

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto della chimica e della Terra

ZANICHELLI

Capitolo 11

La Terra e la Luna

Sommario

1. Il moto di rotazione terrestre
2. Il moto di rivoluzione terrestre
3. I moti millenari
4. La misura del tempo
5. Il satellite Luna

Il moto di rotazione terrestre

I **moti terrestri** avvengono tutti contemporaneamente.

Ve ne sono cinque:

- la rotazione intorno al proprio asse
- la rivoluzione intorno al Sole
- i moti millenari
- il moto insieme al Sole e al Sistema solare nella Galassia
- il moto di recessione dell'intera Galassia

Il moto di rotazione terrestre

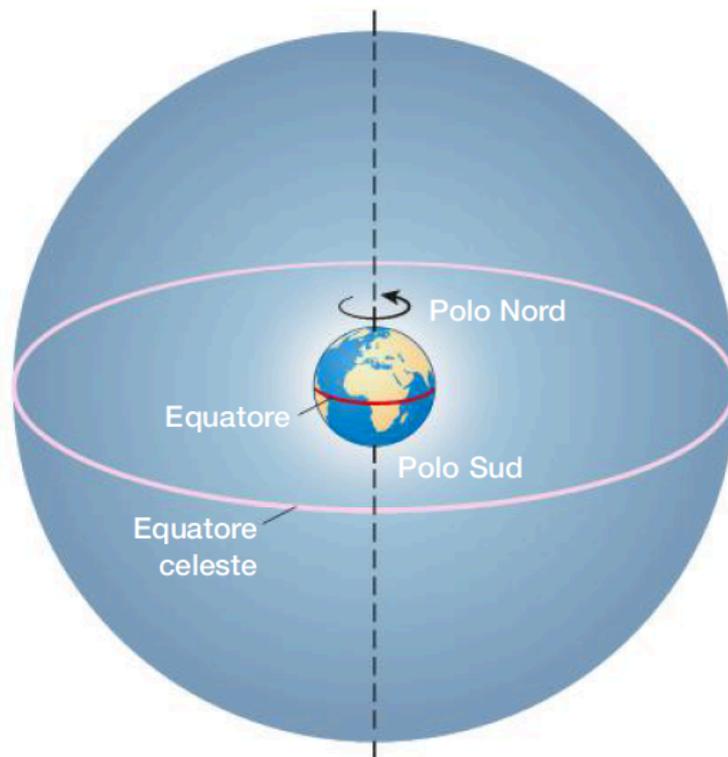
Nel suo moto di rotazione la Terra ruota in senso antiorario **da Ovest ad Est** intorno a una linea retta immaginaria detta **asse di rotazione terrestre**.

Una rotazione completa di 360° su se stessa dura circa 24 ore e definisce la durata del **giorno**.

Il moto di rotazione terrestre

L'asse di rotazione interseca la superficie terrestre in due punti: il **Polo Nord** e il **Polo Sud**.

Se lo prolunghiamo oltre i poli, l'asse incontra la volta celeste in due punti: il **Polo Nord celeste** e dalla parte opposta il **Polo Sud celeste**.



Il moto di rotazione terrestre

Effetti della rotazione terrestre:

- tutti gli astri nel cielo compiono un **moto apparente** opposto al moto reale della Terra ruotando da Est a Ovest e descrivendo una circonferenza in circa 24 ore
- il Sole illumina metà della superficie terrestre (**giorno**), mentre l'altra metà è in ombra della Terra stessa (**notte**); la linea di separazione delle due metà è detta **circolo di illuminazione (C.d.I)**.

Il moto di rotazione terrestre

Ogni punto della superficie terrestre attraversa circolo di illuminazione due volte al giorno: all'**alba** e al **tramonto**.

Il passaggio dall'ombra alla luce e viceversa non è immediato, poiché l'atmosfera resta illuminata dal Sole per un tempo maggiore del suolo sottostante (**crepuscolo**).

Sulla Luna, dove non c'è atmosfera, il circolo di illuminazione è detto anche **terminatore** ed è una linea molto nitida.

