

Moti della terra

Appunti di geografia per gli studenti delle sezioni C e D a cura della prof.ssa A. Pulvirenti.

Le immagini presenti in questo file sono state reperite in rete o modificate da testi cartacei e vengono utilizzate solo per l'elevato contenuto didattico.

ROTAZIONE TERRESTRE

La terra ruota attorno al proprio asse da ovest verso est in 24 ore, con una VELOCITÀ ANGOLARE ω costante

$$360^\circ/24h = 15^\circ/h$$

VELOCITÀ LINEARE max all'equatore (463 m/sec) e decresce fino ai poli (0 m/sec)

$$V = \omega * r$$

con ω velocità angolare ed r raggio della traiettoria circolare esprimibile in funzione della latitudine ϕ e del raggio terrestre $v = \frac{15^\circ}{h} * R_t * \cos \phi$

All'equatore dove la $\phi = 0^\circ$; raggio terrestre 6378 Km

$$V = \frac{\pi/12 * 6.378.000m * 1}{3600s} = 463,5m/s$$

PROVE DELLA ROTAZIONE

Indirette

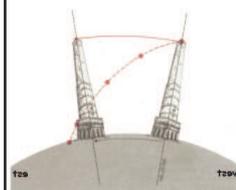
- 1) Apparente spostamento diurno dei corpi celesti da est a ovest
- 2) Analogia con gli altri pianeti
- 3) Schiacciamento polare

Dirette

- 1) Esperienza di Guglielmini
- 2) Pendolo di Foucault

Esperienza di Guglielmini

Caduta libera dei corpi

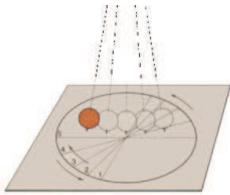


Un corpo libero di muoversi non segue la verticale ma devia verso est, perché durante la caduta mantiene per inerzia la velocità lineare di partenza che dipende dalla distanza dall'asse terrestre.

Lo spostamento è massimo all'equatore e minimo ai poli

Pendolo di Foucault

Rotazione della terra in base allo spostamento apparente del piano di oscillazione del pendolo.



Nel Pantheon di Parigi F. appese un pendolo lungo 68 m con una massa di 30 Kg dotata di una punta in modo da consentire oscillazioni costanti. Col passare del tempo le tracce lasciate dalla punta ruotavano in **senso orario** compiendo una rotazione completa in 32 ore.

Poiché dalla Fisica il piano di oscillazione del pendolo rimane costante, F. concluse che doveva essere il **pavimento** a ruotare in **senso antiorario**.

Al polo Nord il piano di oscillazione compirebbe un giro completo in 24 h perché l'asse di rotazione coincide con l'asse del pendolo. Al polo sud avverrebbe la stessa cosa in senso opposto.

All'equatore il pendolo resterebbe fermo perché il piano di oscillazione sarebbe perpendicolare all'asse di rotazione.

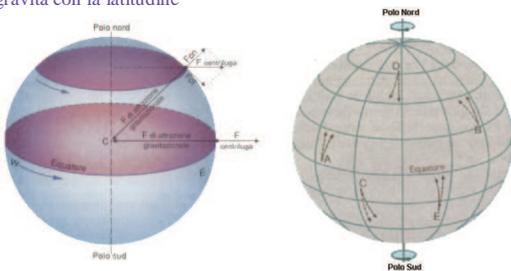
A latitudine intermedia l'angolo di rotazione si calcola:
 $\alpha = 360^\circ * \sin \phi$

Il tempo necessario per una rotazione completa è:
 $t = 24h / \sin \phi$

CONSEGUENZE DELLA ROTAZIONE

Variazione dell'accelerazione di gravità con la latitudine

Forza di Coriolis. Legge di Ferrel

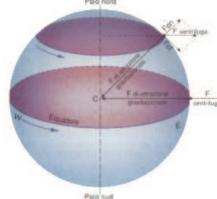


Variazione dell'accelerazione di gravità

Poiché la terra ruota tutti i corpi sono soggetti alla **forza centrifuga**, perpendicolare all'asse di rotazione e diretta verso l'esterno.

$$F = m * \omega^2 * r$$

Si oppone all'attrazione gravitazionale, diretta verso il centro della terra.



L'accelerazione di gravità è la risultante tra queste 2 forze. Sarà massima ai poli dove Fc è nulla e minima all'equatore dove Fc ha la massima intensità ed è esattamente opposta a quella gravitazionale.

