


A night sky with a city skyline silhouette and a bright light trail. The sky is dark with some light trails from stars or satellites. The city skyline is visible in the background, and a bright light trail is visible in the foreground.

# La Misura del Mondo

(Fondamenti di Astronomia)

## 1 – Moti e coordinate

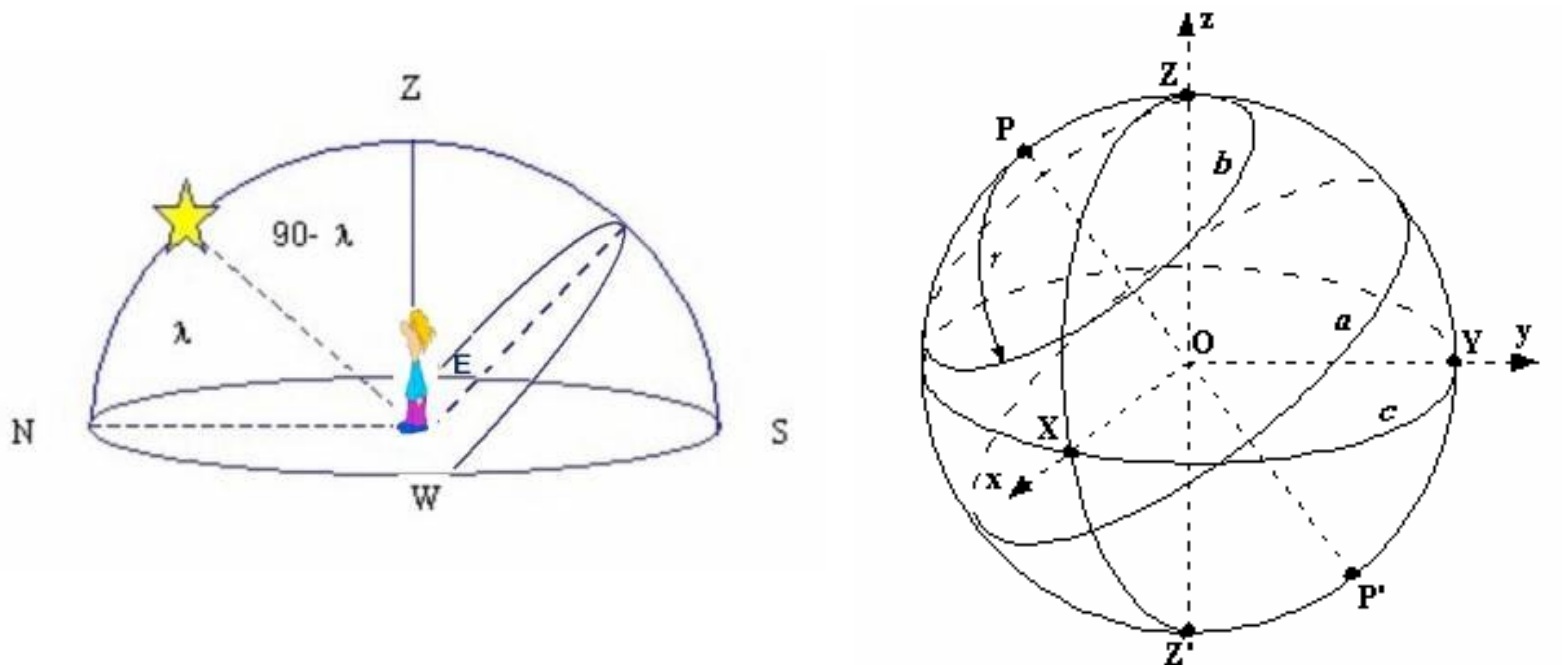
Bruno Marano  
Dipartimento di Astronomia  
Università di Bologna

A long-exposure photograph of the Gemini South telescope dome at the Cerro Gemini observatory. The dome is a large, cylindrical structure with a dark, metallic exterior and a complex, illuminated internal framework. The sky above is filled with numerous concentric, circular star trails, indicating the Earth's rotation. The trails are most prominent around the dome's horizon and become more sparse as they move away from it. The overall scene is set against a dark, clear night sky.

