Prova teorica

n.1

Recentemente, il 6 Giugno 2012, è avvenuto un fenomeno non frequente, il transito di Venere attraverso il disco solare. Il prossimo transito avverrà solo nel 2117. Calcolate la data di questo transito. (Rispondere senza calcoli non sarà considerato come soluzione).

Recently, on June 6, 2012 an infrequent astronomical phenomenon, transit of Venus across the solar disk took place. The next transit of Venus will take place only in 2117. Calculate the date of that transit. (Answer without calculations will be not considered even as a part of solution).

<u>*Soluzione:*</u>

Ogni transito di Venere avviene solo nella configurazione di congiunzione inferiore di Venere. Per calcolare la prossima congiunzione inferiore abbiamo bisogno innanzitutto di trovare il periodo sinodico Ts di Venere:

1/Ts= 1/Tv-1/Te

Dove Tv e Te sono i periodi siderali di Venere e Terra,

Ts= Te*Tv / (Te-Tv) = 583.92 giorni

Il 1 Gennaio 2117 sarà 38194 giorni dopo il 6 Giugno 2012, mentre il 31 Dicembre 2117 sarà dopo 38558 giorni.

38194/583.92 = 65.41

38558/583.92= 66.03

Questo vuol dire che nel 2117 saranno passati altri 66 periodi sinodici di Venere:

66x583.92 = 38538.7

Che corrisponde alla data del 12 Dicembre 2117.

n.2

Recentemente, il 6 Giugno 2012, è avvenuto un fenomeno non frequente, il transito di Venere attraverso il disco solare. Supponiamo che Giuseppe, come al solito, non ha capito il fenomeno e lo considera non come transito di Venere ma di una certa luna, che chiameremo Pseudovenere, orbitante intorno alla Terra con un orbita circolare. Trovate il raggio dell'orbita di Pseudovenere ed il diametro. Effetti dovuti alla rotazione assiale della Terra possono non essere presi in considerazione.

Recently, on June 6, 2012 an infrequent astronomical phenomenon, transit of Venus across the solar disk took place. Suppose that Giuseppe, as usual, did not understand the phenomenon and ascribed it not to transit of real Venus but of some moon, which we name Pseudovenus, rotating around the Earth by circular orbit. Find the radius of orbit of Pseudovenus and diameter of this sky body. Effects appears due to axial rotating of the Earth should be not taken into account.

Soluzione:

Il moto visibile di Venere dipende dal moto sinodico del pianeta. Durante il transito di Venere si vede solamente la velocità sinodica del pianeta. La velocità angolare sinodica di Venere è:

$\omega = \omega v - \omega e$

dove ωv ed ωe sono le velocità angolari siderali di Venere e Terra. Se Rv e Re sono i raggi delle orbite, la velocità di Venere in questo sistema è:

$V = \omega * Rv = (\omega v - \omega e) * Rv$

E la sua velocità angolare visibile dal cielo terrestre:

$u = V / (Re - Rv) = (\omega v - \omega e) * Rv / (Re - Rv)$

Ma il moto sinodico di Pseudovenere ha la direzione opposta di quello della rotazione del pianeta intorno al Sole. Così la relazione tra le velocità angolari sinodiche u e siderali ω* di Pseudovenere saranno:

$u = \omega p + \omega e$

così:

$\omega p = u - \omega e = (\omega v - \omega e) * Rv / (Re - Rv) - \omega e = \ldots.. = 2 * \pi * [(Rv/Tv) - (Re/Te)] / [Re - Rv]$

Per un corpo orbitante intorno alla Terra (massa M) in un orbita circolare si può scrivere:

$\omega * \omega * R = G * M / R * R$

e quindi:

$Rp = [G * Me * (Re - Rv)^2 / 4 * \pi^2 * (Rv/Tv - Re/Te)^2]^{1/3}$

Calcolandolo: $Rp = 2.92\ 10^9$ m= 2.92 mln Km (circa 7.60 volte l'orbita lunare)

Bisogna ora trovare il diametro di Pseudovenere utilizzando la distanza Rp calcolata e la dimensione angolare dell'oggetto:

$a = rv / (Re - Rv)$

dove rv è il diametro reale di Venere. Ora:

$rp = a * Rp = rv * Rp / (Re - Rv) = 8.55\ 10^5$ m = circa 850 Km (0.25 volte il diametro della Luna).