Il moto di rotazione terrestre

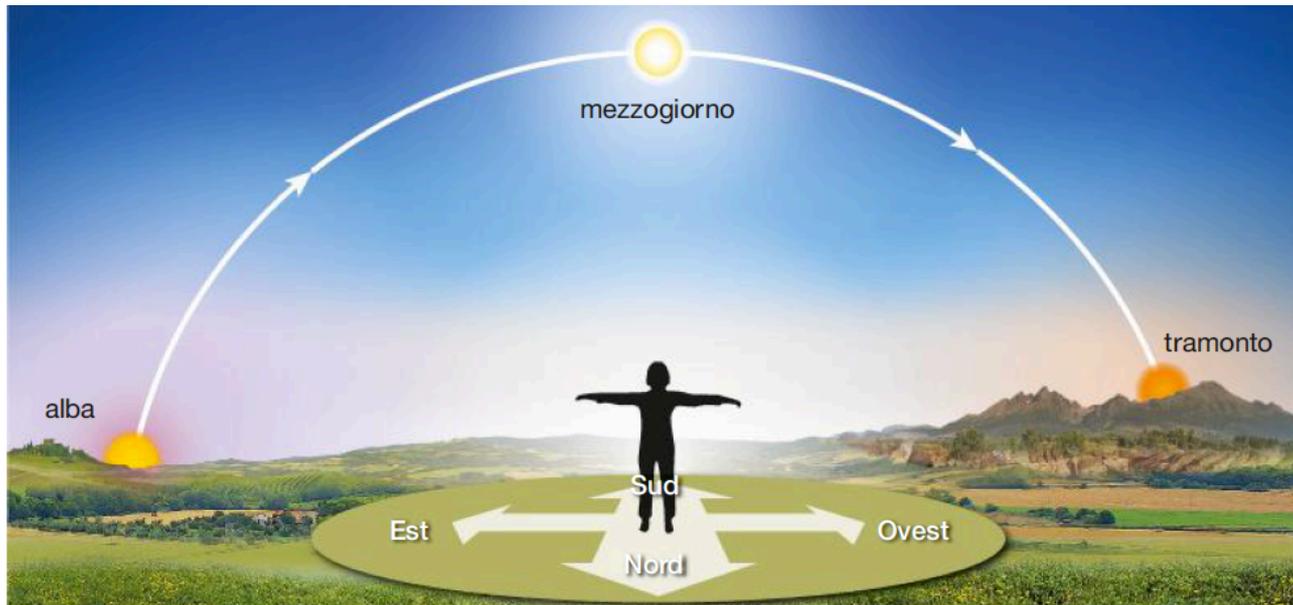
L'**arco diurno del Sole** è l'arco di circonferenza descritto dalla nostra stella nel suo percorso apparente nel cielo.

Il Sole sorge a Oriente, sale nel corso del mattino e raggiunge la massima altezza sulla volta celeste (**culminazione**) in un particolare momento detto **mezzodì**.

Il Sole inizia la discesa verso Occidente, dove incontra l'orizzonte al tramonto, nel punto simmetrico rispetto a quello in cui è sorto.

Il moto di rotazione terrestre

In ogni giorno dell'anno la culminazione del Sole avviene sempre a **Sud**. Possiamo così definire gli altri punti cardinali: **Nord** dalla parte opposta, **Est** e **Ovest** nella direzione perpendicolare all'asse Nord-Sud.



Il moto di rotazione terrestre

Nel cielo notturno ogni stella descrive sulla volta celeste un arco di circonferenza (**arco notturno**) o una circonferenza intera, tranne la Stella Polare che è vicinissima al Polo Nord celeste ed è quasi immobile.

A seconda del tipo di arco le stelle si dividono in:

- **stelle occidue** che incontrano l'orizzonte e perciò sorgono, culminano e tramontano
- **stelle circumpolari** che descrivono una circonferenza che non tocca l'orizzonte.

Il moto di rivoluzione terrestre

Il **moto di rivoluzione** è la traiettoria compiuta dalla Terra.

È un'orbita ellittica e giace su un piano detto Piano dell'Eclittica.

Il punto dell'orbita più vicino al Sole è il **perielio**, mentre il più lontano è l'**afelio**.

La durata di una rivoluzione completa è un **anno**, che corrisponde a circa 365 giorni.

Il moto di rivoluzione terrestre

L'**asse terrestre** con il piano dell'eclittica forma un angolo di **66°33'** o in forma complementare **23°27'**. Questo angolo determina l'alternanza delle **stagioni**.

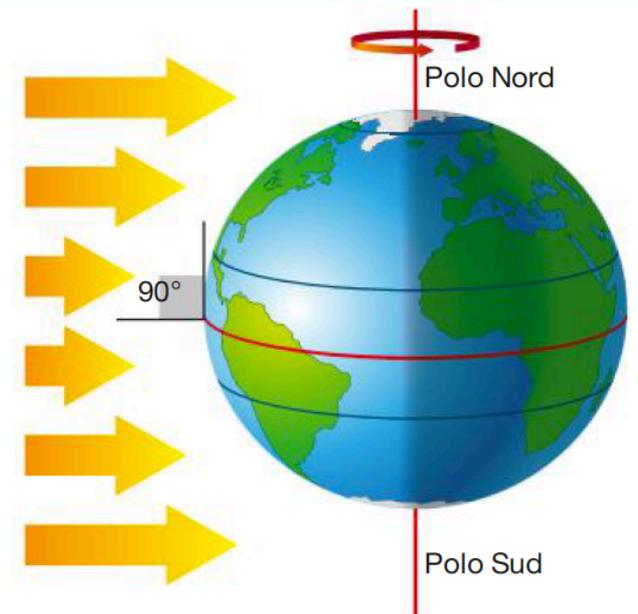
L'inclinazione dell'asse rimane invariata durante il moto di rivoluzione, perciò la Stella Polare per tutto l'anno indica il Polo Nord Celeste.