L'intero cielo appare ruotare in modo regolare  
attorno a un asse, detto "asse del mondo"  
Il punti fissi di tale movimento sono detti *Poli  
celesti* (Nord e Sud).

Traiettorie delle stelle al Polo Sud Celeste,  
presso il Telescopio Gemini S

# Orizzonte, zenith, polo, punti cardinali



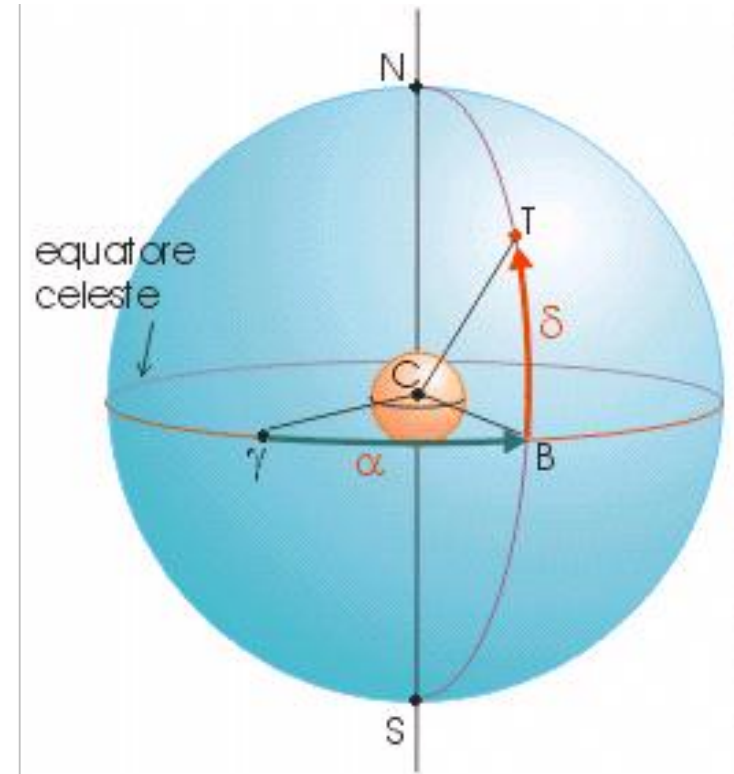
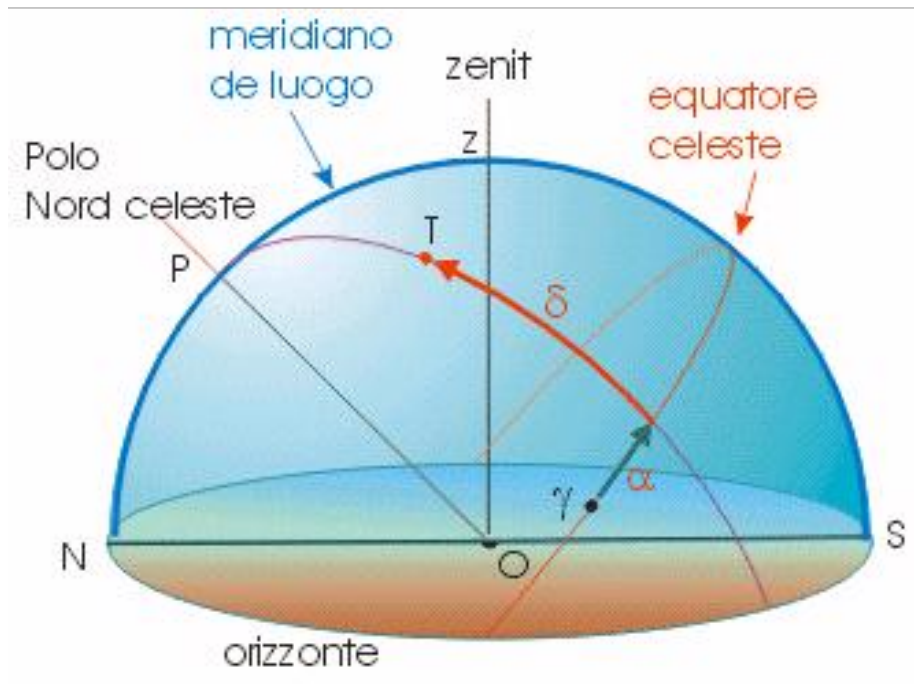
La congiungente il centro della Terra e l'Osservatore definisce lo Zenith (il “punto del cielo sopra la testa”). Il piano dell'orizzonte passa per l'osservatore ed è tangente alla sfera terrestre.

