Olimpiadi Italiane di Astronomia 2020

INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania

Corso di preparazione alla Gara Interregionale: Categoria **Junior 2 + Senior**

Incontro 4: 12 febbraio 2020 - A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

CA. 14
Il 21 marzo 2013 un osservatore nei pressi di Catania (Longitudine = 15° 4′ 27″) ha visto la Luna sorgere sul mare alle 19:00. Sapendo che in quella data era in vigore l'ora legale, stimate la fase della Luna quando quest'osservazione è stata fatta. Come i dati del problema concorrono in modo significativo alla corretta soluzione ?

CA. 18
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*.

CA. 20
Un osservatore sul meridiano centrale del fuso orario di Roma (= UT+1) osserva il Sole passare al meridiano quando il suo orologio segna le 13:00. Nello stesso istante un secondo osservatore posto alla stessa longitudine, ma a molti km di distanza, nota che il suo orologio segna le 12:00. Dove si trova il secondo osservatore?

CA. 21
Due osservatori, i cui orologi funzionano perfettamente, si trovano alla stessa latitudine e a pochi metri di distanza l'uno dall'altro. Osservano contemporaneamente il passaggio del Sole al meridiano. Eppure l'orologio del primo segna le 12:00, mentre l'orologio del secondo segna le 13:00. Dove si trovano i due osservatori?

CA. 22
Due osservatori si trovano alla stella latitudine sul fuso orario di Roma (=UT + 1). Il primo osserva il Sole passare al meridiano alle 12:05, mentre il secondo osserva il passaggio del Sole al meridiano alle 12:15. Trascurando la variazione in ascensione retta del Sole, quanto distano in longitudine i due osservatori ?

CA. 23
Quanti giorni siderali ci sono in un anno siderale? Si assuma giorno siderale = 23h 56′ 4″

VA. 1
La stella Altair (α Aql) mostra un moto di avvicinamento al Sole con velocità radiale di -26.0 km/s. Di quanto apparirebbe spostata verso il blu la riga Hα (λ_0 = 6562.8 Å) della stella Altair se osservata dal Sole? Quale velocità radiale avrebbe il Sole visto da Altair? Quale velocità radiale avrebbe il Sole se osservato da un pianeta in orbita attorno ad Altair?

VA. 5
Nel film il pianeta proibito i protagonisti scappano da un pianeta simile alla Terra dopo aver attivato un sistema che ne provocherà la distruzione dopo 24h dalla loro partenza. Se l'astronave con cui fuggono viaggia a una velocità $v = 0.180 \cdot c$, a che distanza si troveranno dal pianeta quando lo vedranno esplodere ? Quando gli apparirà grande il pianeta subito prima dell'esplosione ?

VA. 6

Nello spettro di una stella le righe Hα (λ_0 = 6562.8 Å) e Hβ (λ_0 = 4861.4 Å) vengono osservate alle lunghezze d'onda Hα = 6628.6 Å e Hβ = 4910.1 Å. Considerando i possibili errori di misura, determinare la velocità radiale della stella rispetto alla Terra al momento dell'osservazione. Quanto valgono le lunghezze d'onda a riposo delle righe Hγ, Hδ e Hε se nello spettro della stella vengono osservate alle lunghezze d'onda: Hγ = 4384.4 Å, Hδ = 4143.0 Å e Hε = 4009.7 Å?

KA. 44

Kepler-78b, scoperto nel 2013, è stato il primo pianeta extrasolare con massa (M) e raggio (R) simili a quelli della Terra. In particolare $M_{K-78b} = 5.32 \cdot 10^{-3} M_{Giove}$ e $R_{K-78b} = 0.107 \cdot R_{Giove}$. Calcolare la densità media del pianeta in $\frac{kg}{km^3}, \frac{kg}{m^3}, \frac{g}{cm^3}$

TA. 3

L'ammasso globulare M3 dista dal Sole D = 10.5 kpc e ha un diametro apparente β = 18′. Stimate il diametro dell'ammasso in anni luce. Se osservate l'ammasso con un telescopio con focale F = 10 m, quanto varranno le sue dimensioni lineari sul piano focale del telescopio?

TA. 6

Osservate Marte in una "Grande Opposizione" con un telescopio riflettore f/8 con apertura D=40 cm. Quanto valgono il diametro angolare apparente di Marte e le sue dimensioni lineari sul piano focale del telescopio ?