Man mano che la Terra gira intorno al Sole, il circolo di illuminazione cambia la propria orientazione rispetto all'asse terrestre.

Il moto di rivoluzione terrestre

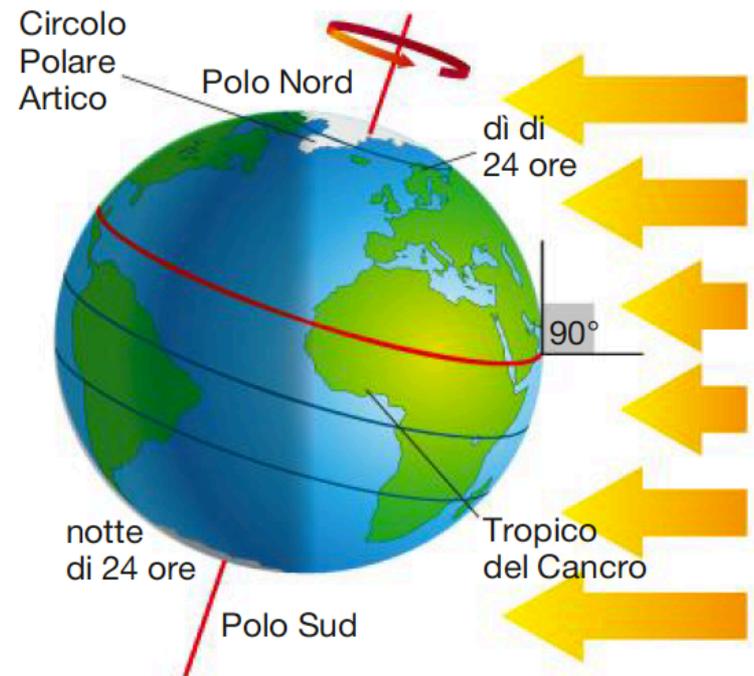
Durante gli **equinozi** (di primavera e di autunno) il circolo di illuminazione taglia a metà ogni parallelo, perciò in ogni punto della Terra la durata del dì è uguale a quella della notte.

Equinozio di primavera (20-21 marzo): è l'inizio della primavera nell'emisfero Nord. Nel corso dei mesi il C.d.I si allontana dai poli lasciando il Polo Nord completamente illuminato e il Polo Sud totalmente in ombra.



Il moto di rivoluzione terrestre

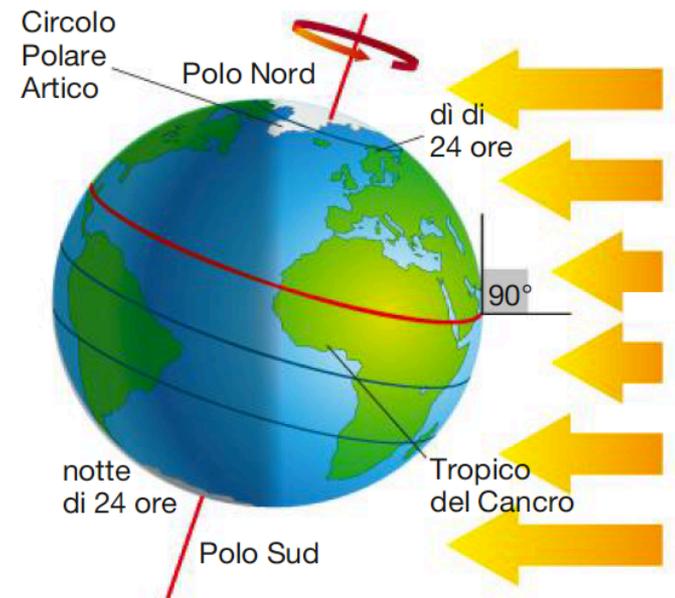
Equinozio d'autunno (22-23 settembre): è l'inizio dell'autunno nell'emisfero Nord. Nel corso dei mesi il circolo di illuminazione si allontana dai poli, lasciando il Polo Nord completamente in ombra e il Polo Sud totalmente illuminato. La durata del dì diminuisce fino alla fine dell'autunno.