Il cerchio massimo attraverso Z(enith) e P(olo) definisce il Nord geografico. E, S, W sono definiti di conseguenza. Il piano perpendicolare all'asse del mondo che passa per O(sservatore) definisce l'equatore celeste (a).

# Stelle

- Si muovono di moto\* circolare, attorno ad un asse (“Asse del Mondo”). In riferimento al loro moto si adotta un Sistema di Coordinate sferiche basato su Poli e Equatore celesti. Il Polo Nord è prossimo - nella nostra epoca - alla Stella Polare.
  - Il moto avviene da E a W, cioè, nell’emisfero settentrionale, in senso orario (è un riflesso del fatto che la Terra, vista dal Polo N, ruota in senso antiorario)
  - Il loro periodo di rotazione definisce il “giorno siderale” (intervallo tra due passaggi della stessa stella al meridiano, ovvero tra due “culminazioni”)
  - Mantengono le distanze relative (stelle “fisse”)
  - Le stelle adiacenti al Polo N (stelle circumpolari) non tramontano mai
- (\*) *ovviamente ci si riferisce al “moto” come appare ad un osservatore terrestre*

# Sistemi di riferimento orizzontale e equatoriale

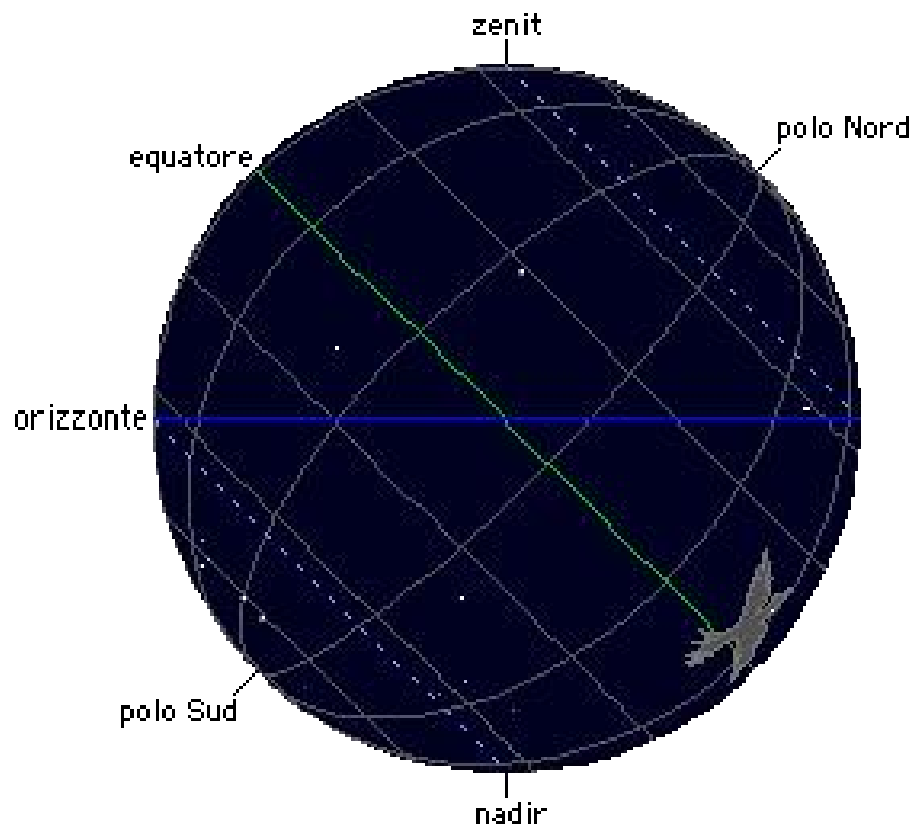


# Sorgere e tramontare

- Per un osservatore ad una latitudine simile a quella dell'Italia ( $39^{\circ}$ - $48^{\circ}$ ), le stelle più vicine al Polo N celeste della linea tratteggiata azzurra non tramontano mai. Per noi l'Orsa Maggiore è tra queste.

- Gli astri più vicini al Polo Sud celeste non sorgono mai (p.e.  $\alpha$ Centauri)

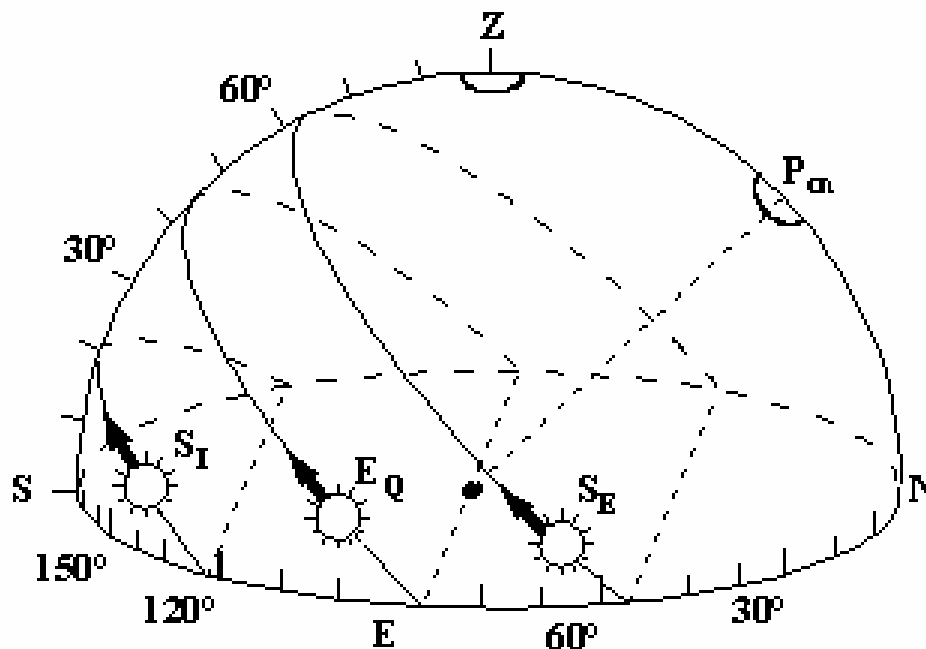
- Gli astri in posizioni intermedie sorgono e tramontano: tra questi ovviamente Sole, Luna e Pianeti.



