

Sezione

I Pianeti

Testo Parte X

**Argomenti
trattati**



LA LUNA

- Introduzione
- Il polo sud della Luna
- Fisica e superficie della Luna
- L'origine della Luna
- I moti della Luna
- Fasi lunari
- Parametri orbitali e dati fisici della Luna
- Le maree
- Le eclissi



Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X


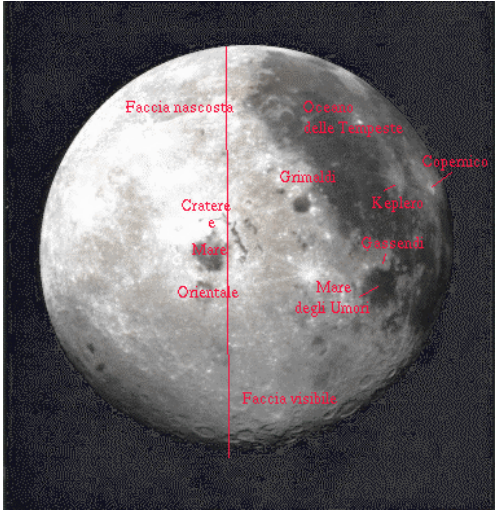
•Introduzione

La Luna è l'unico satellite naturale della Terra e il corpo celeste più vicino. Venne chiamato *Luna* dai romani *Selene* dai greci e con innumerevoli altri nomi nelle mitologie di altri popoli. È noto sin dai tempi preistorici in quanto risulta il secondo oggetto (dopo il Sole) per luminosità visibile in cielo. Ha un raggio di 1738 km e una distanza media dalla Terra di 384 400 km. La sua massa è 81.3 volte inferiore a quella terrestre e la gravità (1.63 m/sec²) sei volte più piccola.

Tutte queste caratteristiche, dalle quali deriva una bassa velocità di fuga (2.4 km/sec contro gli 11 km/s della Terra), fanno della Luna il corpo celeste ideale per l'osservazione sia dallo spazio sia sulla superficie: l'allunaggio, per via della gravità inferiore, è più semplice e la ripartenza richiede meno energia che sulla Terra.

Per la prima volta sulla Luna atterrò il veicolo spaziale sovietico *Luna 2* nel 1959. È l'unico corpo celeste su cui sia sceso l'uomo, per la prima volta il 20 luglio 1969 lasciando la sua impronta nello spazio interplanetario.



| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Immagine a colori della Luna, combinazione di tre immagini monocromatiche, ottenuta dalla sonda Galileo nel dicembre 1990.</p> | <p>la stessa immagine, in bianco e nero, usata per indicare la toponomastica.</p> |
| <p>Foto di proprietà NASA:</p> | <p>http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/moon/</p> |

Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

Immagine trattata matematicamente per mettere in risalto la maggiore (blu) o minore (arancio-rosso) presenza di titanio. Rappresenta i mari della Tranquillità e della Serenità, il primo in alto a sinistra, colorato in blu; il secondo a destra verso il basso, di colore arancio. La maggior parte dei *continenti* appare qui di colore rosso, indice di basso contenuto di titanio e di ferro. In questa immagine è visibile, a sinistra del centro, la zona di atterraggio del modulo lunare di Apollo 17, il 17 dicembre 1972.

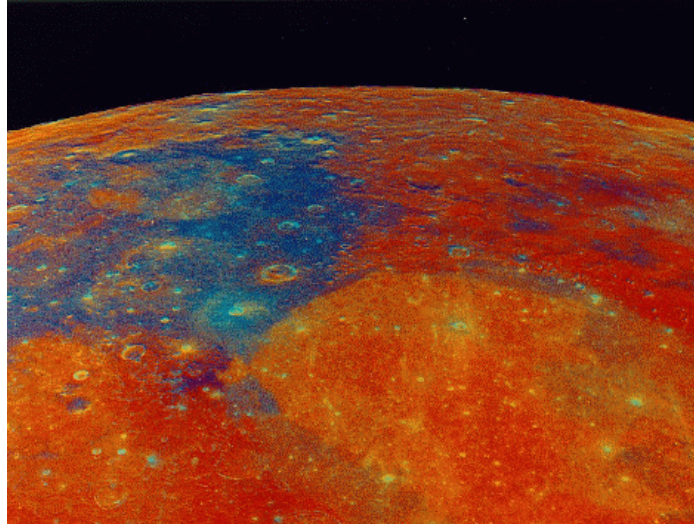


Foto da Galileo, di proprietà NASA: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/moon/>

