



Dalla Luna, la Scienza

PROGETTO MoonKAM

Fabrizio Bernardini

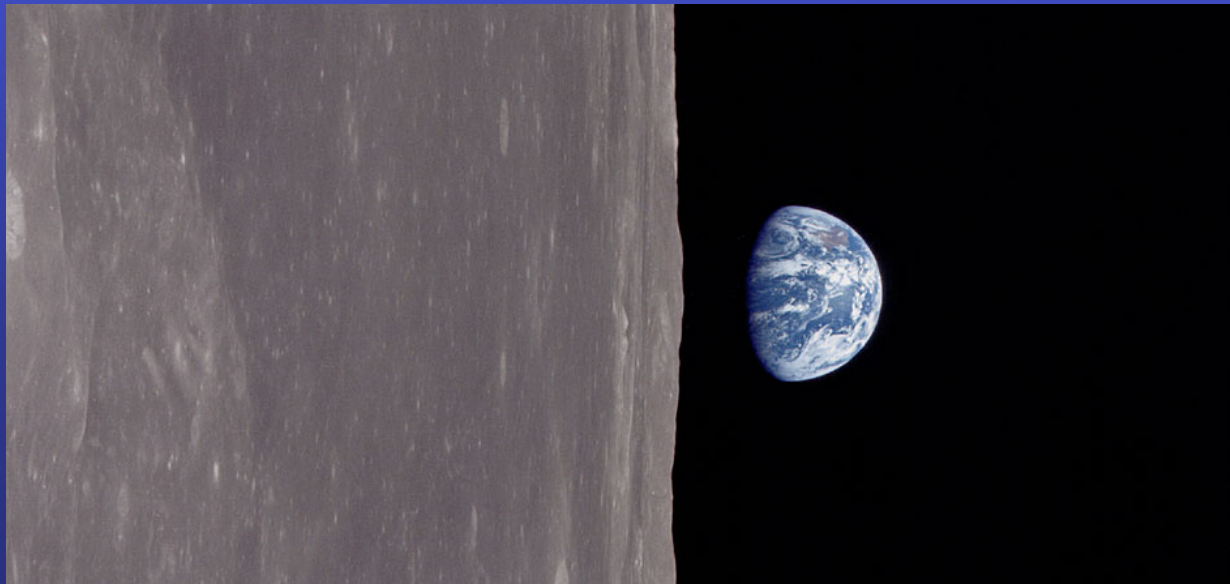
Benvenuti a questa avventura che ci porterà a capire la natura del satellite naturale della Terra, e ad imparare che il metodo scientifico, e la passione dello scoprire le cose, è alla portata di tutti.

La Luna è il corpo celeste più vicino alla Terra.

Siamo abituati a vederlo perciò non facciamo caso a quanto sia interessante e misterioso.

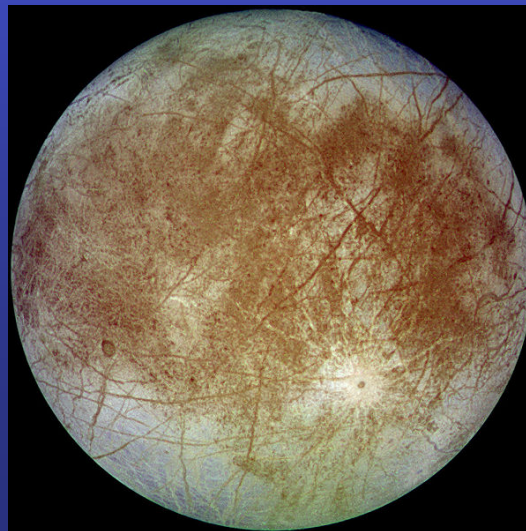
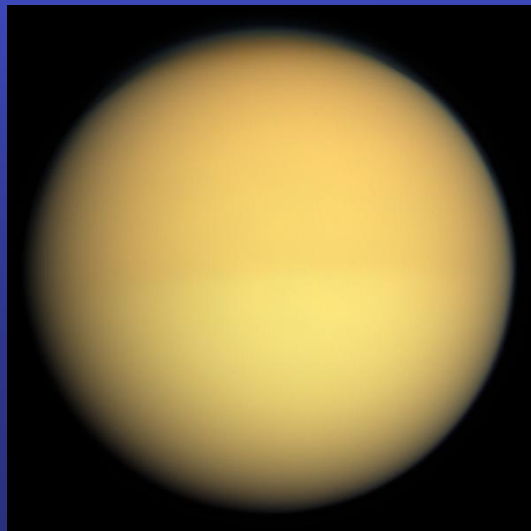
Eppure possiamo studiarlo dal balcone di casa e scoprire che è un mondo da esplorare.