Forza di Coriolis - Legge di Ferrel

Un corpo libero di muoversi viene deviato nel nostro emisfero verso destra rispetto alla direzione del suo movimento; nell'emisfero australe viene deviato verso sinistra.

L'entità della forza deviante è:

$$F_d = 2 \omega v \sin \varphi$$

ω = velocità angolare v = velocità lineare

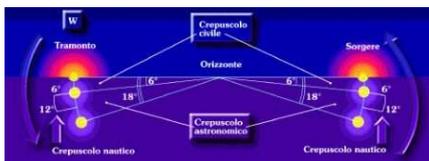
La velocità lineare non è costante ma aumenta con la distanza dall'asse e per inerzia un corpo tenderà a mantenere la velocità del punto di partenza. Un corpo che si sposta dall'equatore al polo si troverà in anticipo (diminuisce v) e va verso est; mentre un corpo che si sposta dal polo verso l'equatore si troverà in ritardo (v aumenta) e devia verso ovest. L'entità della deviazione aumenta andando verso i poli.



Alternarsi del dì e della notte



E' la conseguenza che più incide sulle attività umane. La metà illuminata della terra è divisa da una metà oscura detta **Circolo di illuminazione**, che a causa dell'atmosfera è una fascia e non una linea in cui si verificano i crepuscoli. L'atmosfera è composta da strati di diversa densità, i raggi solari subiscono una rifrazione e poiché la rifrazione ha come risultato l'effetto di innalzare le immagini, vediamo il sole più alto (quando si trova 12-18° sotto)



«Crepuscolo civile», «Crepuscolo astronomico» e «Crepuscolo nautico».

Le prime due definizioni riguardano intervalli di tempo intercorrenti tra il momento del tramonto e, nel caso di crepuscolo serale, quello in cui il sole raggiunge un determinato valore angolare al di sotto dell'orizzonte: -6 gradi per il crepuscolo civile -18 gradi per il crepuscolo astronomico.

Il «crepuscolo nautico» invece non tiene conto dell'istante del tramonto ma individua l'intervallo di tempo in cui il sole transita tra i -6 gradi ed i -12 gradi al di sotto dell'orizzonte.

RIVOLUZIONE TERRESTRE

La Terra ruota intorno al Sole descrivendo un'orbita ellittica.



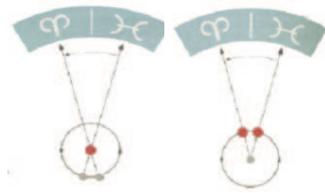
PROVE DELLA RIVOLUZIONE

Indirette

- 1) Analogia con gli altri pianeti
- 2) Apparente spostamento del sole lungo lo zodiaco
- 3) Periodicità degli sciami meteorici

Dirette

- 1) aberrazione della luce



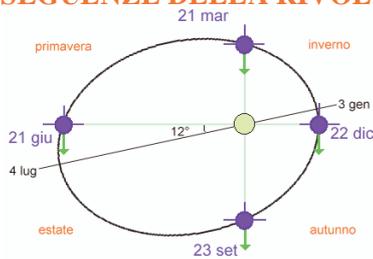
Aberrazione della luce

L'angolo di aberrazione è l'angolo fra la direzione vera e quella apparente risultante tra la velocità di propagazione della luce e la velocità di rivoluzione.

La direzione secondo cui un osservatore riceve la luce emessa da una stella è quella della diagonale del parallelogrammo costruito sulla velocità della luce c e la velocità v con cui l'osservatore si muove.

La luce viaggia dalla stella al telescopio alla velocità c , l'osservatore si sposta a velocità v e lo spostamento angolare apparente è v/c .

CONSEGUENZE DELLA RIVOLUZIONE

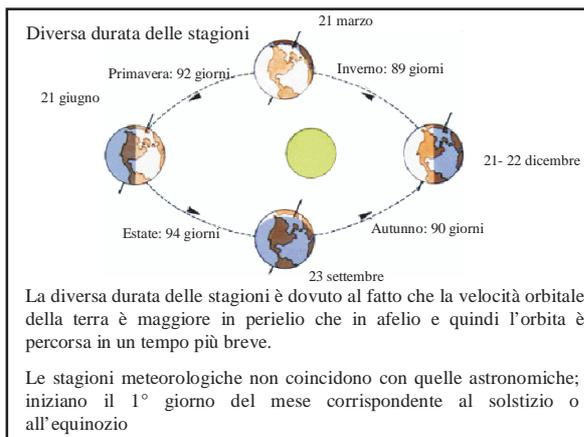


Durante tutto il percorso della Terra lungo l'orbita, l'asse terrestre si mantiene inclinato di $66^{\circ} 33'$ rispetto all'eclittica, quindi di $23,27^{\circ}$ rispetto alla perpendicolare all'eclittica.

