Olimpiadi Italiane di Astronomia 2018, INAF - Osservatorio Astrofisico di Catania
Corso di preparazione alla Finale Nazionale - Incontro 3: **4 aprile 2018**
A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

10. CA
Un osservatore nota che la stella Canopo (δ = -52° 41′) non cambia la sua altezza sull'orizzonte nel corso delle 24 ore. Stimate la latitudine a cui si trova l'osservatore e il periodo dell'anno in cui quest'osservazione è stata fatta.

18. CA
All'osservatorio di Greenwich una stella passa al meridiano a UT = 0h. Lo stesso giorno osservata dall'*Isola che non c'è* la stella passa al meridiano a UT = 2h. Determinate la longitudine dell'*Isola che non c'è*.

19. CA
Dall'*Isola che non c'è* è possibile osservare la Polare e inoltre l'altezza massima raggiuta dal Sole al meridiano vale esattamente 90°. Determinare la latitudine a cui si trova *l'Isola che non c'è* e l'altezza massima e minima sull'orizzonte della Polare (δ_{2018} ~ 89° 16′).

25. 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

1. CB
Quanto dovrebbe valere l'obliquità dell'eclittica per poter osservare da Catania (φ = +37° 31′) il 21 giugno alla mezzanotte il Sole esattamente all'orizzonte (fenomeno del "Sole di mezzanotte")? Quanto varrebbe con questo valore di obliquità l'altezza massima del Sole al meridiano sud di Catania ai solstizi e agli equinozi? Trascurate gli effetti della rifrazione e le dimensioni apparenti del Sole (si consideri cioè il centro del Sole)

12. KB
La stazione spaziale Internazionale (ISS) orbita intorno alla Terra su un'orbita circolare con una velocità V_{ISS} = 7.66 km/s. Determinare l'altezza sulla superfice dell'orbita della ISS e il suo periodo di rivoluzione. Se un osservatore è posto al livello del mare e vede la ISS transitare allo zenith, quanto dura, trascurando la rotazione della Terra, la visibilità della ISS da un orizzonte all'altro ?

13. KB
Con i dati del problema precedente, si consideri che la ISS diventa molto ben visibile a occhio nudo anche nei centri abitati ($m \leq 0$) per un'altezza sull'orizzonte maggiore di 10°. Quanto dura la visibilità della ISS assumendo un'altezza sull'orizzonte maggiore di 10°? Quanto vale la distanza tra la ISS e l'osservatore nel momento in cui la ISS appare 10° sopra l'orizzonte?

14. KB
Determinare il semiasse maggiore dell'orbita di un asteroide che, osservato dalla Terra, ha un periodo sinodico pari al suo periodo siderale. Quanto possono valere, al massimo, l'eccentricità dell'orbita e la distanza dell'asteroide dal Sole all'afelio?

21. MA
Stimate la magnitudine apparente di una stella A0 V (M_{A0V} = 0) e di una stella G2 V poste nella galassia di Andromeda, la cui distanza è di $2.54 \cdot 10^6$ anni luce.

22. MA

L'ammasso globulare M3 ha un diametro d = 180 anni luce e, visto dalla Terra, un diametro apparente α = 18'.3. Calcolate la magnitudine apparente di una stella di tipo solare dell'ammasso. L'età di M3 è $\sim 11.4 \cdot 10^9$ anni, pensate di poter osservare una stella di tipo solare nell'ammasso ?

4. MB

Calcolare la magnitudine media della Luna Piena, considerando per l'albedo il valore A_L = 0.136.

