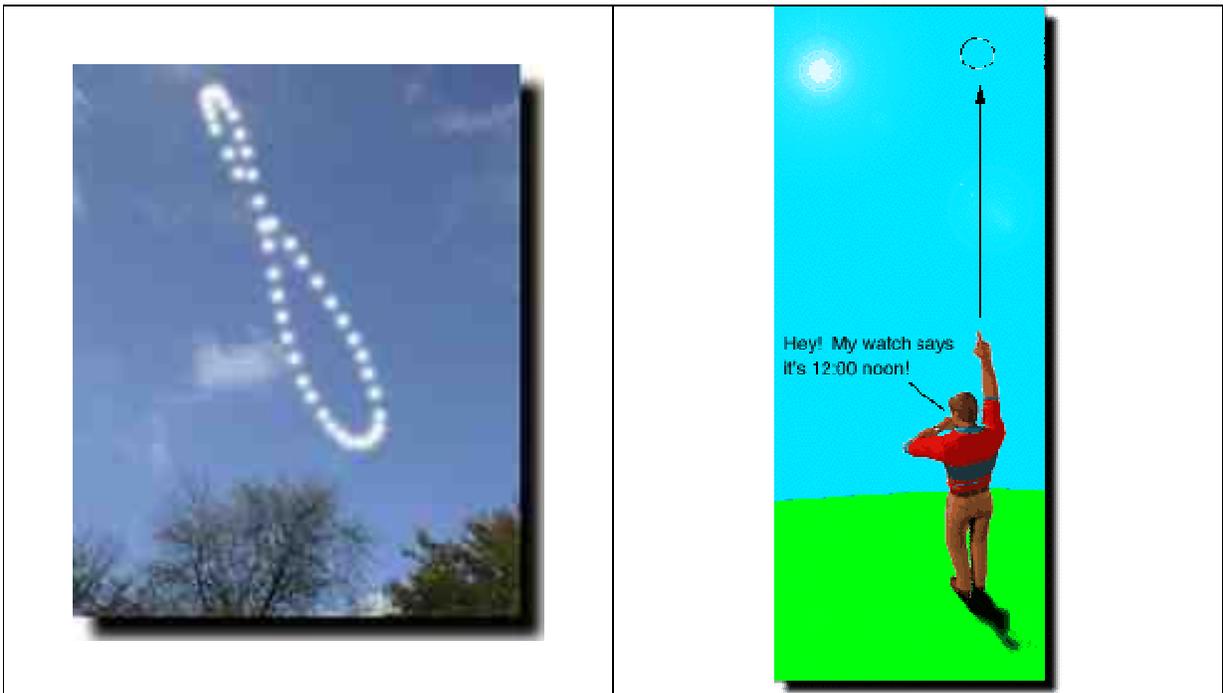


Cenni di geografia astronomica.

Tutte le figure e le immagini (tranne le ultime due) sono state prese dal sito Web: <http://www.analemma.com/>

Giorno solare e giorno siderale.

La durata del giorno solare in un dato luogo è determinata dall'intervallo di tempo trascorso tra due successivi passaggi del sole sul piano meridiano locale. La durata del giorno siderale è determinata dall'intervallo tra due successivi passaggi di una stella fissa sul piano meridiano locale.



Nella foto in figura è rappresentata la posizione reale del sole in un dato luogo presa sempre alla stessa ora indicata da un orologio nell'arco di un anno. Il disegno indica l'ora in cui la foto viene scattata ogni volta.

Notare che la posizione del sole si sposta in alto e in basso sull'orizzonte coprendo un angolo di circa 46° attorno ad un'altezza che dipende dalla latitudine del luogo. Inoltre è evidente uno spostamento est ovest che sta ad indicare una variazione della durata del giorno solare.

Il giorno solare ed il giorno siderale hanno durate diverse.

La durata del giorno siderale dipende solo dal periodo di rotazione terrestre. Tale periodo di rotazione è sensibilmente costante. In realtà diminuisce in modo estremamente lento nel corso dei millenni ed inoltre è soggetto ad alcune piccole variazioni irregolari, ma a tutti gli effetti può venire considerato costante. La durata del giorno siderale è di circa 23h e 56'.