Il moto di rivoluzione terrestre

Durante il **solstizio d'estate** il Polo Nord è rivolto verso il Sole, mentre durante quello invernale il Polo Sud è rivolto verso il Sole.

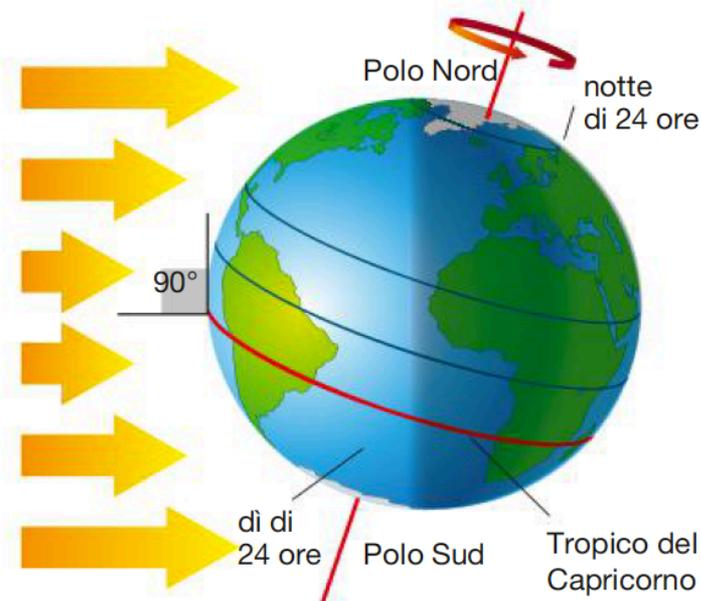
Solstizio d'estate (20-21 giugno): il C.d.I. raggiunge la massima distanza dai poli, al Circolo Polare Artico il sole non tramonta mai, al Circolo Polare Antartico è l'opposto. La radiazione solare nell'emisfero Nord raggiunge la massima altezza e al Tropico del Cancro al mezzodì è in direzione verticale.



Il moto di rivoluzione terrestre

Solstizio d'inverno (21-22 dicembre): il C.d.I. raggiunge di nuovo la massima distanza dai poli, ma la situazione ombra/luce nei Circoli Polari è invertita. La radiazione solare nell'emisfero Sud raggiunge la massima altezza e al Tropico del Capricorno al mezzodì è nella direzione verticale.

Inizia il nostro inverno e il dì ha la durata minima.



I moti millenari

I **moti millenari** sono movimenti più lenti e periodici a cui è soggetta la Terra e che si compiono in tempi lunghissimi.

1. Spostamento dell'asse terrestre

L'asse terrestre gira lentamente tracciando nello spazio un doppio cono, con un periodo di circa 26 000 anni, a causa dell'attrazione combinata del Sole e della Luna.

Ha un movimento simile a quello di una trottola.

I moti millenari

Il movimento dell'asse provoca diversi effetti:

- i poli celesti sono destinati lentamente a collocarsi in altri punti del cielo, per ritornare alla posizione attuale fra 26 000 anni
- l'intervallo di tempo fra un equinozio (o solstizio) e quello successivo con lo stesso nome è più breve di circa venti minuti della durata di una rivoluzione completa, (**precessione degli equinozi**).
- le posizioni apparenti del Sole nelle costellazioni dello Zodiaco variano di anno in anno in modo impercettibile ma non trascurabile.

I moti millenari

2. Spostamento della linea degli apsidi

La linea che unisce afelio e perielio, detta **linea degli apsidi**, gira lentissimamente su se stessa con un periodo di 117 000 anni.

A metà del periodo fra circa 56 000 anni, durante l'estate boreale, la Terra sarà vicina al perielio, cioè alla minore distanza dal Sole. In inverno sarà in afelio, cioè lontana da esso. Gli inverni saranno allora più freddi e lunghi e le estate più calde e brevi.