L'inclinazione dell'asse terrestre è la causa delle stagioni.

La lunghezza dell'orbita terrestre è di quasi 938.900.000 km, e la Terra la percorre alla velocità di 106.000 km/h. In accordo con la seconda legge di Keplero, la velocità della Terra **non è costante**.

La Terra impiega 365g 5h 48m 46s per compiere un giro completo. Questo intervallo di tempo è chiamato anno solare.



SOLSTIZIO D'INVERNO 22 dicembre

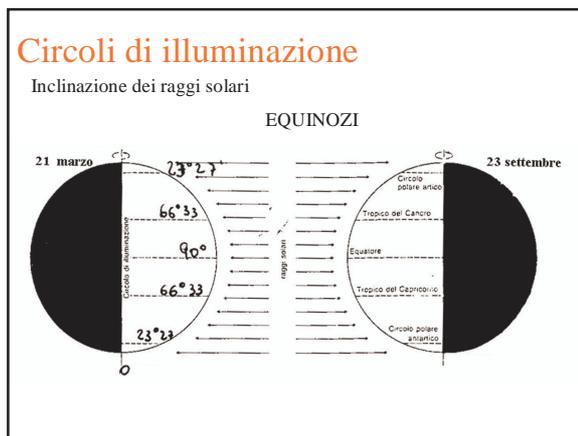
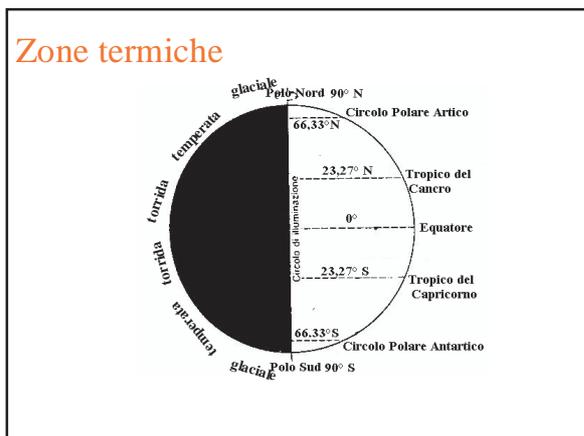


1. I raggi solari perpendicolari al *Tropico del Capricorno*;
2. Il cerchio di illuminazione è tangente ai circoli polari;
3. Il Polo Nord è completamente in ombra mentre il Polo Sud è illuminato per tutte le 24 ore.

Nell'emisfero nord si ha la massima durata della notte e la più breve durata del giorno

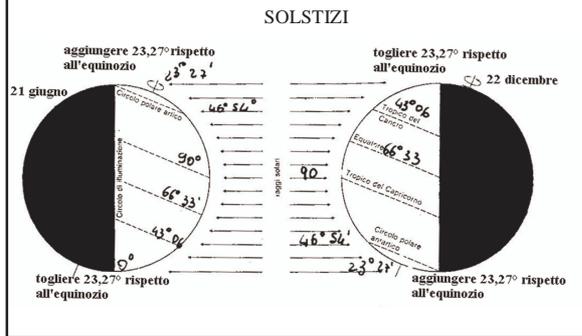
Poiché per la seconda legge di Keplero la velocità della Terra non è costante, il tempo che intercorre tra l'equinozio di primavera e quello d'autunno è maggiore di quello che intercorre tra l'equinozio d'autunno e di primavera.

L'inclinazione dell'asse di rotazione sul piano dell'orbita è assai importante: **SE ESSA FOSSE NULLA (ASSE DI ROTAZIONE PERPENDICOLARE AL PIANO DELL'ORBITA) NON VI SAREBBERO STAGIONI, E I RAGGI DEL SOLE SAREBBERO SEMPRE PERPENDICOLARI ALLA SUPERFICIE TERRESTRE NELLE ZONE EQUATORIALI E TANGENTI IN QUELLE POLARI**; situazione che si verifica, invece, solo nei giorni equinoziali.