● Il Polo Sud della Luna

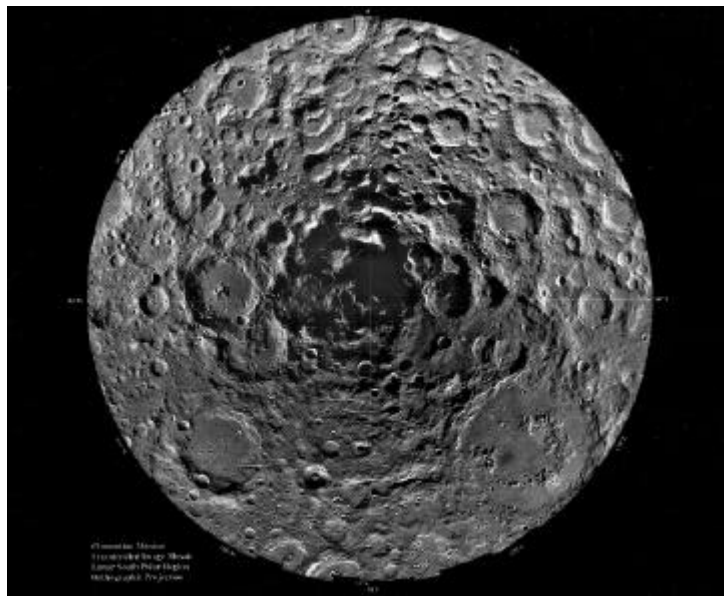


Immagine del Polo Sud lunare. Il Polo Sud si trova in una depressione, parte della quale non viene mai illuminata dal Sole. Qui, segnali radar "radenti" (cioè emessi dal satellite e ricevuti a Terra), fanno sospettare la presenza di materiale volatile. Con diversi dubbi che al momento non sono ancora stati sciolti, questo materiale potrebbe essere anche acqua (ghiaccio, date le

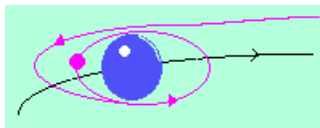
Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

temperature locali); se lo fosse, si aprirebbero scenari inimmaginabili per la colonizzazione della Luna o l'esplorazione umana di altri pianeti e satelliti.

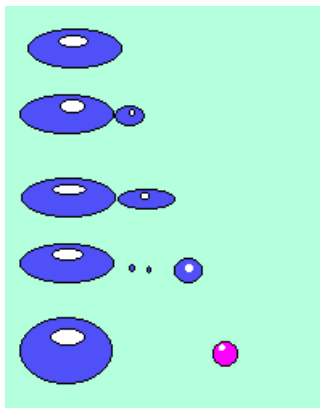
Immagine da Clementine, proprietà BMDO e NASA -
<http://www.nrl.navy.mil/clementine/clementine.html>

•L'origine della Luna

Sono tre le teorie sull'origine della Luna delle quali è possibile discutere, tenendo presente che nessuna di queste è immune da difetti e da difficoltà interpretative. Non esiste una teoria accreditata, anche se si pensa che la risposta giusta al problema dell'origine della Luna possa essere una variazione delle teorie riportate più in basso o anche qualche loro combinazione.

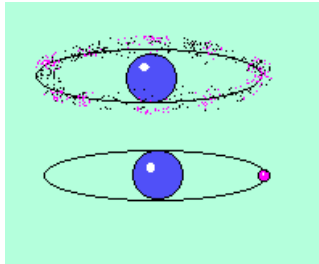


Cattura: la Luna si è formata in qualche parte lontana del Sistema Solare; solo per caso si è trovata a passare abbastanza vicino alla Terra da essere catturata dal suo campo gravitazionale. Le difficoltà maggiori di questa teoria riguardano la probabilità molto bassa di un incontro come quello descritto e, soprattutto, il fatto che in questo incontro la traiettoria presumibilmente parabolica della Luna abbia dovuto essere trasformata in un'orbita ellittica attorno alla Terra, con una fortissima diminuzione della velocità orbitale. Non si conosce alcun meccanismo in grado di permettere una simile diminuzione.