Nota per la giuria: un punto addizionale può essere dato per gli studenti che notano che la distanza è fuori dalla sfera di Hill della Terra, per cui è una situazione impossibile.

n.3

C'è una antica leggenda in Corea che dice che se sei in grado di vedere la stella "Old Person" per tre volte, tu sei una persona fortunate e vivrai una lunga vita. Questa stella, conosciuta come Canopo, era vista più brillante ed in migliori condizioni nel passato, ma anche ora talvolta è possibile vedere questa stella in

Corea. Stimate approssimativamente che magnitudine visuale deve avere Canopo osservandola dalla costa sud dell'isola di Jeju nelle migliori condizioni. Il territorio dell'isola è collocato a latitudini tra 33° 12' N e 33° 34' N e longitudini tra 126° 09' E ed 126° 57' E. Le informazioni in aggiunta le puoi trovare o calcolare dalla tabella.

There is an ancient legend in Korea that says, if you managed to see the "Old person star" thrice, you are lucky person and will live a long live. The old person star, now known as Canopus, was seen brighter and better in past time, but even now sometimes one can see this star in Korea. Estimate approximately what visible stellar magnitude may have Canopus by its observing from the southern coast of Jeju island (Korea) in the most favorable conditions. The territory of the island is located at latitudes between 33˚ 12' N and 33˚ 34' N and longitudes between 126˚ 09' E and 126˚ 57' E. Take from the tables and recollect for yourself the necessary additional information.

<u>Soluzione:</u>

Canopo è una stella del cielo meridionale; se essa è visibile in Corea, deve essere molto vicina all'orizzonte. L'assorbimento e lo scattering della luce giocano un ruolo importante sotto queste condizioni di osservazione. Di conseguenza, le migliori condizioni di osservazione si hanno nella parte meridionale dell'isola e Canopo deve essere al culmine superiore. La latitudine di questo punto è la minore dell'intervallo dato: 33° 12' N. A questa latitudine Canopo culmina ad una altezza di:

$h= 90° - \varphi+ \delta= 90° -33°12' + (-52°42') = 4° 06'$

L'assorbimento atmosferico e lo scattering sono significativi a questa altezza. Lo spessore dell'atmosfera che attraversa il fascio di luce è (1/sin h) volte più largo dello spessore allo zenith: (1/ sin h)= 14. Si conosce che con le migliori condizioni atmosferiche, la perdita di luce durante il passaggio in atmosfera e di circa del 20%, oppure $0^m.23$. Siccome le magnitudini delle stelle in tabella sono date allo zenith (Canopo m_o=$-0^m.72$), l'assorbimento della luce in più all'altezza di 4° sarà ((1 / tan 4°16') -1), cioè circa 13 volte maggiore che allo zenith. Quindi:

$\Delta m= 0.23\ (1/ \sin 4°06' -1)= 3$ circa

$M_1 = m_0 + \Delta m = 2^m.3$

Nota per la giuria: questa deve essere una stima: l'esatto valore non è importante. La risposta ragionevole può variare tra 1.5 e 4

n.4

Come sapete, lo scorso anno la Polar Bear è arrivata su Marte per osservazioni astronomiche. Nello stesso momento il suo amico Penguin ha fatto anche lui un affascinante viaggio su Marte. Allo stesso istante la Bear e Penguin osservano stelle allo zenith, e vedono Canopo e Sirio rispettivamente. Stimate qual è la distanza (misurata sulla superficie di Marte) tra i due "animali"? A che altezza sull'orizzonte Bear osserva Sirio? La soluzione deve includere una figura con l'immagine di Bear e di Penguin su Marte. Grandezze necessarie e grandezze angolari dovrebbero essere nella figura. Trova sulla tabella le informazioni necessarie.