Soluzioni

10. CA

Solo ai poli tutte le stelle si spostano, a causa del moto diurno, parallelamente all'orizzonte (cioè lungo i cerchi di altezza) e la loro altezza resta invariata. Data la declinazione di Canopo (δ = -52° 41'), l'unico luogo della Terra dove quest'osservazione può essere fatta è il Polo Sud. Occorre infine che il Sole si trovi al di sotto dell'orizzonte, abbia cioè declinazione negativa, e quindi l'osservazione è stata fatta nel periodo compreso tra l'equinozio di primavera e quello di autunno. ***Nota:*** *a prescindere dalla latitudine dell'osservatore l'altezza di una stella non cambia a causa del moto diurno se essa si trova esattamente in uno dei poli celesti, circostanza che non si verifica per Canopo.*

18. CA

Poiché la differenza tra il passaggio al meridiano nelle due località è di 2 h la differenza di longitudine è di 30° (360° : 24 h = x : 2 h). Poiché la stella passa al meridiano dell'Isola che non c'è 2 h dopo essere passata al meridiano a Greenwich, deduciamo che la sua longitudine è 30° Ovest.

19. CA

Poiché osserviamo la Polare l'Isola che non c'è si trova nell'emisfero Boreale. L'altezza massima del Sole in una località a latitudine φ vale: $h_{max} = 90 - \varphi + 23° 27'$, da cui ricaviamo la latitudine dell'Isola che non c'è: $\varphi = +23° 27'$. L'altezza sull'orizzonte del Polo Celeste è uguale alla latitudine del luogo. Attualmente la Stella Polare (α Umi) dista dal polo circa 44' per cui la sua altezza nel corso del moto diurno contata sul meridiano dalla direzione nord varierà tra un minimo di 22° 42' e un massimo di 24° 10'. In generale la latitudine di un luogo può essere ricavata dalla media tra l'altezza massima e minima di una stella sull'orizzonte.

25. 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: ΔT = 365 g + 4 g + 5.5 h = 369.23 giorni. Questo tempo corrisponde a un numero di lunazioni: $N_L = \frac{\Delta T}{P_{sin}} = \frac{369.23}{29.53} \cong 12.50.$ *Poiché sono trascorsi 12 periodi sinodici e mezzo, vuol dire che la Luna sarà piena.*

1. CB

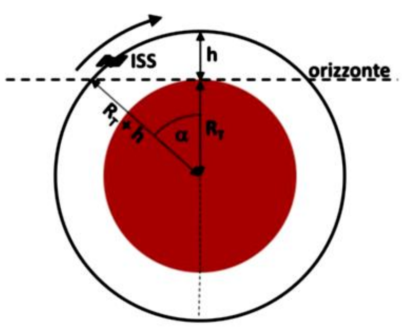
La condizione richiesta equivale a poter osservare da Catania il Sole circumpolare alla sua massima declinazione, cioè quando $\delta_{max_\odot} = \varepsilon$. Una stella è circumpolare quando $\delta \geq 90 - \varphi$. Quindi a Catania il Sole alla sua massima declinazione risulterebbe circumpolare per ε = 90° - 37° 31' = 52° 29'.
L'altezza di una stella al meridiano sud è data dalla relazione: $h_{max} = 90 - \varphi + \delta$.
Con il valore ricavato per ε, nel caso del Sole ai solstizi e agli equinozi δ vale:
δ solstizio d'estate = ε = 52° 29'

δ equinozio di autunno = 0° (il Sole sta sull'equatore celeste)
δ solstizio d'inverno = - ε = - 52° 29'
δ equinozio di primavera = 0° (il Sole sta sull'equatore celeste)
Con il valore di obliquità che rende il Sole circumpolare a Catania il 21 giugno avremo:
h_{max} solstizio d'estate = 90 - φ + ε = 90° - 37° 31' + 52° 29' = 104° 58' (Sole oltre lo zenith)
h_{max} equinozio di autunno = 90 - φ + δ = 90° - 37° 31' + 0 = 52° 29'
h_{max} solstizio d'inverno = 90 - φ - ε = 90° - 37° 31' - 52° 29' = 0° (il Sole sta sull'orizzonte)
h_{max} equinozio di primavera = 90 - φ + δ = 90° - 37° 31' + 0 = 52° 29'
Quindi avremo il fenomeno del Sole di mezzanotte il 21 giugno, ma, di conseguenza, il Sole resterà sotto l'orizzonte (trascurando le sue dimensioni angolari) al solstizio di inverno. Notiamo invece che la sua altezza massima agli equinozi resta invariata, in quando trovandosi sull'equatore celeste la declinazione non dipende dall'obliquità dell'eclittica.