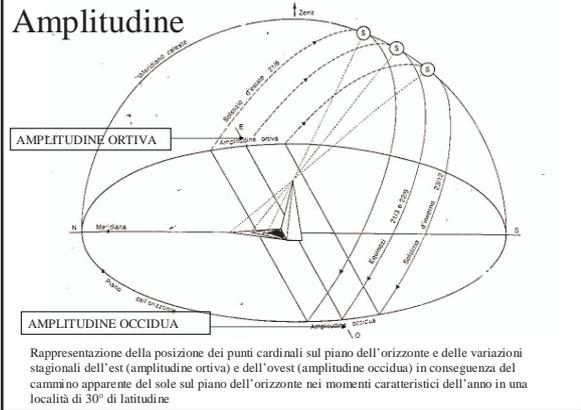


Circoli di illuminazione

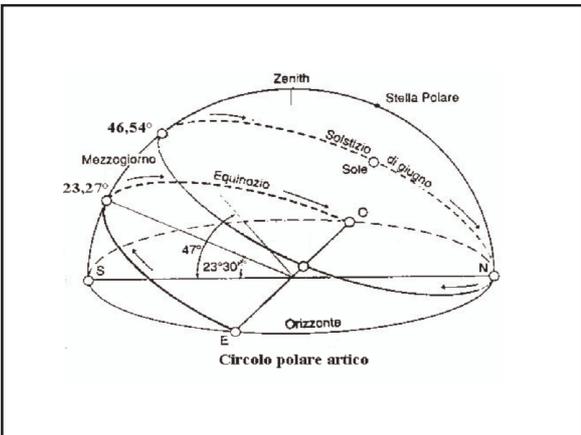
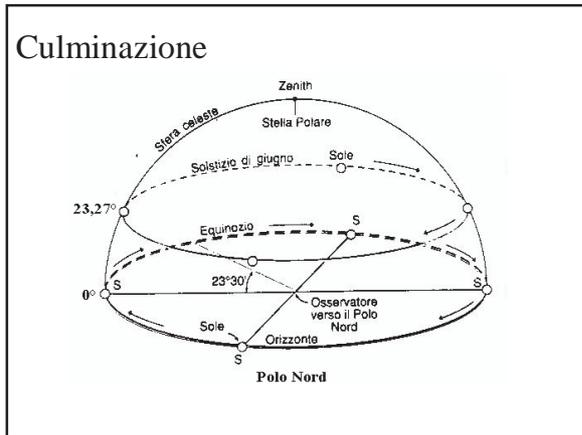
Inclinazione dei raggi solari

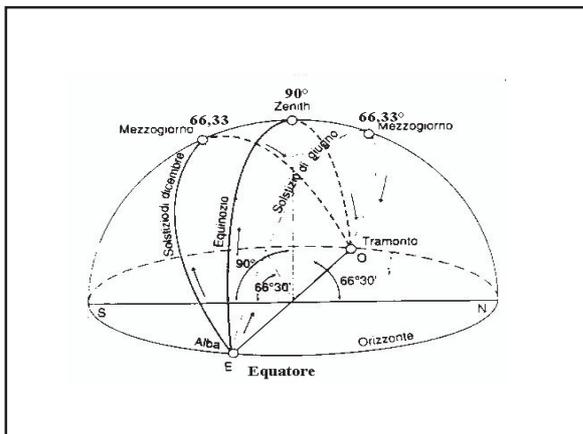
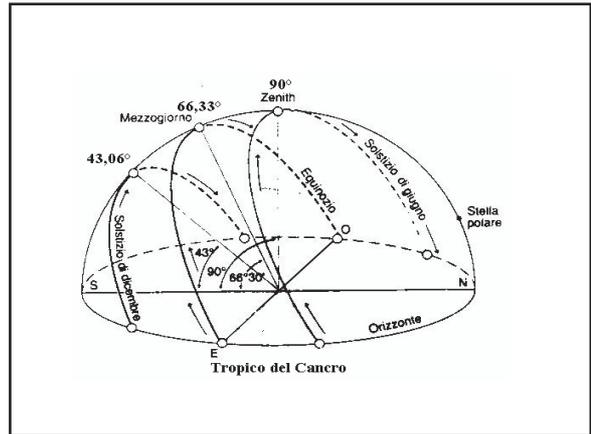
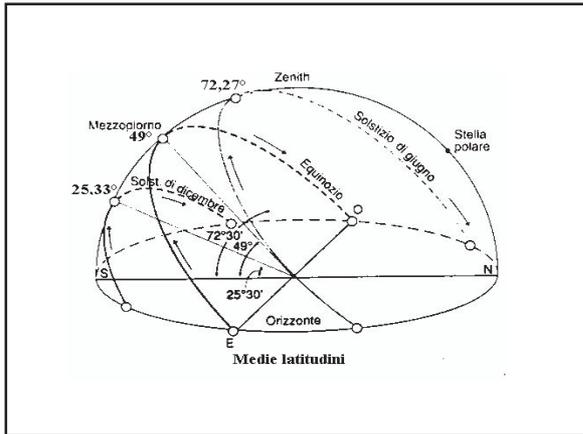