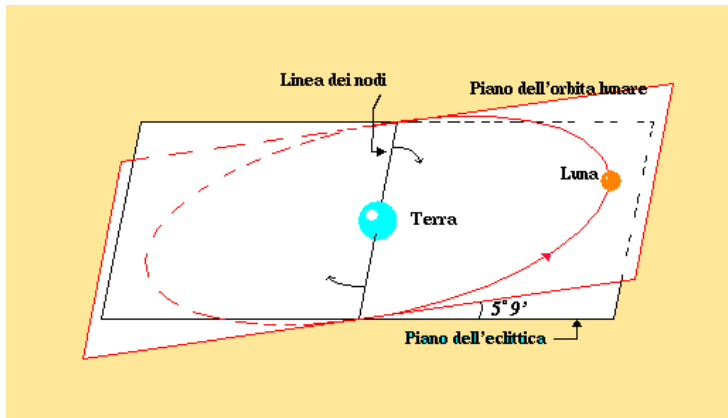
Fissione: la Terra subito dopo la sua formazione ruota abbastanza rapidamente (con un periodo di 2-3 ore) da generare un forte schiacciamento ai poli; il conseguente rigonfiamento equatoriale è dinamicamente instabile e facilmente si stacca dalla Terra, dando origine alla Luna. Questa teoria non è in grado di spiegare la composizione chimica diversa tra la Terra e la Luna, e cade anche sulla dinamica del sistema Terra-Luna. Infatti richiede che il momento angolare del sistema sia molto più elevato di quanto si osserva ora e non esiste alcun modo di spiegare l'eventuale diminuzione che l'avrebbe portato ai livelli attuali.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X



Accrescimento: la Luna ha la stessa età della Terra e si è formata per aggregazione di materiale e polveri gravitanti attorno alla Terra. Molti degli specialisti propendono per questa teoria.

•I moti della Luna



Il moto della Luna è molto complicato: essa è infatti soggetta all'azione gravitazionale del Sole e della Terra, della quale, per la vicinanza, hanno influenza anche le disomogeneità della distribuzione della massa interna. Se l'influenza del Sole non fosse presente e se la Terra fosse una sfera omogenea, l'orbita della Luna sarebbe un'ellisse di rapporto assiale 0.998 e di inclinazione 5° e $9'$ rispetto all'eclittica (cioè il piano dell'orbita terrestre). Nella situazione reale questa ellisse è costantemente perturbata dal Sole e dalla forma schiacciata della Terra. Le perturbazioni di maggiore entità erano note fin dall'antichità e furono spiegate per primo da Newton, anche se la comprensione delle cause che le generano e la sistemazione definitiva del problema ha richiesto lo sforzo di matematici del calibro di Eulero, d'Alambert, Lagrange, Laplace ed altri, soprattutto nel corso del XVIII secolo.

Soltanto nel 1920 furono pubblicate le *"Tavole della Luna"*, ad opera di E.W. Brown, un inglese trasferito negli Stati Uniti, e basate su una teoria dello stesso Brown che teneva conto di 500 cause perturbative. Queste tavole rendevano possibile il calcolo delle posizioni della Luna in modo molto più semplice e veloce di quanto si fosse fatto in precedenza: infatti dal 1924 al 1983 le posizioni della Luna pubblicate negli almanacchi astronomici e nei volumi di effemeridi sono state sempre calcolate a partire dalle tavole di Brown.

La Luna si muove su un'orbita ellittica intorno alla Terra: l'intersezione tra il piano dell'orbita

Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

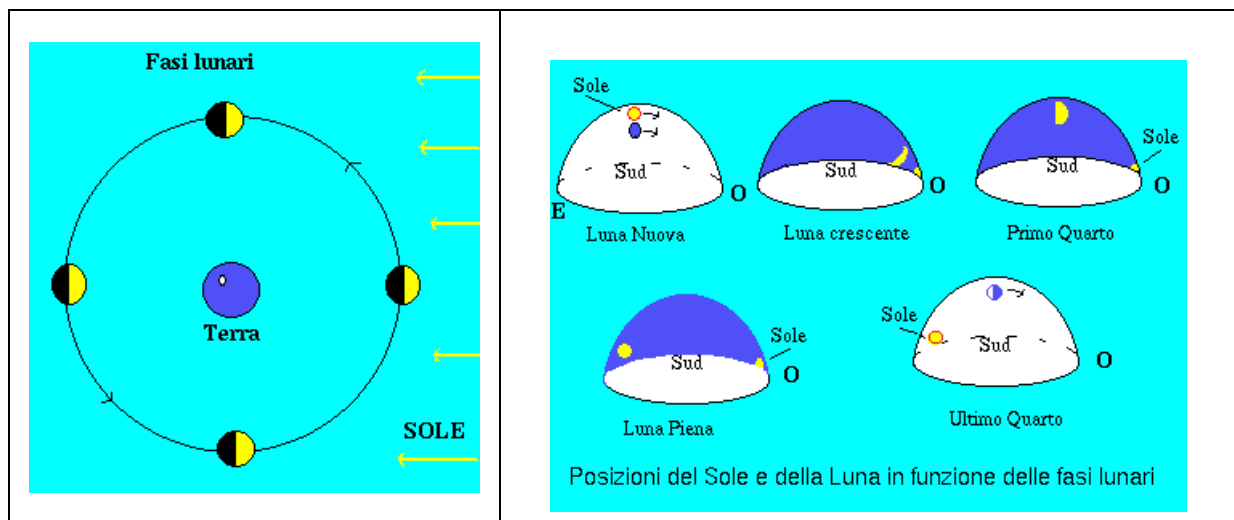
della Luna e quella della Terra è detta **linea dei nodi**. Questa linea si muove in senso orario (retrogrado) con un periodo di 18,6 *anni*. L'intervallo di tempo tra due passaggi della Luna allo stesso nodo si chiama **mese draconitico**, di durata 27.21 *giorni*.

Fissato un punto sull'orbita, la Luna impiega 27.32 giorni, cioè un **mese siderale**, per percorrere un'orbita completa e ritornarvi. Nello stesso periodo compie anche una rotazione completa attorno al suo asse o, come si dice abitualmente, la Luna ha il *periodo di rotazione uguale al mese siderale*. Questa affermazione, una delle leggi che Gian Domenico Cassini definì alla fine del XVII° secolo, ha come conseguenza che **la Luna rivolge alla Terra sempre lo stesso emisfero**.

In realtà, a causa di piccoli movimenti, si ha la possibilità di vedere altre regioni della Luna, al di là dell'emisfero normalmente visibile: questi movimenti si chiamano **librazioni** e permettono di vedere complessivamente poco meno del 60% della superficie lunare.

Sono sia oscillazioni reali della Luna, dovute alla non omogeneità delle masse terrestri, che fattori puramente geometrici legati all'inclinazione dell'asse di rotazione lunare e all'ellitticità dell'orbita. Inoltre, data la vicinanza, osservare la Luna da un certo luogo terrestre o da un luogo diametralmente opposto permette di vedere regioni diverse della superficie lunare.

•Fasi lunari



L'illuminazione della Luna da parte del Sole provoca, vista dalla Terra, il fenomeno delle **fasi lunari**: quando la Luna è più vicina al Sole (rispetto alla Terra) non può essere vista, sia per la posizione sia perché rivolge ad un osservatore terrestre il suo emisfero non illuminato. In questo caso si parla di **Luna nuova** o **novilunio**.

Nella posizione opposta, cioè quando è più lontana dal Sole, la Luna appare completamente illuminata ed è visibile tutta la notte: si è nella fase di **Luna piena** o **plenilunio**. Le configurazioni appena descritte si chiamano *congiunzioni* (o *sizigie*).

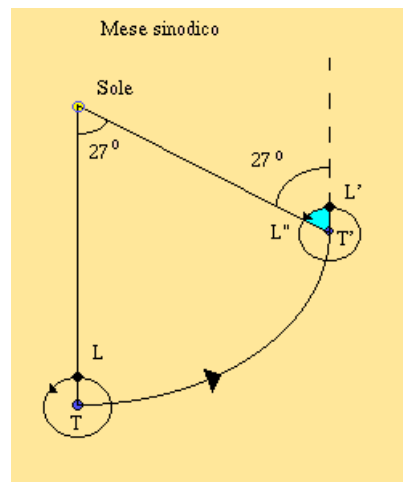
Nei casi particolari in cui le congiunzioni siano anche allineate (cioè con i tre corpi disposti lungo una linea comune) si hanno le **eclissi**: di Sole al novilunio e di Luna al plenilunio. Quando

Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

la Luna, la Terra e il Sole formano tra loro un angolo retto (si parla allora di *quadratura*) il disco lunare appare illuminato a metà. La quadratura che si presenta dopo l'ultima Luna nuova si chiama **Primo quarto**; quella subito dopo la Luna piena **Ultimo quarto**. Ai quarti, la Luna passa in meridiano (a Sud, alla massima altezza sull'orizzonte della sua traiettoria diurna) quando il Sole tramonta (primo quarto) o quando sorge (ultimo quarto).