Soluzioni

CA. 14

Il 21 marzo il Sole si trova in prossimità del Punto γ e quindi la sua declinazione è circa zero. In questo periodo dell'anno la lunghezza del giorno è pari a quella della notte a tutte le latitudini e il Sole tramonta, per un osservatore posto al centro di un dato fuso orario, alle 18, ovvero alle 19 se è in vigore l'ora legale. Poiché la Luna sorgeva quando il Sole tramontava, si trovava in direzione opposta al Sole e quindi la sua fase era molto prossima a piena. Dalla data del 21 marzo ricaviamo che la declinazione del Sole era prossima a 0°. Dalla longitudine di Catania deduciamo che la differenza dell'ora locale rispetto all'ora solare del meridiano centrale è piccola. Dal sapere che era in vigore l'ora legale deduciamo che il Sole tramonta alle 19:00. E' infine importante che la Luna sorga dal mare, infatti se l'osservatore avesse avuto davanti a se delle montagne l'avrebbe vista sorgere più tardi.

CA. 18

La differenza tra il passaggio al meridiano nelle due località è di 2 h. Poiché 1h = 15°, la differenza di longitudine tra le due località è di 30°. 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.

CA.20

Poiché i due osservatori si trovano alla stessa longitudine, il passaggio del Sole al meridiano deve avvenire nello stesso istante. Se l'osservatore sul meridiano centrale di Roma osserva il passaggio del Sole al meridiano alle 13:00, vuol dire che è in vigore l'ora legale. Quindi il secondo osservatore si trova in un paese dove non è in vigore l'ora legale.

CA. 21

I due osservatori si trovano su un meridiano che segna il confine tra due fusi orari. Il primo si trova 7°.5 a est del meridiano centrale del suo fuso orario, mentre il secondo si trova 7°.5 a ovest del meridiano centrale del suo fuso orario. Quindi i due osservatori vedranno praticamente in simultaneamente il passaggio del Sole al meridiano, ma i loro orologi segneranno un'ora di differenza.

CA. 22

L'intervallo di tempo tra le due osservazioni è di 10 minuti. Trascurando la variazione di posizione del Sole e poiché 15° = 1h, la differenza di latitudine tra i due osservatori è:

$$\Delta\lambda = \frac{15°\cdot 10}{60} = 2°.5$$

con il secondo osservatore più a ovest del primo

CA. 23

In un anno siderale ci sono 365.26 giorni solari medi, ovvero 8766.2 h. Poiché la durata di un giorno siderale è 23h 56' 4' ≅ 23.9344 h otteniamo:

$$N_{Giorni\ siderali} = \frac{8766.2}{23.9344} \cong 366.26$$

VA. 1

La velocità radiale è data dalla relazione $v = c\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda_o}$*; quindi osservando Altair dal Sole:* $\Delta\lambda = \frac{v\cdot\lambda_o}{c} \cong \frac{-26.0\cdot 6562.8}{299792} \cong -0.569\ \text{Å}$ *La velocità con cui da Altair si vedrebbe il Sole è anch'essa di -26.0 km/s. Non ci sono dati a sufficienza per rispondere all'ultima domanda. Ciò in quanto la velocità radiale osservata sarebbe modificata dalla velocità orbitale del pianeta intorno ad Altair e sarebbe funzione dell'inclinazione dell'orbita del pianeta e dell'istante dell'osservazione.*

VA. 5

Al momento in cui si assisterà all'esplosione il tempo trascorso dalla partenza sarà: $T = 24\,h + t$*, dove* "t" *è il tempo necessario alla luce dell'esplosione per raggiungere la navicella.*
Lo spazio percorso dalla navicella dopo l'esplosione del pianeta è dato dalla relazione:

$$s_N = s_0 + v_n \cdot t$$

Poiché dal momento della partenza all'esplosione sono trascorse 24 ore:

$$s_0 = v_n \cdot t = 0.180 \cdot c \cdot 86400 \cong 4.66 \cdot 10^9\ km$$

Lo spazio percorso dalla luce dopo l'esplosione del pianeta è dato dalla relazione: $s_L = c \cdot t$

Quando la luce dell'esplosione raggiunge la navicella avremo: $s_N = s_L$*, e quindi:*

$$T = 24\,h + t = 24\,h + \frac{s_0}{c - v_n} \cong 86400 + \frac{4.66\cdot 10^9}{245829} \cong 105\cdot 10^3\ s \cong 29h\ 10m$$

ovvero quando l'astronave si troverà a una distanza dal pianeta:

$$D = v_n \cdot T \cong 0.180 \cdot c \cdot 105 \cdot 10^3 \cong 5.67 \cdot 10^9\ km \cong 37.9\ UA$$