# Sole

- Si muove ad una velocità simile alle stelle fisse restando “indietro” – cioè più a E – di circa un grado al giorno
- L’intervallo tra due culminazioni (transito attraverso il meridiano) del Sole definisce il “giorno solare”, più lungo di quello siderale di ~4 minuti
- La distanza angolare del sole dall’equatore varia nel corso dell’anno da  $-23.5^\circ$  (21 Dicembre) a  $+23.5^\circ$  (21 Giugno) (solstizio: il sole “sta” = inverte il suo moto rispetto all’equatore)
- Il sole attraversa l’equatore celeste il 21 Marzo (punto  $\gamma$  o punto d’Ariete) e il 23 Settembre: equinozi (= la notte e il giorno sono di uguale durata)
- La traiettoria del sole rispetto alle stelle fisse ha nome “eclittica”

# Posizioni del sole rispetto all'equatore celeste ai solstizi ( $S_I, S_E$ ) e equinozi ( $E_Q$ )

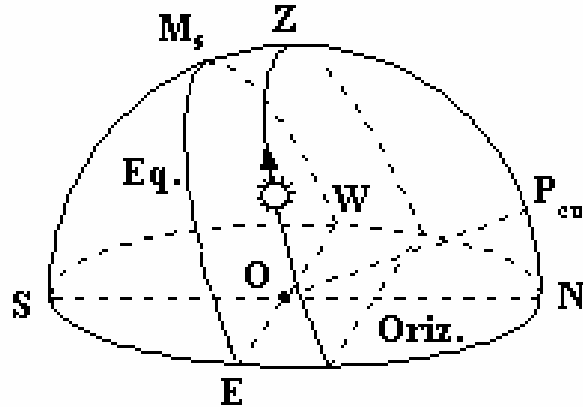


Nell'emisfero N d'estate il sole ( $S_E$ ) sorge presto, tramonta tardi e culmina alto nel cielo.

D'inverno  $S_I$  sorge tardi, tramonta presto e resta basso rispetto all'orizzonte.

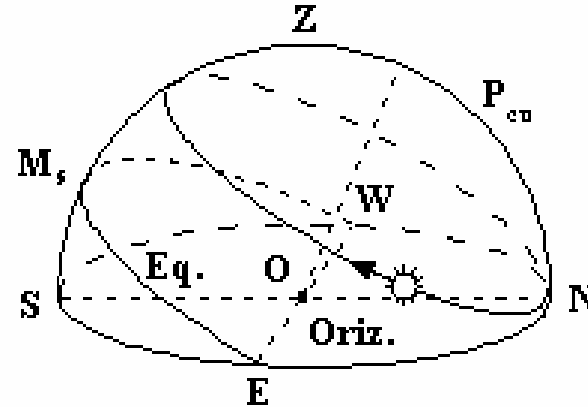


# Il sole a diverse latitudini il 21 di Giugno



Latitudine = 23° 27' N

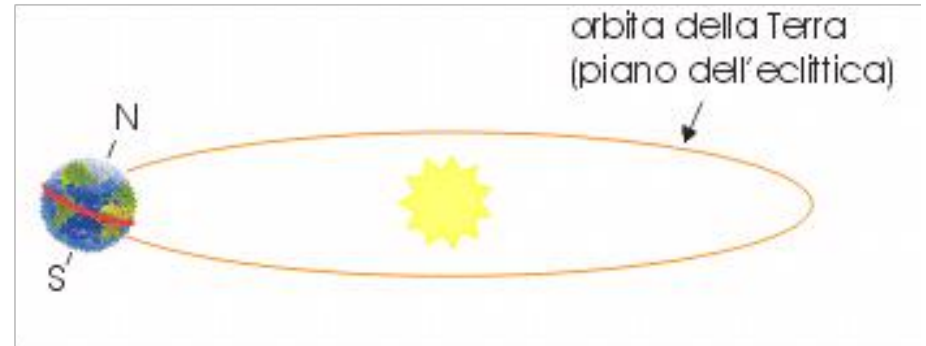
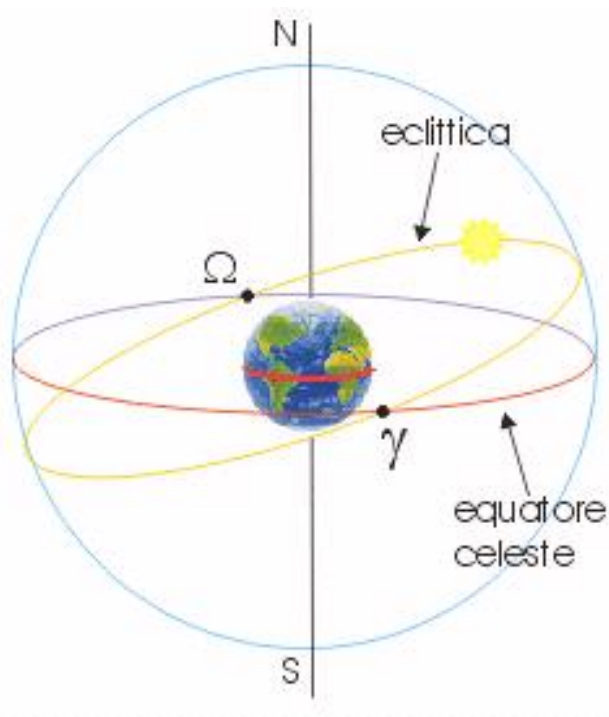
Tropico del Cancro  
Il sole passa allo Zenith