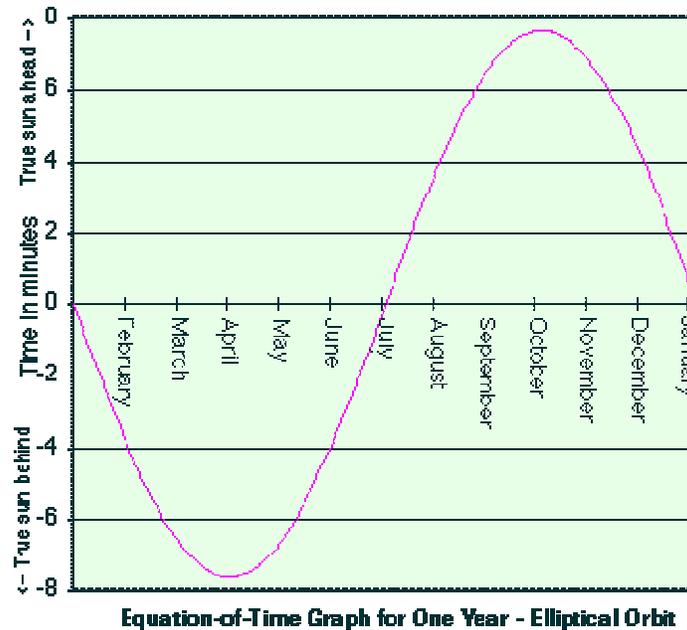
Anche la durata del giorno solare dipende dalla rotazione terrestre; tuttavia essa non è costante sia perché la velocità angolare di rivoluzione attorno al sole varia sia per il fatto che il piano dell'orbita terrestre non coincide con il piano equatoriale. I

due piani formano un angolo di circa 23° , si può anche dire che l'asse terrestre è inclinato di 23° rispetto alla verticale del piano dell'orbita.

Cominciamo con il considerare la prima causa.

L'orbita della terra è un'ellisse; uno dei fuochi di questa ellisse è occupato dal sole.

Una conseguenza dell'ellitticità dell'orbita è che la velocità angolare di rivoluzione non è costante. Infatti al perielio la velocità angolare di rivoluzione è maggiore che all'afelio a causa della conservazione del momento angolare (legge delle aree di Keplero). Ne consegue che quando la terra si trova vicino al perielio (minima distanza tra la terra e il sole) la durata del giorno solare è maggiore, per questa causa, di quando la terra si trova prossima all'afelio (distanza massima tra la terra ed il sole). Dal fatto che la durata del giorno solare è maggiore di quella del giorno siderale si deduce anche che le velocità angolari di rotazione e di rivoluzione hanno lo stesso verso.

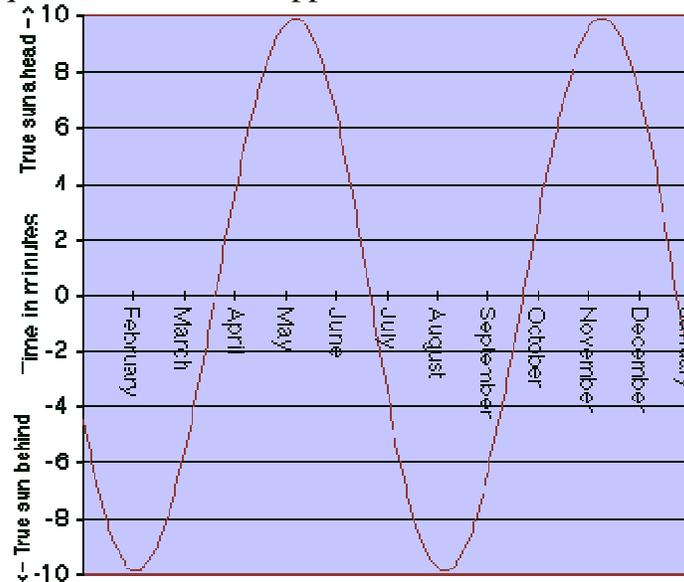


In figura sono rappresentati i ritardi e gli anticipi dei passaggi del sole sul piano meridiano locale dovuti alla variazione di velocità angolare di rivoluzione. I valori sono calcolati usando un modello semplificato: le indicazioni relative si trovano al sito indicato.

Per comprendere meglio il motivo per cui la durata del giorno solare dipende dalla velocità angolare di rivoluzione si può ragionare nel modo seguente. Se la terra fosse ferma rispetto al sole, come può essere considerata rispetto alle stelle fisse, il sole passerebbe sulla verticale del luogo (intercetterebbe il piano meridiano locale) esattamente dopo una rotazione di 360° ; tuttavia la terra, mentre compie una rotazione sul proprio asse, percorre un tratto di orbita; pertanto la rotazione necessaria affinché il sole passi di nuovo per il piano meridiano locale è un po' maggiore di un angolo giro. Di quanto è maggiore dell'angolo di 360° dipende dalle velocità

angolare di rivoluzione. Di conseguenza la durata del giorno solare non solo è maggiore di quella del giorno siderale ma non è neppure costante.