I moti millenari

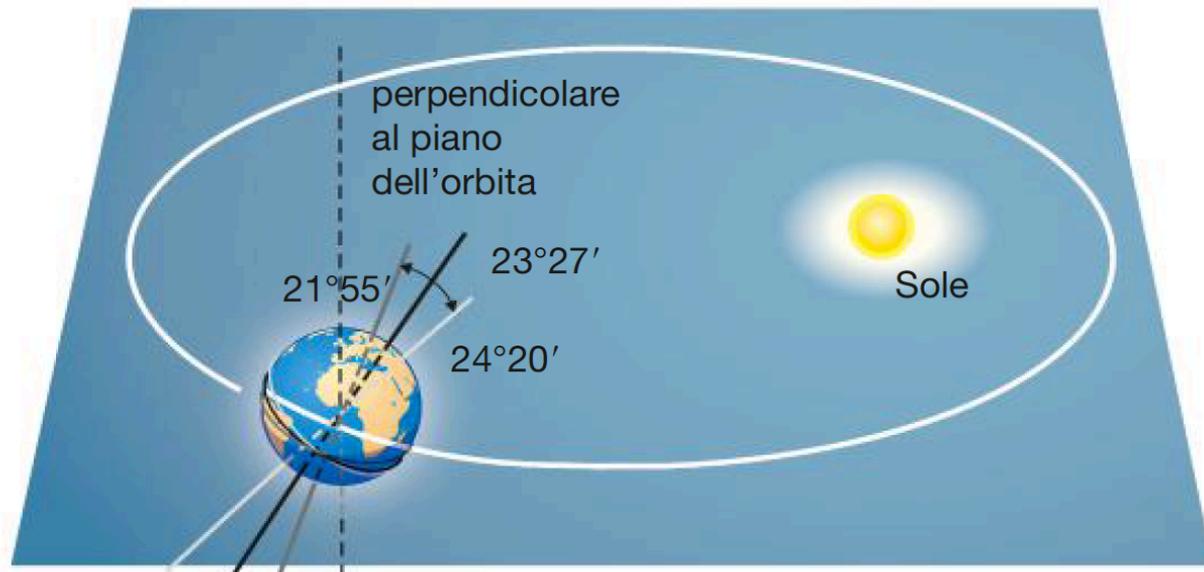
3. Variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre

L'inclinazione dell'**asse terrestre** dipende dall'attrazione gravitazionale di Sole e Luna, le cui distanze variano nel tempo e quindi anche la forza che essi esercitano.

In 40 000 anni l'inclinazione dell'asse varierà di **2°**.

I moti millenari

La variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre ha una ripercussione sull'alternanza delle stagioni, il contrasto diviene più marcato all'aumentare dell'inclinazione.

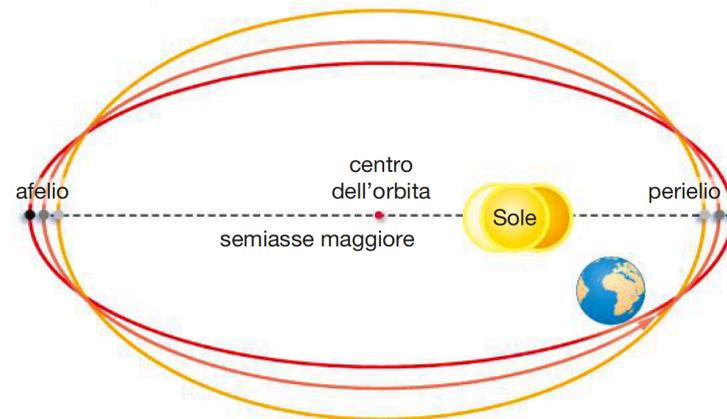


I moti millenari

4. Variazione dell'eccentricità dell'orbita

La **traiettoria ellittica** della Terra si modifica periodicamente nel tempo divenendo più o meno schiacciata.

I due fuochi dell'ellisse si avvicinano e allontanano tra loro con un periodo di 92 000 anni.



I moti millenari

5. Moti del Sistema solare nella Galassia

Il Sistema solare si muove nella Galassia impiegando 225 milioni di anni per compiere un giro completo.

6. Moti della Galassia nell'Universo

L'intera Galassia partecipa al moto di recessione di tutte le galassie nel cosmo.

La misura del tempo

Il **giorno** è la durata di una rotazione completa della Terra su se stessa.

Il **giorno siderale** è il giorno misurato prendendo come riferimento l'intervallo di tempo che intercorre fra due culminazioni successive di una certa stella.