Proverbio: *gobba a levante Luna calante; gobba a ponente Luna crescente.* **Spiegazione:** *quando la parte ricurva, esterna, della Luna (la "gobba") è rivolta ad est, la superficie illuminata diminuisce nel tempo fino alla fase di Luna nuova. Succede il contrario se la gobba è rivolta ad occidente.*

Si è parlato in precedenza di mese siderale: è importante conoscere anche la durata del ciclo lunare (**lunazione**).



L'intervallo di tempo tra due noviluni successivi si chiama **mese sinodico**. La sua durata si può dedurre dalla figura a lato, tenendo presente la combinazione dei due moti: mentre la Terra ruota attorno al Sole, la Luna ruota attorno alla Terra. Infatti, si supponga di partire con un certo allineamento tra la Terra e la Luna, rispetto al Sole (posizioni T e L a sinistra): dopo un mese siderale l'allineamento sarà T' - L', uguale al precedente rispetto alle stelle ma diverso se considerato rispetto al Sole. La fase lunare sarà quindi diversa e perché ci sia ancora lo stesso allineamento con il Sole, la Luna dovrà percorrere l'arco L' - L'', di 27°, impiegando circa due giorni. La durata del mese sinodico è di 29.53 *giorni*, superiore di circa due giorni alla durata del mese siderale.

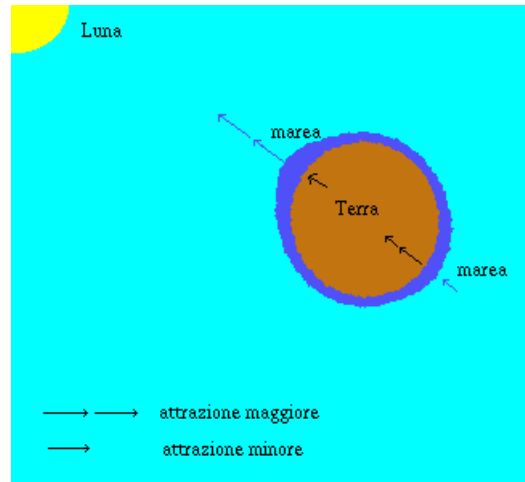
Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

•*Tabelle della Luna*

| Parametri orbitali |
|---|
| Distanza dalla Terra al perigeo (Km) = 356400 |
| Distanza dalla Terra all'apogeo (Km) = 406700 |
| Distanza media dalla Terra (Km) = 384401 |
| Mese draconitico (giorni) = 27.2122 |
| Mese siderale (giorni) = 27.3216 |
| Mese sinodico (giorni) = 29.5305 |
| Eccentricità dell'orbita = 0.0549 |
| Inclinazione rispetto all'eclittica = 5 ° 9 ' |
| Inclinazione sul piano dell'orbita = 6.7 ° |
| Velocità orbitale media (km/sec) = 1.02 |

| Dati fisici |
|---|
| Massa (gr) = 7.35×10^{25} |
| Massa (Terra=1) = $1/81.3 = 0.0123$ |
| Raggio equatoriale (km) = 1738 |
| Raggio equatoriale (Terra=1) = 0.27 |
| Densità media (gr/cm ³) = 3.3 |
| Densità media (Terra=1) = 0.60 |
| Volume (Terra=1) = 0.02 |
| Accelerazione di gravità (m/sec ²) = 1.63 |
| Accelerazione di gravità (Terra=1) = 0.167 |
| Velocità di fuga (km/sec) = 2.4 |

● **Le maree**



L'unica influenza della Luna sulla Terra, provata in modo certo, è quella di tipo gravitazionale. L'attrazione che la Luna esercita sul nostro pianeta, combinata con quella del Sole, provoca deformazioni della Terra (dette *maree terrestri*) e genera variazioni periodiche del livello dei mari (*maree oceaniche* o semplicemente **maree**).