La seconda causa della variazione della durata del giorno solare è l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'orbita. Il piano dell'orbita terrestre viene chiamato anche piano eclittico, perché si chiama eclittica l'orbita apparente del sole rispetto alle stelle fisse. È ovvio che il piano dell'orbita della terra contiene il sole e quindi la sua orbita apparente.



Equation-of-Time Graph for One Year - Tilt = 23.43°

In figura sono rappresentati i ritardi e gli anticipi dei passaggi del sole sul piano meridiano locale dovuti all'inclinazione dell'asse terrestre. I valori sono calcolati usando un modello semplificato: le indicazioni relative si trovano al sito indicato. Si può notare che questo effetto è leggermente maggiore di quello dovuto all'ellitticità dell'orbita.

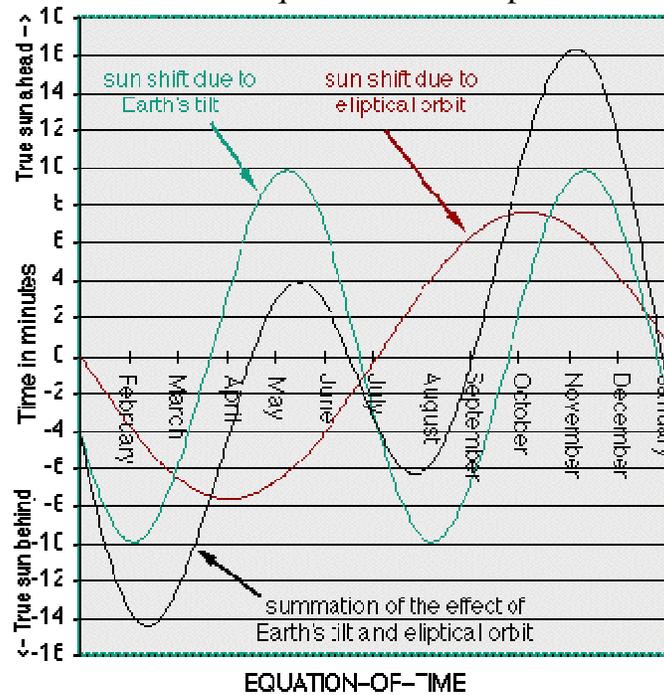
L'angolo che l'eclittica forma con il piano equatoriale dipende dal periodo dell'anno. Esso è massimo, e vale $\pm 23^\circ$, agli equinozi, minimo ai solstizi quando vale 0° . Il sole si muove lungo l'eclittica e nell'arco di un anno compie un giro completo. Ciò significa che in un giorno rimane indietro di circa un grado rispetto alle stelle fisse. Per semplicità possiamo ragionare supponendo che l'arco descritto giornalmente sull'eclittica sia costante (sarebbe equivalente a dire che la velocità angolare di rivoluzione fosse costante). La lunghezza della proiezione di questo arco sul piano equatoriale dipende dal periodo dell'anno. Agli equinozi si ha la differenza massima tra la lunghezza dell'arco e la sua proiezione mentre ai solstizi la differenza è minima. Come conseguenza si ha che il piano meridiano locale incontra il sole in intervalli successivi che hanno durata differente a seconda della stagione; perciò la durata del giorno solare varia durante l'anno anche per questa ragione.

Si suole definire la durata del giorno solare medio. Il giorno solare medio è l'intervallo di tempo che trascorrerebbe tra due successivi passaggi del sole sul piano meridiano locale supponendo che il sole si muova sul piano equatoriale con una

velocità angolare costante, tale che il periodo di rivoluzione sia esattamente di un anno. (NB. Rimane da definire quale sia la durata di un anno, ma di questo non ci occupiamo). La durata del giorno solare medio una volta era utilizzata per la definizione del campione di unità di tempo; il secondo era definito come l'intervallo di 1 su 86400 del giorno solare medio. Per conseguenza il giorno solare medio dura 24h.