As you know, last year the Polar Bear (whom was already met in the texts of many IAO) arrived to Mars for astronomical observations. Nowadays his friend Penguin also made fascinating journey to Mars. At the *same instant of time the Bear and the Penguin observe stars in zenith, and see Canopus and Sirius respectively. Estimate roughly, what is the distance (measured by Martian surface) between the animals? At what height above horizon does the Bear observe Sirius? The solution has to include a picture with an image of the Bear and the Penguin on Mars. Necessary sizes or angular sizes should be in the picture. Recollect for yourself the necessary information about the Polar Bear and Penguin.*

<u>*Soluzione:*</u>

Come si può vedere dalla tabella "Data of some stars", Canopo e Sirio hanno circa la stessa RA mentre la differenza in DEC è significativa. Ciò significa che la distanza tra queste stelle nel cielo terrestre e circa uguale alla distanza in DEC.

$\beta = \delta 1 - \delta 2 = (-16° \, 42' \, 58'') - (-52° \, 41' \, 45'') = 35°59' = 36°$

Stando su Marte quest'angolo non cambia, anche se le coordinate sul pianeta sarebbero differenti. Ciò significa che la distanza sul suolo marziano fra i due animali è:

$\beta(rad) * R = \beta(°) * \pi * R/180 = 2300$ Km circa

dove R = 3397 è il raggio di Marte. Se Bear vede Canopo allo zenith, l'angolo zenitale di Sirio sarà di 36° e la sua altezza dall'orizzonte sarà di 90 – 36 = 54°

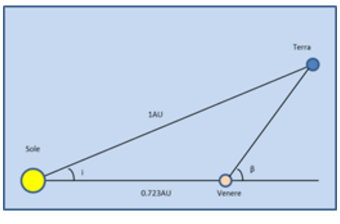
n.5

A quale distanza massima della stessa eclittica di Venere, la Terra può essere vista dal cielo venusiano (considerandolo da un punto fuori l'atmosfera)? Le orbite dei pianeti possono essere considerate circolari.

At what maximum distance from the own (Venus) ecliptic the Earth can be visible at the sky from Venus (actually, from a point outside Venus atmosphere)? Orbits of the planets may be considered circular.

<u>*Soluzione:*</u>

La massima distanza spaziale dalla Terra verso l'eclittica di Venere è:



$H = R_0 * \sin i$

dove R_0 è il raggio dell'orbita terrestre (1AU) e i è l'inclinazione dell'orbita terrestre dal piano dell'eclittica di Venere, che è uguale a 3°.4

H= 1AU * sin 3.4 = 0.0593 AU

Nel cielo venusiano la Terra in questa posizione può essere visibile alla distanza massima nella configurazione di opposizione, dove la distanza tra Venere e Terra è minima e uguale a:

$L = R_0 - R_V = 1AU - 0.723\ AU = 0.277\ AU$

(gli angoli sono piccoli e quindi si può non prendere in considerazione l'inclinazione). La massima distanza nel cielo (angolo β) può essere calcolato dalla equazione:

$H = L * \tan\beta$ da cui $\tan\beta = H/L = 0.214$ con $\beta = 12°.1$

n.6

Nella nostra zona della Galassia la distanza media tra le stelle è circa 6 anni luce. Assumendo che un interferometro può misurare parallassi con un errore di 0.001 arcosecondi, quante stelle della nostra Galassia potranno avere la parallasse determinata con questo interferometro?

In our part of the galaxy the mean distance between the stars is about 6 light years. Assume that an interferometer can measure parallaxes with an error of ±0.001 arc second. How many stars of our Galaxy could have their parallax determined by this interferometer?

Soluzione:

6 anni luce corrispondono a circa 1.84 pc. Una parallasse di 0.001 corrispondo invece a una distanza di 1000 pc. Così l'interferometro non può misurare parallassi delle stelle che sono più distanti di 1000 pc con una accuratezza ragionevole. Se avessimo una distribuzione uniforme di stelle nello spazio, il volume sarebbe una sfera di raggio 1000 pc, da cui si otterrebbe un numero stelle:

$N = (4\pi /3) * (1000 / 1.84)^3 \sim 6.7\ 10^8$

Però la nostra Galassia non è distribuita uniformemente. Dalla nostra parte lo spessore del disco galattico è di circa 400pc. Quindi il volume da considerare è quello di un cilindro di raggio 1000 pc e altezza 400. Il numero di stelle così scende a $2\ 10^8$.