Lo studio delle maree è molto complesso: può essere semplificato assumendo che la Terra sia completamente coperta di acqua: sotto l'influenza della gravità lunare, l'acqua che è rivolta verso la Luna si solleva e forma un rigonfiamento perché è attratta con una forza maggiore di quanto accade nel resto del globo. L'acqua che si trova sul lato opposto viene attratta **meno** che il resto del globo (è più lontana dalla Luna) il quale quindi "*si allontana*" da essa. Si forma allora un secondo rigonfiamento, di entità minore del primo.

I rigonfiamenti, cioè le maree, non seguono la rotazione terrestre, ma restano allineati con la Luna: quindi, in un dato posto, si presentano due maree al giorno, o, meglio, ogni 24 ore e 50 minuti prendendo in considerazione anche il moto della Luna attorno alla Terra.

In realtà bisogna considerare la posizione combinata del Sole e della Luna rispetto alla Terra: anche se l'influenza solare sulle maree è circa due volte inferiore a quella lunare, non è certamente insignificante. Quando ci si trova nelle fasi di luna nuova e di luna piena, i tre corpi, Sole, Terra, Luna, sono praticamente allineati e l'effetto del Sole si aggiunge a quello della Luna, generando maree più forti (note come *maree equinoziali* o *maree di plenilunio*).

Al contrario, durante il primo e il secondo quarto, i tre corpi sono in quadratura e le azioni mareali combinate generano maree di minore entità (sono dette *maree di quadratura*). L'ampiezza delle maree non dipende soltanto da fenomeni astronomici, cioè dalla posizione relativa di Sole, Terra, Luna, ma anche dalla conformazione dei fondali marini e dalle linee di costa, dalla presenza o meno di bacini più piccoli (insenature o baie). Infatti le coste sono ostacoli al moto delle acque e in una baia l'altezza della marea aumenta.

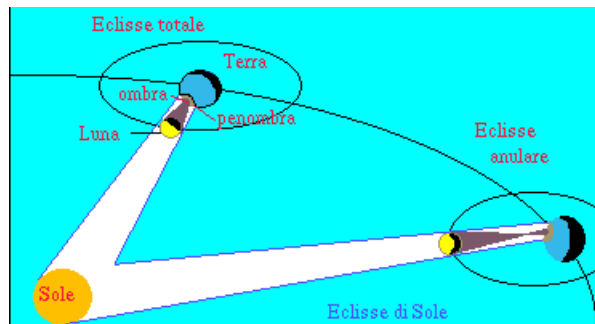
In luoghi dove si passa dal mare aperto a zone ristrette le maree sono particolarmente alte: 19.6

Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

metri nella Baia di Fundy (Canada); 10.1 metri nella Baia di Mont Saint Michel (Francia). Dall'altro lato, nei mari interni l'innalzamento dell'acqua è molto piccolo (in Adriatico, vicino alla foce del Po, non supera i 50 cm).

•Le eclissi

Eclisse di Sole

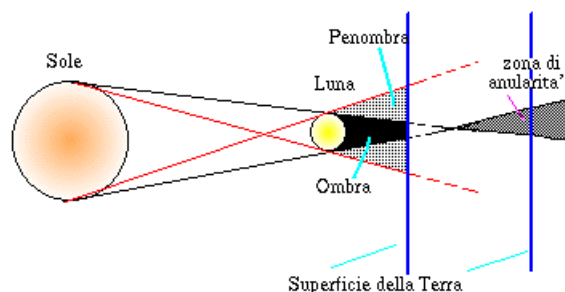


Disegno schematico di eclisse parziale.

Quando la Luna, muovendosi attorno alla Terra, passa davanti al Sole, viene illuminata e lascia dietro di sé un cono d'ombra ed un cono, molto più ampio, di penombra. Chiunque si trovi all'interno dell'ombra o della penombra vedrà il Sole totalmente o parzialmente oscurato da un'**eclisse totale** o **parziale**, rispettivamente. Dato che i tre corpi interessati si muovono ognuno rispetto agli altri, l'ombra e la penombra percorrono sulla Terra traiettorie lunghe anche molte migliaia di chilometri e di larghezza 270 km, al massimo, l'ombra e circa 7000 km la penombra.