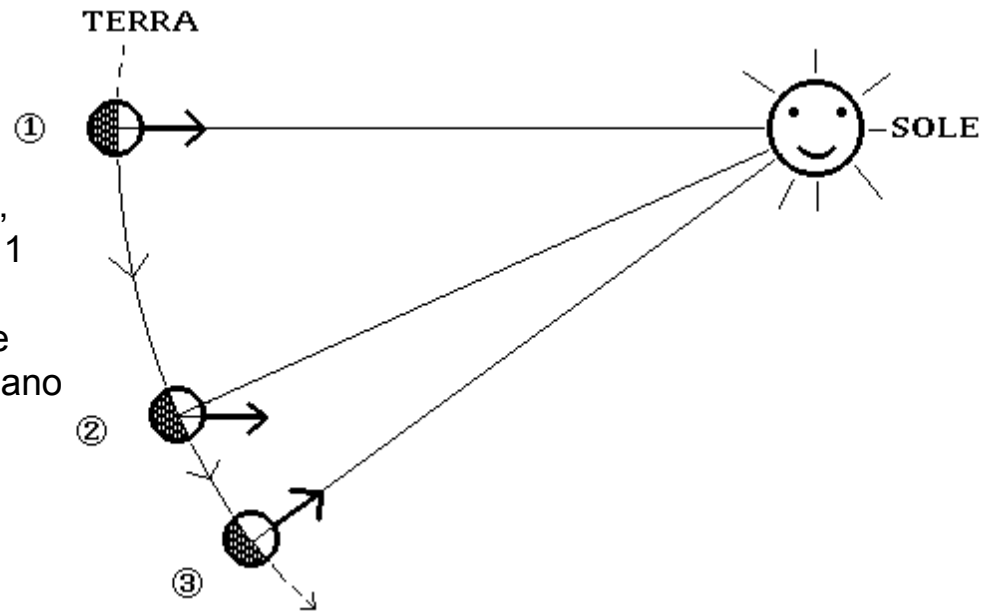
Latitudine = 66° 33' N

Circolo Polare N  
Il sole non tramonta

# Eclittica



Giorno siderale e giorno solare:  
Il tempo tra due transiti del sole(1-3) è maggiore di 4 minuti del tempo tra due transiti di una stella , individuati dalle situazioni (1-2). Nella situazione 1 stella e Sole sono allineati al meridiano dell'oss., nella situazione 2, a causa del moto di rivoluzione della Terra, l'osservatore vede il transito in meridiano della stella prima di quello del Sole.