Prova osservativa

Cloudy Sky

9. Indica con il dito la direzione dei seguenti oggetti:

9.1: la stella polare

9.2: l'eclittica

10. Passa ora al telescopio:

10.1: Allinea il cercatore in modo che sia allineato perfettamente. Dopo aver finito l'allineamento, mostra il telescopio all'esaminatore.

10.2: Scrivi qui sotto il numero scritto in un posto distante che ti verrà indicato dall'esaminatore.

11. Stima la distanza zenitale approssimativa di mercurio

Clear Sky

9. Indica con il dito la direzione dei seguenti oggetti:

9.1: la stella polare

9.2: l'eclittica

10. Al telescopio punta NGC869 e NGC884. Una volta fatto mostralo all'esaminatore.

10.2 Stima l'attuale angolo orario di entrambi (10 gradi di accuratezza) e scrivile nel riquadro

11. Punta M15 con il telescopio. Ti viene data una mappa del cielo. Dopo aver identificato l'oggetto, mostralo all'esaminatore.

12. Stima la distanza zenitale approssimativa di mercurio

Prova pratica

Fireball

Una palla di fuoco viene osservata da tre differenti siti I, II, III. La posizione dei siti, l'altezza e l'azimut dei punti di partenza e di fine sono dati in tabella:

Observing position			Starting point (A)		End point (B)	
	Longitude	Latitude	Azimuth	Altitude	Azimuth	Altitude
I	127.3˚ E	+35.7 ˚	17 ˚	35 ˚	77 ˚	10 ˚
II	128.5˚ E	+37.0 ˚	235 ˚	-	139 ˚	-
III	128.5˚ E	+35.4 ˚	325 ˚	-	48 ˚	-

L'azimut viene misurato verso est da nord, e l'altezza è data in gradi sopra l'orizzonte. Seguendo i passi sottostanti trovare la vera traiettoria e la posizione del palla incandescente.

7.1 Hai una carta millimetrata. Disegna le tre posizioni di osservazione e disegna la traiettoria della palla di fuoco come si vedrebbe dalla superficie terrestre.

7.2 Calcolare la longitudine e la latitudine dei punti di partenza (λ_A,φ_A) ed arrivo (λ_B,φ_B) della palla di fuoco e la lunghezza totale della traiettoria proiettata sulla superficie terrestre.

7.3 Trovare l'altezza del punto di partenza hA e di quello di fine hB della traiettoria sopra la superficie della Terra.

7.4 Dove si potrebbe trovare un meteorite, se esso sopravvivesse al passaggio attraverso l'atmosfera e colpisse il suolo? Calcolare la longitudine e la latitudine (λ_C,φ_C) del luogo del meteorite sulla superficie della Terra.

Infine, completa la tabella sottostante ridisegnandola sul tuo quaderno.

point	Long λ	Lat φ	L (Km)	hA (Km)	hB (Km)	Posizione meteorite	
						long	lat
A							
B							

A fireball was observed at 3 different observing sites I, II, III. The position of the observing sites, the altitude and azimuth of start and end points are given in Table 1. Azimuth is measured eastward from the North direction, and altitude is given in degrees above the horizon. Following the steps below, find true trajectory and location of fallen debris of the fireball.

Observing position			*Starting point (A)*		*End point (B)*	
	Longitude	*Latitude*	*Azimuth*	*Altitude*	*Azimuth*	*Altitude*
I	*127.3° E*	*+35.7 °*	*17 °*	*35 °*	*77 °*	*10 °*
II	*128.5° E*	*+37.0 °*	*235 °*	-	*139 °*	-
III	*128.5° E*	*+35.4 °*	*325 °*	-	*48 °*	-

7.1 You are provided by a cross-section paper. Mark the 3 observing positions (I,II,III) and draw a projected trajectory of the fireball.