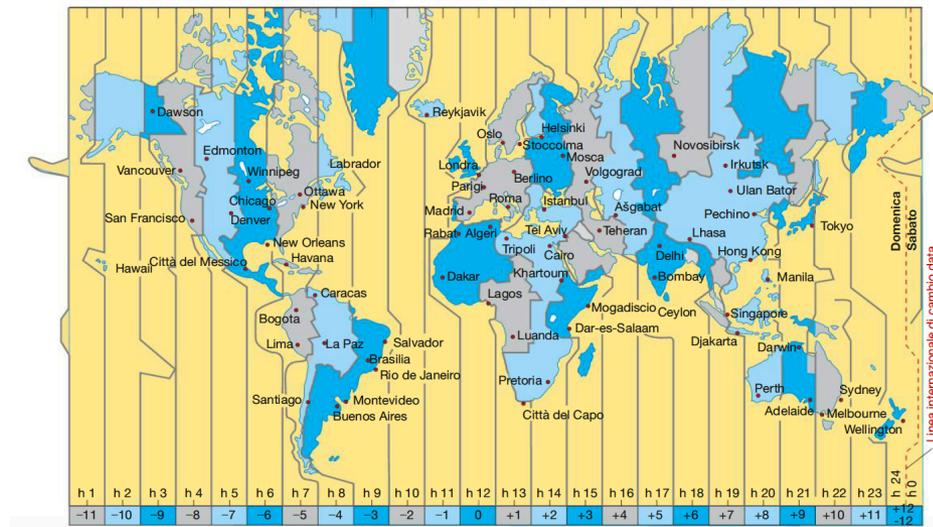
Giorno solare: giorno misurato prendendo come riferimento il Sole, quindi l'intervallo di tempo che intercorre tra due mezzodì successivi.

Giorno solare medio: la durata media dei giorni solari in un anno.

La misura del tempo

Ogni Stato adotta un certo orario detto **ora civile**.

L'ora civile è raccordata a quella dei Paesi vicini in base al sistema dei **fusi orari**. Con questa convenzione la superficie terrestre è stata divisa in 24 spicchi all'interno dei quali è si adotta la stessa ora.



La misura del tempo

Il **meridiano zero di Greenwich** è il meridiano del primo fuso orario (longitudine 0°). Procedendo verso Est ogni fuso orario ha un'ora civile maggiore di una unità.

Il **tempo coordinato universale (UTC)** è l'ora del fuso orario di riferimento che stabilisce l'ora di tutti gli altri.

Il 180° meridiano è la **linea internazionale di cambiamento di data**.

La misura del tempo

L'**anno siderale** è l'intervallo di tempo che il Sole impiega a ripresentarsi nella stessa posizione fra le stelle di una costellazione.

L'**anno solare o tropico**: è l'intervallo di tempo che intercorre fra due solstizi o due equinozi successivi identici.

Il **calendario** è una convenzione che stabilisce in che modo suddividere il tempo in intervalli regolari, come determinarli e denominarli. È il sistema usato per definire l'**anno civile** e la data.

La misura del tempo

Un anno solare dura 365 giorni e un quarto di giorno. Per risolvere questo problema nella definizione del calendario è stato introdotto l'**anno bisestile**.

Il **calendario giuliano**, adottato da Giulio Cesare, è costituito da cicli di 4 anni di cui i primi tre durano 365 giorni, mentre il quarto ne dura 366.

Il **calendario gregoriano**, utilizzato oggi, aggiusta il precedente rendendo gli anni secolari non più bisestili con l'eccezione di quelli le cui prime due cifre sono multipli di 4.

Il satellite Luna

La **Luna** è il satellite terrestre che illumina le nostre notti ed è l'unico corpo celeste che abbiamo esplorato direttamente (Neil Armstrong 20 luglio 1969).

Non ha atmosfera e l'accelerazione di gravità è circa $1/6$ di quella terrestre.

Sulla Luna è presente acqua allo stato solido incorporata nelle rocce e all'interno di crateri molto profondi.

Il satellite Luna

Le rocce lunari sono composte prevalentemente da silicati.

Dal punto di vista geografico sulla Luna sono presenti mari e crateri.

I **mari** sono le aree più scure costituite da zone piatte e più depresse di quelle circostanti.

I **crateri** sono ampie depressioni delimitate da rilievi circolari dovute all'impatto di meteoriti.

Il satellite Luna

Origine della Luna

1. Ipotesi dell'impatto

Dopo la formazione del sistema solare, un corpo delle dimensioni di un piccolo pianeta ha impattato la superficie terrestre sollevando un'enorme quantità di detriti. Rimasti in orbita attorno alla Terra, i detriti si sono aggregati formando la Luna.

L'ipotesi è confermata dal valore di densità del nucleo lunare, circa uguale a quella delle rocce della crosta terrestre.

Il satellite Luna

2. Modello del doppio impatto

Il corpo che si è originato dall'aggregazione dei frammenti in orbita intorno alla Terra sarebbe precipitato una seconda volta sulla superficie terrestre e dai detriti di questo secondo impatto si sarebbe poi formata la Luna.