# Calendario

- L'anno è definito come l'intervallo tra due transiti del sole al punto d'Ariete (anno siderale) o tra due solstizi (anno tropico)
- ... differiscono? ...di poco:
  - anno siderale: 365.2636 d
  - anno tropico : 365.2422
- Un calendario basato su un anno di 365 vede lentamente spostarsi la data degli equinozi e dei solstizi (circa un giorno in quattro anni)
- E' necessaria una correzione per tener conto della frazione di giorno: motivi civili e religiosi (evitare che le stagioni "scorrono")
- L'adozione dell'anno bisestile (calendario Giuliano, Sosigene, 46 aC) approssima 0.2422 con 0.25 --> un giorno in più ogni quattro anni. Il calendario resta comunque "indietro" di 8 giorni ogni 1000 anni
- Nel 1582 papa Gregorio XIII riforma il calendario, cancellando il giorno bisestile nell'anno del secolo, esclusi il 1600, il 2000, il 2400 e elidendo i giorni 5-14 ottobre 1582 ( 4 ottobre = S.Petronio! Fu salvato dai "bolognesi"? (Ignazio Danti)?
- La riforma del calendario fu introdotta due secoli dopo nei paesi protestanti; in Russia (chiesa Ortodossa) dopo la Rivoluzione d'Ottobre (7 Novembre (si noti!) 1917)
- Ora siamo "a posto" fino all'anno 4000.