7.2 Calculate the longitude and latitude of start (λa, φa) and end (λa, φa) points of the fireball and a total length L of the trajectory projected on the earth surface.

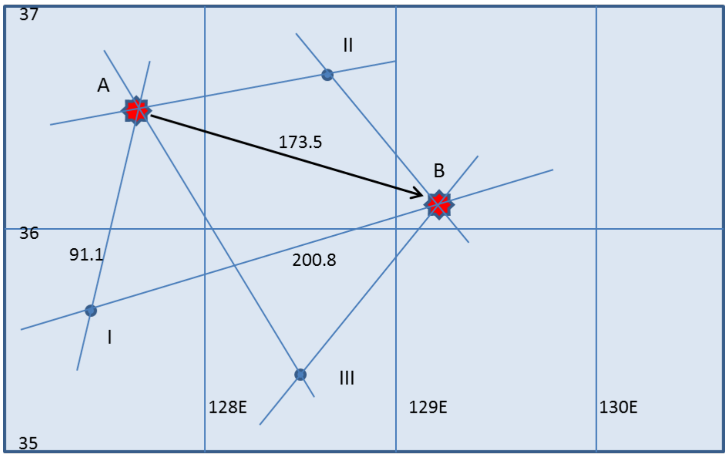
7.3 Find the heights of starting point ha and the end point hb.

7.4 Where can you find a meteorite, if it survives passage through the atmosphere and hit the ground? Calculate the longitude and latitude (λc, φc) of the location where the meteorite hits the ground.

Finally, redraw the table below to your answer-book and fill the empty cells with your results.

<u>Soluzione:</u>

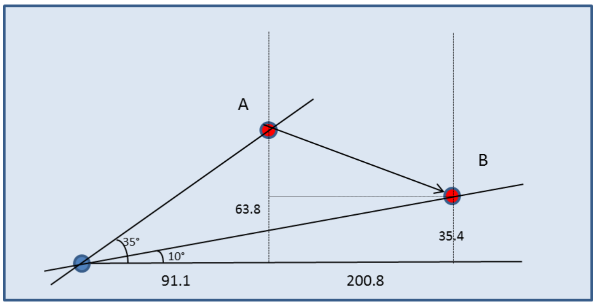
<u>7.1</u>



7.2 : Dalla griglia si determinano le coordinate richieste e cioè A(127.6E, 36.47N), B(129.45E,36.10N). Poi bisogna convertire le differenze di angolo in distanze attraverso il teorema di Pitagora, così che:

$$L= [((129.45-127.6)*110)*(4.8/5.8))^2 + ((36.47-36.10)*110)^2]^{1/2}$$

Dove il fattore di conversione 4.8/5.8 per la distanza longitudinale per un gradi di longitudine può essere letta dalla scala sulla carta millimetrata o utilizzando sin(90-36), e si può utilizzare 110Km/(gradi latitudini). Allora L=173.5 Km.



7.3 Se I, A e B sono correttamente fissati, la distanza IA e IB si calcola con il teorema di Pitagora, ottenendo hA= 63.8 e hB=35.4.

7.4 Se la palla di fuoco colpisce la superficie la traiettoria proiettata dal punto A fino al punto di impatto C, allora AC è un multiplo della distanza proiettata AB di un fattore 63.8/(63.8-35.4)= 2.2465. Lo stesso fattore può essere usato per avere la traiettoria separata in longitudine e latitudine:

$\Lambda c= 127.6+2.2465*(129.45-127.6)=131.76$

$\Phi c= 36.49 + 2.2465*(36.11-36.49) = 35.64$

point	Long λ	Lat φ	L (Km)	hA (Km)	hB (Km)	Posizione meteorite	
						long	lat
A	127.6 E	+36.49N	173.5	63.8	35.4	131.76E	+36.64N
B	129.45 E	+36.11N					

Moon

Il KASI pubblica l'almanacco astronomico Coreano ogni anno. La tabella che mostra il tempo locale Coreano delle culminazioni lunari è estratto dall'almanacco 2012. Hai a disposizione anche una carta millimetrata per disegnare i grafici.