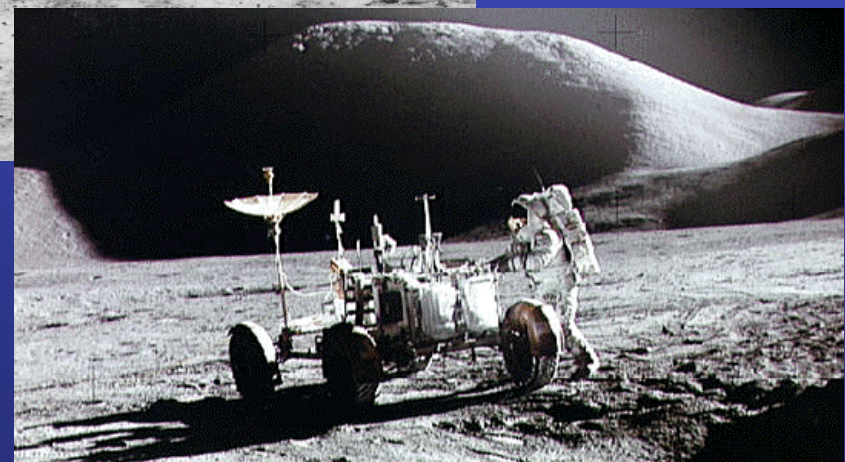
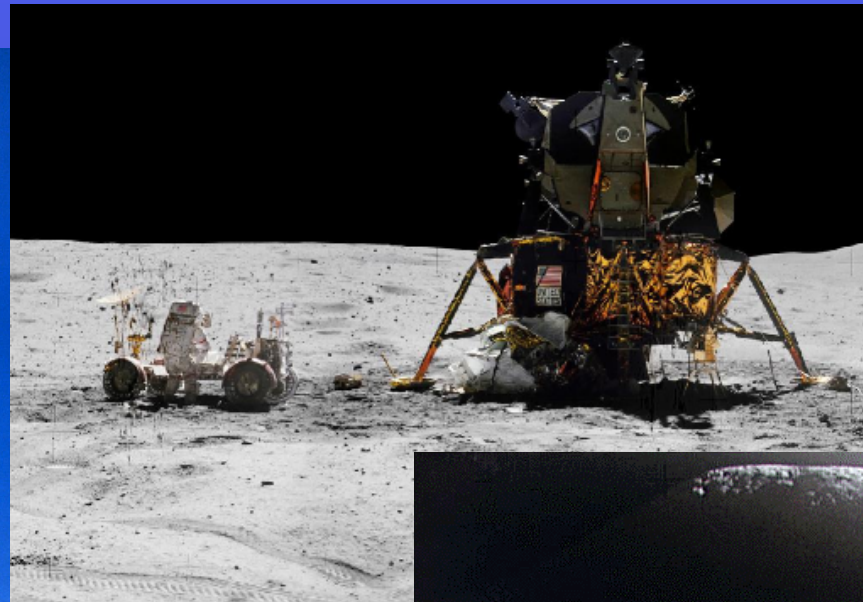
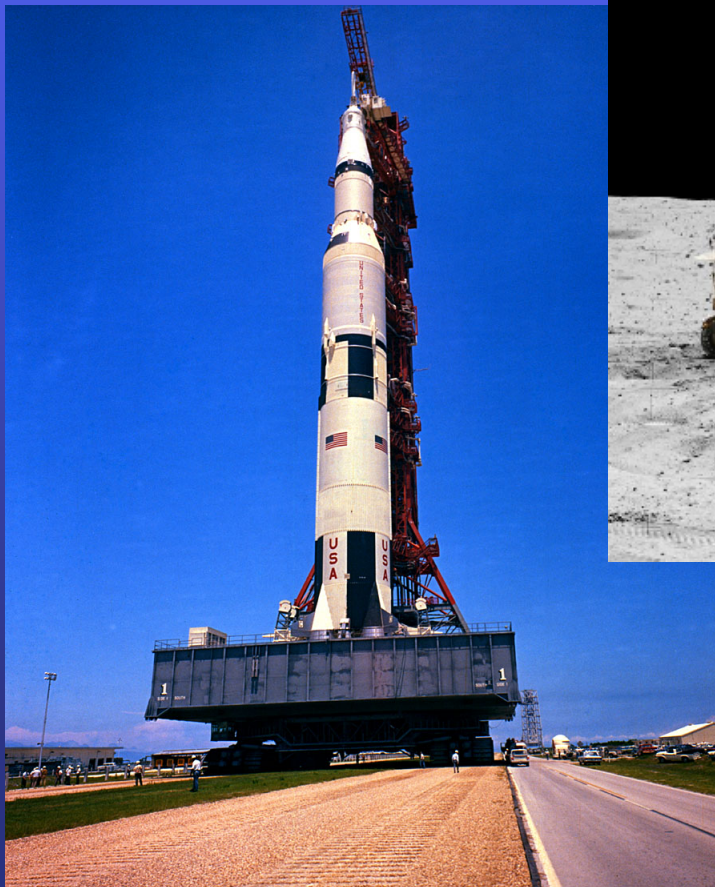


