot \frac{86164}{86400} \simeq 177\ \text{m} \simeq 2\text{h}\ 57\text{m} \,.$$

Perciò le Pleiadi transitano al meridiano alle 02:45 + 2h 57m = 05:42, a un'altezza sull'orizzonte pari a

$$h = 90° - \varphi + \delta = 90° - 45°\ 35' + 24°\ 12' = 68°\ 37'.$$