Il diametro angolare (α) *del pianeta da una distanza di 37.9 UA è dato dalla relazione:*

$$\alpha = 2 \cdot sin^{-1}\frac{R}{D} = 2 \cdot sin^{-1}\frac{6378}{5.67 \cdot 10^9} = 0''.464$$

VA. 6

La velocità radiale è data dalla relazione $v = c\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda_o}$*. Poiché le lunghezze d'onda osservate sono maggiori di quelle a riposo, la velocità radiale è positiva, ovvero la stella si sta allontanando dalla Terra. Dalle righe* $H\alpha$ *e* $H\beta$ *ricaviamo:*

$$v_\alpha \cong c\,\frac{65.8}{6562.8} \cong 3005.8\,\frac{km}{s} \qquad v_\beta \cong c\,\frac{48.7}{4861.4} \cong 3003.2\,\frac{km}{s}$$

Dalla media delle due velocità ottenute ricaviamo la velocità radiale: $v \cong 3004.5\,\frac{km}{s}$ *(Nota 1)*

Note la lunghezza d'onda osservata e la velocità radiale, la lunghezza d'onda a riposo si ricava dalla relazione: $\lambda_0 = \frac{\lambda_{oss}}{1+\frac{v}{c}} = 0.9901\,\lambda_{oss}$ *da cui otteniamo:* $H\gamma$ *≅4341 Å,* $H\delta$ *≅ 4102 Å e* $H\varepsilon$ *≅ 3970 Å*

Nota 1: *il valore di velocità radiale così ottenuto deve essere corretto per la velocità della Terra attorno al Sole, che varia in funzione della posizione della stella. I valori corretti vengono detti "velocità radiali eliocentriche"*

Nota 2: *il valore* $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_o}$ *è anche detto "redshift" ed è indicato con "z". Per piccoli valori di "z" vale l'approssimazione* $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_o} = \frac{v}{c}$*; al crescere di "z" occorre considerare l'approssimazione relativistica:*

$z = \sqrt{\frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}} - 1$ *da cui si ricava:* $v = c\,\frac{(z+1)^2-1}{(z+1)^2+1}$ *che comporta v<c anche se z>1*

KA. 44

La Massa del pianeta vale: $M_{K-78b} \cong 5.32 \cdot 10^{-3} \cdot 1.90 \cdot 10^{27} \cong 1.01 \cdot 10^{25}\,kg$*, mentre il suo raggio è:* $R_{K-78b} \cong 0.107 \cdot 71490 \cong 7650\,km$*. La densità media (*$\rho$*) è il rapporto tra massa e volume. Nell' ipotesi che il pianeta abbia forma sferica:* $\rho_{K-78b} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \cong \frac{1.01 \cdot 10^{25}\,kg}{4.19 \cdot 4.48 \cdot 10^{11}\,km^3} \cong 5.38 \cdot 10^{12}\,\frac{kg}{km^3} =$

$5.38 \cdot 10^{3}\,\frac{kg}{m^3} = 5.38\,\frac{g}{cm^3}$

TA. 3

Il diametro (d) dell'ammasso è dato da:

$$d = D\tan\beta \cong 10.5 \cdot 10^3 \cdot \tan 0°.3 \cong 55.0\,pc \cong 179\ anni\ luce$$

Detta d_f *la dimensione lineare dell'immagine dell'ammasso sul piano focale si ha:*

$$d_f = F \cdot \tan\beta = 10 \cdot \tan 0°.3 \cong 5.2\,cm$$

TA. 6

La focale del telescopio è: F = 40 cm · 8 = 3.2 m. Una Grande Opposizione è un'opposizione in cui la Terra di trova all'afelio ($D_{TAfelio}$ *= 152.1 ·* 10^6 *km) e contemporaneamente Marte al Perielio (*$D_{MPerielio}$ *= 206.6 ·* 10^6 *km). La distanza Terra-Marte sarà quindi:* D_{TM-GO} *= 54.5 ·* 10^6 *km. In questa circostanza il diametro apparente di Marte (*α*) sarà dato dalla relazione:*

$$\alpha = 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{R_{Marte}}{D_{TM-GO}}\right) \cong 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{3397}{54.5 \cdot 10^6}\right) \cong 0.00714° = 0'.429 = 25''.7$$

Le sue dimensioni lineari (d) sul piano focale del telescopio saranno:

$$d = F \cdot \tan\alpha \cong 3.2\,m \cdot \tan 25''.7 \cong 0.4\,mm$$