L'eclisse totale è possibile perché la Luna, che è circa 400 volte più piccola del Sole, si trova ad una distanza 400 volte inferiore. Questo è un caso, ma fa sì che il diametro della Luna sia praticamente identico a quello Sole, che viene quindi oscurato completamente.

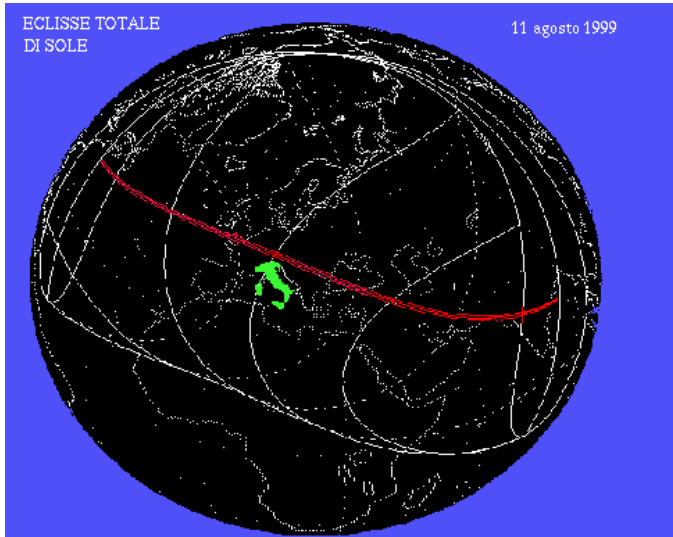
A volte si può avere un'eclisse, detta **anulare**; questa dipende dal fatto che la luna si trova alla massima distanza dalla Terra e non è in grado di coprire completamente il Sole, pur essendo realizzate le condizioni per un'eclisse totale (*Luna Nuova e centro del disco lunare che passa per il centro del disco solare*). Nel momento di massima copertura, rimane scoperto un anello esterno sul disco del Sole, da cui il nome.



Disegno schematico delle eclissi: se la Luna si trova più lontana dalla Terra (questo fatto è

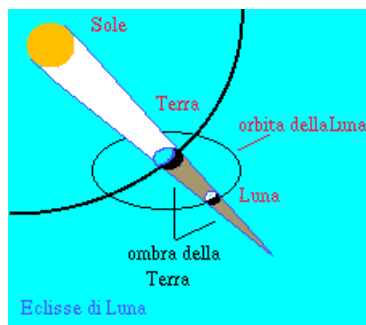
Iperastro- Il Sistema Solare-La Luna-Parte X

mostrato come una superficie terrestre spostata a destra), l'eclisse può essere anulare. Un esempio della traiettoria dell'ombra è mostrato nella figura successiva, relativa alla previsione dell'eclisse totale dell'11 agosto 1999, visibile anche in Austria e in Baviera e, come eclisse parziale, anche in Italia.



Tre foto mostrano l'aspetto del Sole durante un'eclisse totale.

Eclisse di Luna



In alcune situazioni, accade che la Terra si trovi tra il Sole e la Luna e che quest'ultima cada nel cono d'ombra proiettato dalla Terra. Si ha allora un'**eclisse di Luna** che potrà essere **totale**, **parziale** o **di penombra** se la Luna attraversa il cono d'ombra; se lo attraversa solo parzialmente o se attraversa il cono di penombra, rispettivamente. Dalla figura in alto si vede che durante le eclissi la Luna è sempre nella fase di **plenilunio**. Le eclissi di Luna non sono più numerose di quelle di Sole, ma, essendo visibili da tutto l'emisfero terrestre non illuminato, danno l'impressione soggettiva di essere più frequenti.

La durata di un'eclisse è compresa tra pochi minuti e 1 ora e 45 minuti, in funzione delle posizioni relative della Terra e della Luna.

E' molto raro che durante un'eclisse totale la Luna scompaia completamente; normalmente assume una *debole colorazione ramata*, dovuta al fatto che l'atmosfera terrestre assorbe la luce blu proveniente dal Sole e lascia passare, trasmette, quella rossa. Altre sfumature di colore mostrate dalla Luna dipendono dal livello di attività solare al momento dell'eclisse.