Amplitudine



Culminazione





Moti millenari

- Moto conico dell'asse
- Precessione degli equinozi
- Spostamento della linea degli apsidi
- Variatione dell'eccentricità dell'orbita
- Variatione dell'inclinazione dell'asse

Moto conico dell'asse

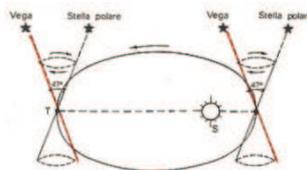


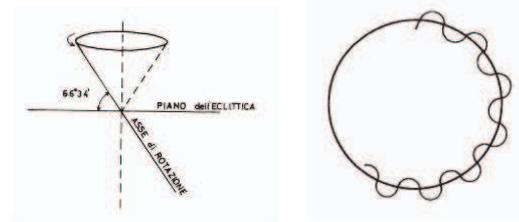
Fig. 3.11. - Moto conico dell'asse terrestre. La direzione attuale dell'asse terrestre è indicata in nero; in rosso è invece indicata la direzione che l'asse avrà fra 13000 anni.

Sollecitazione sul rigonfiamento equatoriale da parte della luna e del sole che tendono a verticalizzare l'asse terrestre rispetto l'eclittica.

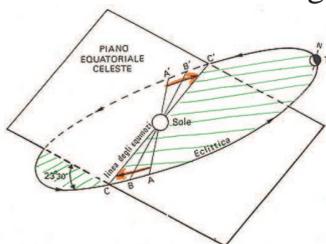
Si manifesta con una variazione delle coordinate stellari (ascensione e declinazione)

**CONSEGUENZA:
SPOSTAMENTO DELPOLI**

Lo spostamento dell'asse comporta una variazione del piano equatoriale rispetto all'eclittica → PRESSIONE



Precessione degli equinozi



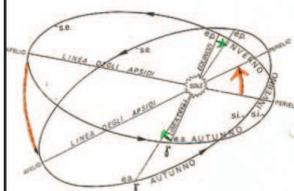
Per effetto del moto conico il piano equatoriale ruota in senso retrogrado attorno alla perpendicolare all'eclittica.

La retta di intersezione fra equatore ed eclittica, **LINEA DEGLI EQUINOZI**, ruota in senso retrogrado di 61" d'arco all'anno.

**CONSEGUENZA:
L'INTERVALLO TRA 2 EQUINOZI DI PRIMAVERA ANTICIPA DI 20 MINUTI OGNI ANNO**

Il corso delle stagioni muta: fra 10500 anni nel nostro emisfero il solstizio d'inverno si verificherà quando la terra sarà in afelio.

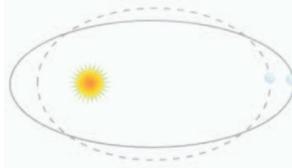
Spostamento della linea degli apsi



E' conseguente all'attrazione esercitata sulla terra dagli altri pianeti.

L'asse maggiore si sposta in senso antiorario con un periodo di 117.000 anni facendo perno sul sole.

Variatione dell' eccentricità dell' orbita



Causa: attrazione esercitata dai pianeti.

Conseguenza: L'orbita diventa più o meno allungata per cui varia la distanza afelio-perielio.

Eccentricità attuale :0,017

Range 0,065 a 0,0018 in 92.000 anni

Variatione dell' inclinazione dell' asse terrestre



E' la variazione dell'angolo che l'asse forma con la perpendicolare al piano dell'eclittica.

Avviene in 40.000 anni Range: 24°,20' a 21°,25'

Con il terremoto del 26 dicembre 2004 si è verificato uno spostamento dell'asse sul piano che passa per Greenwich in direzione est-ovest di 5-6 cm (due millesimi di secondo d'arco).

Il rilevamento è stato rilevato da 40 stazioni dislocate su 5 continenti che lanciano un raggio laser sulla superficie di un satellite (Lageos 2). I raggi rimbalzano verso un continente diverso da quello da cui arriva il laser. Dai tempi di risposta si hanno i dati sullo spostamento dell'asse.