8.1: Trovare la data dell'Aprile 2012 nella quale la Luna è più vicina alla Terra.

8.2: Trovare la data del Marzo 2012 nella quale la Luna è più lontana.

8.3: La carta millimetrata mostra l'orbita eccentric della Luna, la Terra viene posta al centro. Evidenzia la posizione della Luna con una X al 19 aprile e al 23 aprile (con vicino scritto A19 e A23).

8.4: Calcolate il rapporto delle dimensioni angolari apparenti della Luna α_{Moon} e del Sole α_{Sun} il 1 Luglio.

8.5: Disegna sulla carta millimetrata l'orbita geostazionaria attorno alla Terra nella giusta scala.

The Korean Astronomy and Space Science Institute (KASI) publishes the Korean Astronomical Almanac every year. The table that shows the Korean local time of Moon culmination is extracted from the Korean Astronomical Almanac 2012. (See separate sheet, and you may fill the empty cells by necessary content).

Also you are provided a cross-section paper to plot the graphs.

8.1 Find the date in April 2012 when the Moon in closest to the Earth.

8.2 Find the date in March 2012 when the Moon is remotest from the Earth.

8.3 The cross-section paper (a) shows the eccentric orbit of the Moon, where the earth is located at the center. Mark the positions of the Moon by X on April 19 and April 23 (with labels A19 and A23).

8.4 Calculate the ratio of the apparent angular size of the Moon (αm) and the Sun (αs) on July 1.

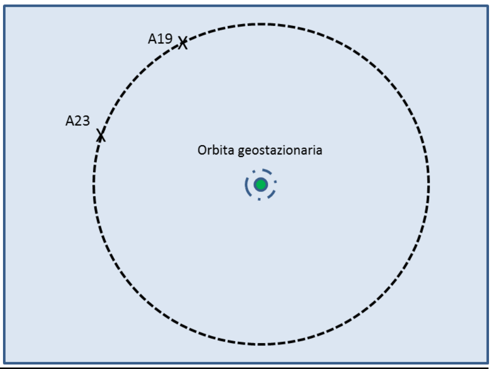
8.5 Draw on the cross-section paper the geostationary orbit around the Earth in the given scale.

<u>Soluzione:</u>

<u>8.1:</u>Guardando alle differenze dei tempi di culminazione fra due giorni vicini si scopre una differenza di circa 48 minuti, ma ogni giorno cambia a causa dell'orbita ellittica lunare. Quando la Luna è al perigeo, la differenza diviene massima. Per cui la risposta è 11 Aprile.

<u>8.2:</u>14 giorni dopo il 13 Marzo (o 14 prima dell'11 aprile) la Luna occupa il posto opposto al perigeo. Quindi la risposta è 27 Mar.

<u>8.3:</u>Ci sono 8 giorni tra l'11 e il 19 Aprile, che corrispondono a 8/27.3 del periodo orbitale lunare. L'angolo dal perigeo è di 105.5 gradi. Ci sono 12 giorni fino al 23 corrispondenti a 12/27.3*360=158.2 gradi. Per cui:



*8.4:*Il 1 Luglio è 54 giorni dopo il 7 maggio, quando la Luna è al perigeo. Il Sole è vicino all'afelio, mentre la Luna è vicino al perigeo. Quindi il diametro angolare apparente solare è 31'59" * 0.983 = 31'27". Il diametro reale della Luna è 3476.4Km. La distanza è 384400" * (1-0.055)= 362900 Km. Quindi il diametro angolare apparente è 3476/362900 * 180/3.14 * 60 = 32'54". Quindi la Luna appare 1.05 volte più grande del Sole.

*8.5:*Le dimensioni approssimative dell'orbita geostazionaria può essere ricavata dalla III legge di Keplero, con l'aggiunta che l'orbita geostazionaria ha 27.3 un periodo più corto. Il rapporto delle grandezze orbitali è: $27.3^{2/3}$, o approssimativamente 9.