12. KB
Poiché la ISS è in orbita circolare stabile, la sua velocità è pari alla prima velocità cosmica. Detti "h l'altezza sulla superfice e "R" il raggio della Terra avremo:

$$V_{ISS} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R+h}}, \qquad \text{da cui ricaviamo: } h = \frac{G \cdot M}{V_{ISS}^2} - R = 408\ km$$

Il periodo di rivoluzione è dato dalla relazione: $T = \frac{2\,\pi\,(R+h)}{V_{ISS}} = 5566\ s = 1h\ 32m\ 46s$



La configurazione di un passaggio zenitale, trascurando la rotazione della Terra, è illustrata a sinistra. La ISS risulterà visibile per tutto il tempo impiegato per percorrere un angolo φ = 2$\boldsymbol{\alpha}$. In prima approssimazione assumiamo che la rifrazione atmosferica all'orizzonte possa essere semplicemente aggiunta ad $\boldsymbol{\alpha}$. Avremo:

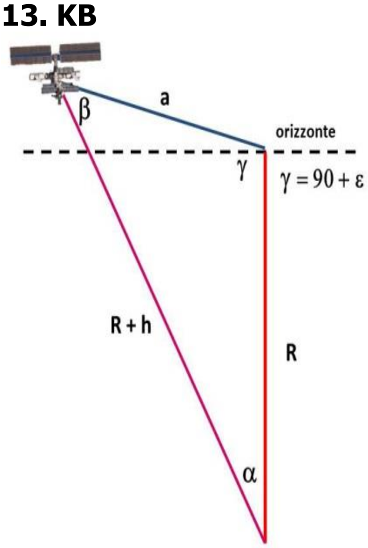
φ = 2 $\boldsymbol{\alpha}$ + 70'

$$\boldsymbol{\alpha} = arcos\left(\frac{R}{R+h}\right) = 19°.97$$

φ = 2 $\boldsymbol{\alpha}$ + 70' = 41°.11

$$t_{passaggio} = \frac{\varphi \cdot T}{360°} = 636\ s = 10m\ 36s$$

13. KB



La configurazione è mostrata nella figura a sinistra. Tenendo conto della rifrazione (che a 10° sull'orizzonte è ~ 5') la ISS avrà un'altezza di 10° sull'orizzonte quando ε = 9° 55' = 9°.92 e quindi γ = 99°.92. Dal teorema dei seni sappiamo che:

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{R+h}{\sin\gamma} = \frac{R}{\sin\beta}$$

e quindi: $\beta = \arcsin\frac{R \cdot \sin 99°.92}{R+h} = \arcsin\frac{6283}{6786} = 67°.80$

Avremo quindi 2α = 2 · (180 – 67°.80 - 99°.92) = 24°.56

$$t_{passaggio-10°} = \frac{2 \cdot \alpha \cdot T}{360°} = 380\ s = 6m\ 20s$$

$$a = \frac{R \cdot \sin\alpha}{\sin\beta} \cong 1470\ km$$

14. KB

Le relazioni che legano il Periodo Sinodico (S) di un corpo del Sistema Solare osservato dalla Terra con il suo Periodo Siderale (P) e con il Periodo Siderale della Terra (E) sono:

$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$ *(corpo esterno all'orbita della Terra)* $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{E}$ *(corpo interno all'orbita della Terra)*

Se S = P notiamo che l'asteroide non può essere interno all'orbita della Terra; varrà allora solo la relazione: $\frac{1}{P} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$ *da cui: P = 2E = 2 anni. Noto il periodo siderale ricaviamo il semiasse maggiore (a) dalla III legge di Keplero: a =* $\sqrt[3]{P^2} = 1.587\ UA = 237.4 \cdot 10^6\ km.$

Per ricavare la massima distanza all'afelio (D_A) calcoliamo l'eccentricità massima dell'orbita, considerando che la distanza al perielio (D_P) non può essere minore del raggio del Sole.