Il satellite Luna

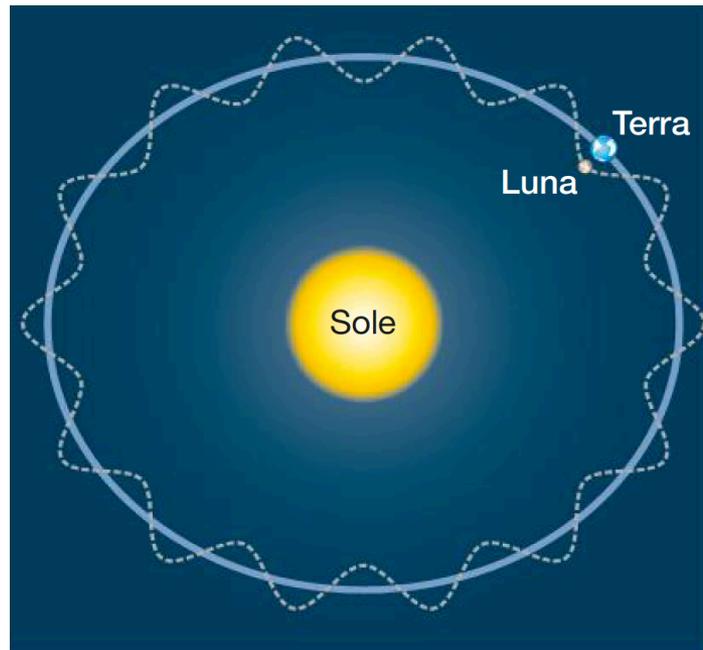
I **movimenti lunari** sono di tre tipi.

Rotazione: la Luna gira su se stessa compiendo una rotazione completa in circa 27 giorni (**giorno lunare o sidereo**).

Rivoluzione: la Luna compie un giro completo intorno alla Terra in circa 27 giorni, lo stesso tempo impiegato per una rotazione. Il **mese sidereo** corrisponde al giorno lunare. Il punto della traiettoria più vicino alla Terra è detto **perigeo**, mentre il più lontano è detto **apogeo**.

Il satellite Luna

Traslazione è la combinazione tra il moto di rotazione intorno alla Terra e quello intorno al Sole determina un'orbita ondulata di base ellittica.



Il satellite Luna

Le **fasi lunari** sono i diversi aspetti (falce, disco pieno, non presente) con cui il disco lunare ci si presenta sulla volta celeste.

Le fasi lunari sono dovute all'illuminazione solare che, di giorno in giorno, fa aumentare o diminuire la parte visibile della superficie lunare.

Il satellite Luna

In **congiunzione o Luna nuova**, la Luna è compresa tra la Terra e il Sole. La faccia visibile è completamente in ombra, perciò il disco lunare non si mostra.

Dopo un giorno si vede una sottilissima falce di luna con la gobba rivolta verso occidente.

La Luna sorge e tramonta dopo il Sole, ritardando ogni giorno di circa un'ora.

La Luna per i successivi 14 giorni è in fase crescente, poiché la parte visibile aumenta di giorno in giorno.

Il satellite Luna

In **quadratura o primo quarto**, il disco lunare è visibile per metà, sorge verso mezzogiorno e tramonta verso mezzanotte.

La Luna nei giorni successivi continuerà a tardare la sua levata di un'ora e mostrerà una parte sempre maggiore della superficie. Si dice che è gibbosa crescente.

Il satellite Luna

In **opposizione o Luna piena** la Luna si trova dalla parte opposta rispetto al Sole e l'intero disco è illuminato.

La Luna sorge verso il tramonto del Sole e tramonta all'alba.

Nei giorni successivi la fase sarà calante e dopo un giorno la Luna sorge circa un'ora dopo il tramonto. Torna a essere gibbosa, ma la gobba è rivolta verso oriente.

Il satellite Luna

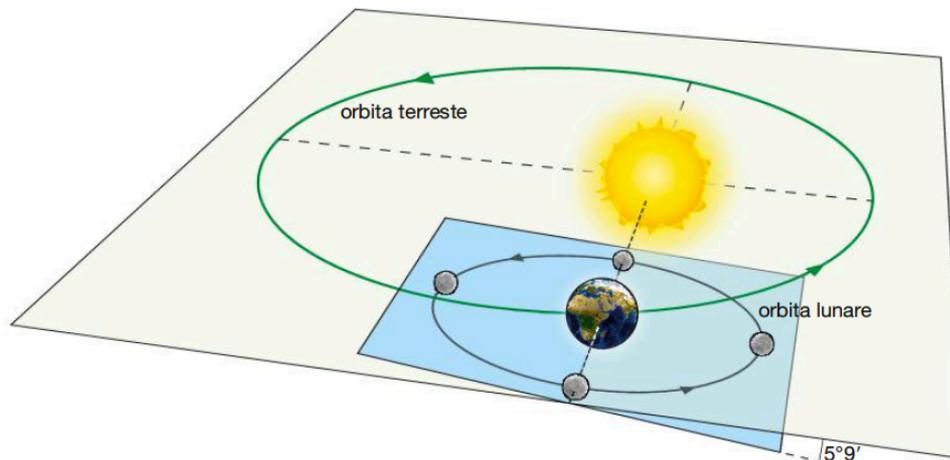
In **quadratura o ultimo quarto** il disco lunare è visibile per metà, sorge verso mezzanotte e tramonta verso mezzogiorno.