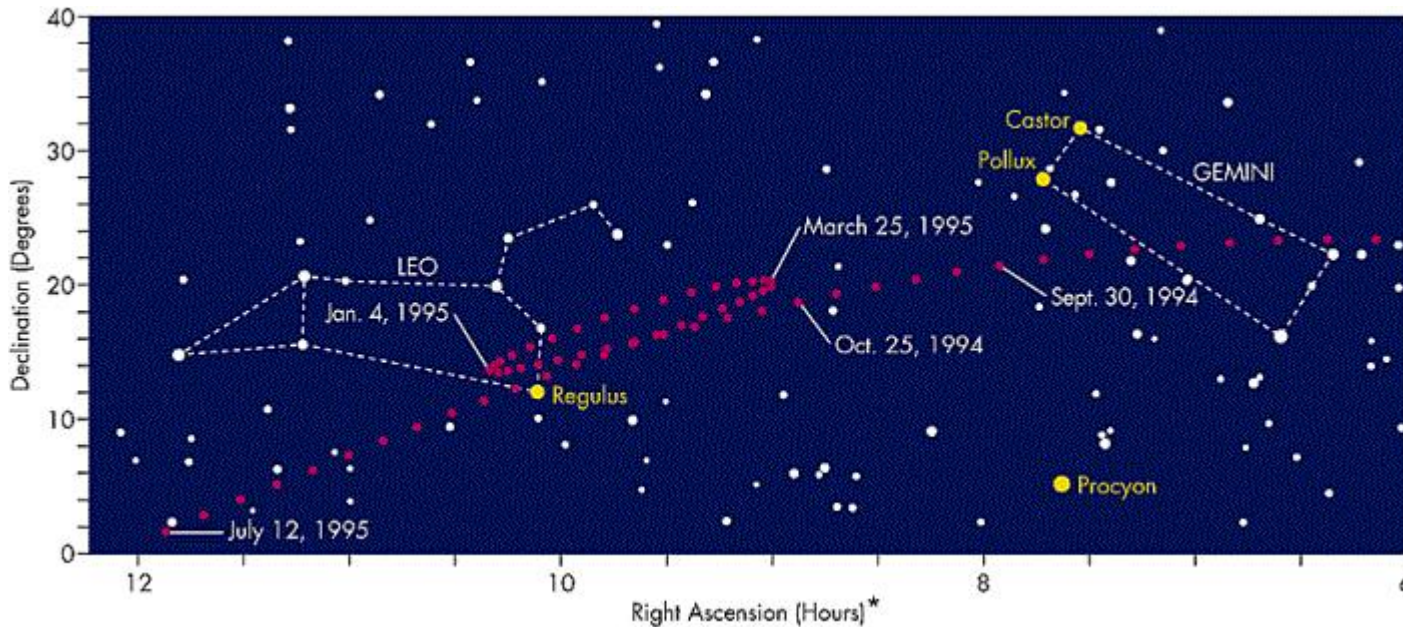
# Luna

- Fasi, collegate alla posizione terra-sole: opposizione = luna piena; congiunzione = luna nuova; quadratura (angolo retto) = quarti
- Mostra la stessa faccia alla terra, salvo un movimento di oscillazione (tipo pendolo) di ampiezza  $7^\circ$ .
- Mese lunare: intervallo tra due lune piene (o nuove) : 29.5 d
- Nella tradizione, l'inizio del mese lunare è indicato dall'apparizione della "falce" o "crescente lunare" dopo la luna nuova. Due esempi: permane nell'islamismo (inizio del Ramadan); si trova nella tradizione druidica, richiamata nella "Norma" di Bellini.
- Mese lunare "siderale": 27.3 d
- La settimana deriva dalle quattro fasi lunari ( $28/4=7$ )
- La definizione del mese civile parte dal mese lunare, adattato per esser reso "commensurabile" alla durata dell'anno.
- Schema numerico di origine astronomica:  
1 -- 30 – 360 ;  $360/30 = 12$
- Le 12 costellazioni (le "case" astrologiche!) occupate dal sole corrispondono ciascuna allo spazio percorso dal sole in un mese lunare... ricondotto poi a un mese "standard" ---- Zodiaco

# Pianeti = Vaganti

Alcune (5) delle stelle più brillanti del cielo non sono fisse, si muovono in modo evidente, percorrendo l'eclittica in tempi più o meno lunghi.

*Due esempi del moto di Marte rispetto alle stelle fisse*



# Pianeti

## noti dall'antichità, cioè visibili ad occhio nudo

- Due, Mercurio e Venere, precedono il Sole all'alba o lo seguono al tramonto; non oltrepassano mai una "elongazione" massima rispetto al sole
- Marte, Giove e Saturno si muovono verso E rispetto alle stelle "ritardando" similmente al sole