Poiché $D_p = R_\odot$ = a (1-e), ricaviamo: $e = 1 - \frac{R_\odot}{a} = 1 - \frac{695475}{237.4 \cdot 10^6} = 0.9971.$ *Si avrà infine: D_A = a (1+e) = $474.1 \cdot 10^6$ km.*

21. MA

La distanza della galassia di Andromeda vale: d = 779 kpc = 779 · 10^3 pc; il tipo spettrale G2V è quello del Sole, per cui M_{G2V} = 4.83. Dalla relazione m = M - 5 + 5 log d, otteniamo i valori delle magnitudini apparenti: $m_{A0V} \cong 24.5$ e $m_{G2V} = 29.3$

22. MA

La distanza (D) dell'ammasso è data dalla relazione: $D = \frac{d}{\tan \alpha} = \frac{180}{\tan 0.305} \cong 33.8 \cdot 10^3\ anni\ luce \cong 10.4 \cdot 10^3\ pc$. *La magnitudine assoluta di una stella di tipo spettrale G2 V vale M = 4.83; dalla relazione m = M -5 + 5 log d ricaviamo: m ≅ 19.9. Tuttavia l'ammasso non può più contenere una stella G2 V, che ha un tempo di permanenza sulla Sequenza Principale dell'ordine di 10 · 10^9 anni, a meno che il processo di formazione stellare sia continuato fino a oltre 1.5 miliardi di anni dopo l'aggregazione dell'ammasso.*

4. MB

La luminosità della Luna è dovuta alla riflessione del flusso di energia che riceve dal Sole. La quantità totale di energia emessa dal Sole ogni secondo è data da: $L_\odot = 4\,\pi\, R_\odot^2\, \sigma\, T^4 = 3.841 \cdot 10^{26}\ W.$

Alla distanza della Terra ($D_T = 149.6 \cdot 10^9$ m) *la quantità di energia al secondo per unità di superfice (costante solare) è data da:* $L_{\odot T} = \frac{L_\odot}{4\,\pi\, D_T^2} = 1366 \frac{W}{m^2}.$

Alla distanza della Luna piena ($D_L = D_T + D_{TL} = 149.6 \cdot 10^9\,\mathrm{m} + 384.4 \cdot 10^6\ m \cong 150 \cdot 10^9\ m$) *la quantità di energia al secondo per unità di superfice è data da:* $L_{\odot L} = \frac{L_\odot}{4\,\pi\, D_L^2} = 1358 \frac{W}{m^2}.$

La superfice della Luna che riceve la radiazione solare vale: $S_L = 2\,\pi\, R_L^2 \cong 1.90 \cdot 10^{13}\ m^2$. *Quindi la quantità totale di energia riflessa ogni secondo dalla Luna vale:* $E_L = L_{\odot L} \cdot S_L \cdot A_L = 3.51 \cdot 10^{15}\ W.$ *Alla distanza media della Terra* ($D_{TL} = 384.4 \cdot 10^6\ m$) *la quantità di energia al secondo per unità di superfice ricevuta dalla Luna è data da:* $L_{Moon} = \frac{E_L}{2\,\pi\, D_{TL}^2} = 3.78 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2}.$

La differenza di magnitudine apparente tra il Sole e la Luna sarà quindi:

$m_\odot - m_L = -2.5 \log \frac{L_{\odot T}}{L_{Moon}} = -13.89$ *da cui ricaviamo:* $m_L = 13.89 + m_\odot \cong -12.85$

Nota: il valore ottenuto è in ottimo accordo con quello normalmente indicato come magnitudine media della Luna piena: $m_L = -12.74$