La Luna nei giorni successivi assottiglia sempre di più la sua forma. Continua a tardare la sua levata fin quasi all'alba e tramonta sempre più tardi fino al successivo novilunio.

Il satellite Luna

Il **piano di orbita della rivoluzione lunare** forma con il piano di orbita della Terra attorno al Sole un piccolo angolo di $5^{\circ}9'$.

Si chiamano **nodi** i due punti nei quali le traiettorie si intersecano e **linea dei nodi** il segmento che li unisce.



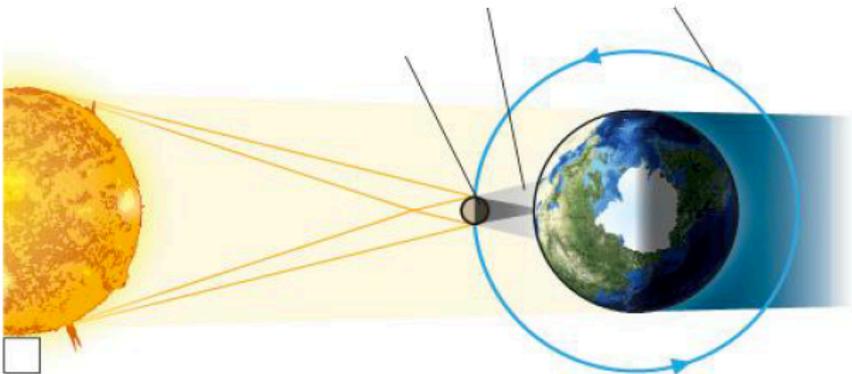
Il satellite Luna

Un'**eclissi** avviene quando la Luna è in corrispondenza di uno dei due nodi ed è allineata con la Terra e il Sole.

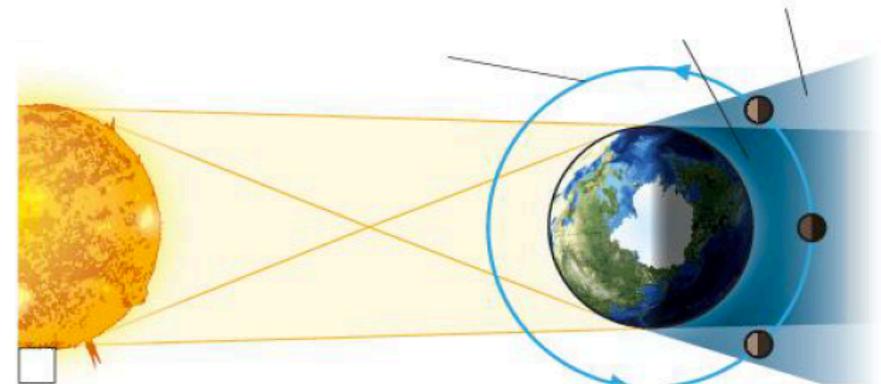
Si ha un'**eclisse di Sole** se la Luna è posizionata tra la Terra e il Sole, nascondendo la vista della stella.

Si ha un'**eclisse di Luna** se la Terra si interpone tra Sole e Luna, proiettando su quest'ultima la sua ombra.

eclisse di Sole



eclisse di Luna



Il satellite Luna

Eclisse di Sole

Poiché l'ombra della Luna copre un'area molto piccola della superficie terrestre, l'eclisse è visibile da una regione molto ristretta.

Vi sono diversi tipi di eclissi di Sole:

- totale
- parziale
- anulare

Il satellite Luna

Eclisse totale: l'ombra della Luna oscura del tutto il Sole. Il fenomeno è visibile da una fascia di superficie terrestre di qualche migliaio di km. Nei luoghi adiacenti si osserva un'eclisse parziale.

Eclisse parziale: si vede il Sole coperto solo in parte dal profilo lunare. La località di osservazione è investita dalla penombra della Luna.

Eclisse anulare: la Luna si trova in apogeo, la Terra in perielio e il disco lunare copre solo il centro di quello solare, lasciando intorno un anello luminoso di Sole.

Il satellite Luna

Eclisse di Luna

Visibile dall'intera metà della Terra in cui è notte.

È **parziale** se il satellite è investito dalla penombra della Terra. Il disco lunare non scompare completamente, ma resta visibile divenendo scuro e rosso.