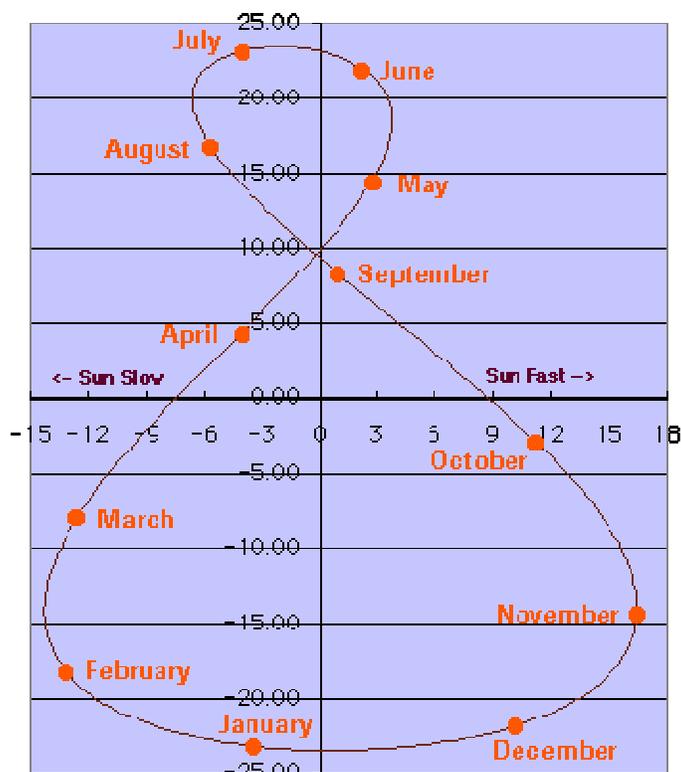
Tra le conseguenze di quello che è stato ora detto c'è il fatto che il mezzogiorno solare (l'istante in cui il sole si trova a passare per il piano meridiano locale) non coincide con quello dell'orologio, anche se si tiene conto del fuso orario, della longitudine del luogo ed eventualmente dell'ora legale. Solo in alcune giornate i due valori coincidono. In genere ci sono anticipi e ritardi che si accumulano e possono complessivamente superare i quindici minuti

La curva che descrive l'andamento degli anticipi e dei ritardi in funzione dei giorni dell'anno, prende il nome di "equazione del tempo".



In figura è rappresentate l'equazione del tempo calcolata come somma dei due effetti.

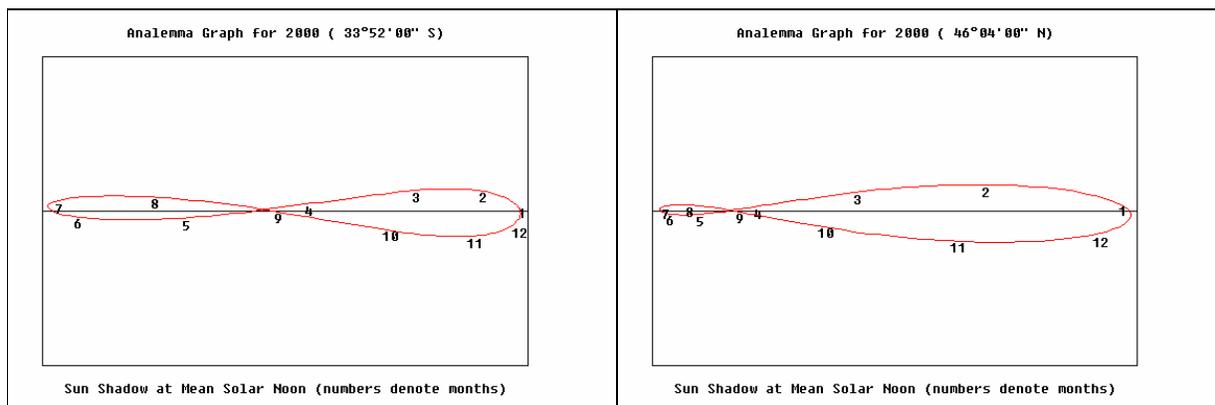
Un'altra maniera di rappresentare i ritardi e gli anticipi del mezzogiorno solare rispetto a quello "legale" (indicato dall'orologio) è attraverso una curva che prende il nome di "lemniscata del tempo" o "analemma". La curva dipende dal luogo e dall'anno.



ANALEMMA CURVE

In figura è rappresentata l'analemma calcolato per una data latitudine.

Si può notare che in ascissa sono rappresentati gli anticipi e i ritardi del passaggio del sole sul piano meridiano, mentre in ordinata c'è l'ampiezza dell'angolo che la posizione del sole (il piano dell'eclittica) forma con il piano equatoriale (questo angolo prende il nome di declinazione se si usano le coordinate astronomiche equatoriali). C'è da sottolineare che l'altezza a cui si vede il piano equatoriale (l'equatore celeste), dipende dalla latitudine: vale 0° ai poli e 90° all'equatore.



Queste ultime due figure sono altre rappresentazioni di analemme calcolate con il programma Alw2. Le curve si riferiscono all'anno 2000 ed a due latitudini differenti: a sinistra per Sydney (Australia) a destra per Trento. Oltre alla evidente differenza tra

le due, è necessario sottolineare che le curve, ruotate rispetto a quella precedente, non sono in scala, infatti l'equazione del tempo è la stessa per ogni luogo.