- Quando sono in opposizione al sole hanno una fase di moto "retrogrado" (verso W), molto ampia nel caso di Marte (immagine precedente)
- Tutti si trovano in una fascia di  $\sim 5^\circ$  attorno all'eclittica (le orbite sono "circa" sullo stesso piano)

### Nota

- Nuovi corpi solidi orbitanti attorno al sole sono stati scoperti tramite il telescopio.
- Di questi, Urano (1781), Nettuno (1846), Plutone (1930) sono stati classificati come pianeti
- Altri, per lo più orbitanti tra Marte e Giove, sono di piccole dimensioni e sono stati definiti "pianetini" (p.e. Cerere, 1800)
- La scoperta recente di corpi in orbite transuraniche, di massa maggiore di Plutone, ha portato nel 2005 ad una più precisa definizione del termine "pianeta", col "declassamento" di Plutone a "pianeta nano", insieme a Cerere e altri.

# Altri oggetti visibili ad occhio nudo

- **Stelle cadenti.** “Sabbia” o piccole pietre che, arrivando nell’alta atmosfera con velocità fino a 70 Km/sec, per attrito diventano incandescenti e sublimano. Talora frammenti arrivano al suolo (meteoriti).
- **Comete.** Corpi che orbitano attorno al sole, con traiettorie molto allungate. Nei pressi del sole formano la coda, per liberazione, a causa della fusione del ghiaccio, di particelle di polvere.

Aristotele pose le comete tra i fenomeni sublunari (atmosferici). Solo nel XVII secolo Ticho Brahe ne dimostrò la natura di corpi celesti, ben più distanti della luna. In antico venivano interpretate come annunciatrici di eventi catastrofici, in quanto rompevano la immutabilità dei cieli.