La Terra non è l'unico pianeta ad avere un satellite naturale. Nel Sistema Solare si contano **168** altre "lune" in orbita ai pianeti. Le più grandi sono:

- Urano: Tritone
- Saturno: **Titano** (l'unica con un'atmosfera)
- Giove: Io, **Ganimede**, **Europa**, Callisto
- Terra: Luna



Mentre le altre lune sono state visitate solo da sonde automatiche, la nostra Luna l'abbiamo visitata di persona riportando a Terra 381 Kg di campioni di rocce e suolo.



La Luna è stata ovviamente osservata dall'Uomo da sempre.



Il complesso monumento di Stonehenge, in Inghilterra, sembra sia stato eretto più di 6000 anni fa per cercare di predire eclissi lunari e solari.

E' anche ovvio che la divisione dell'anno in "mesi" è stata fatta originalmente riferendosi al ciclo lunare di 28 giorni.

I Greci usarono la Luna sia per ipotizzare la sfericità della Terra, sia per calcolare il diametro del nostro pianeta (tra l'altro con buona approssimazione).

Solo con l'avvento del cannocchiale, e il metodo scientifico, iniziò il vero studio del nostro satellite naturale.



Intorno al 1600, Galileo Galilei compì le prime osservazioni dettagliate della Luna deducendo che era un mondo vero e proprio, con montagne, “mari” ed altre caratteristiche fisiche.



Vent'anni dopo il programma Apollo, la Luna è di nuovo oggetto di importanti indagini scientifiche, ed in futuro potrebbe ospitare una base abitata permanente.

Il Giappone, la Cina, l'India e l'Europa hanno lanciato diverse missioni esplorative per raccogliere sempre più informazioni.

Gli Stati Uniti hanno in orbita lunare la sonda **LRO** (Lunar Reconnaissance Orbiter), che sta mappando l'intero satellite con grande dettaglio. Inoltre la coppia di sonde GRAIL sta per entrare in orbita, ma di queste ne parleremo dopo.



Terra:

- Diametro: 13476 Km
- Peso: 5.974×10^{24} Kg
- Acc. gravità: 9.78 m/s^2

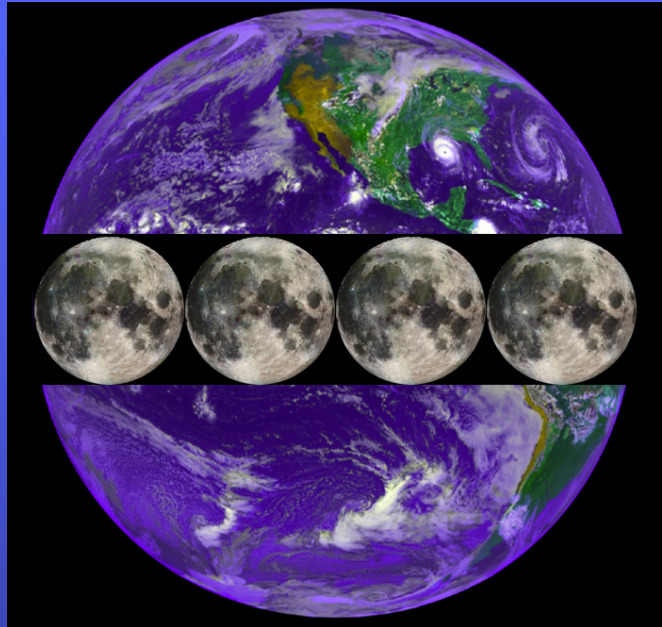
Luna:

- Diametro: 3476 Km
- Peso: 7.347×10^{22} Kg
- Acc. gravità: 1.62 m/s^2

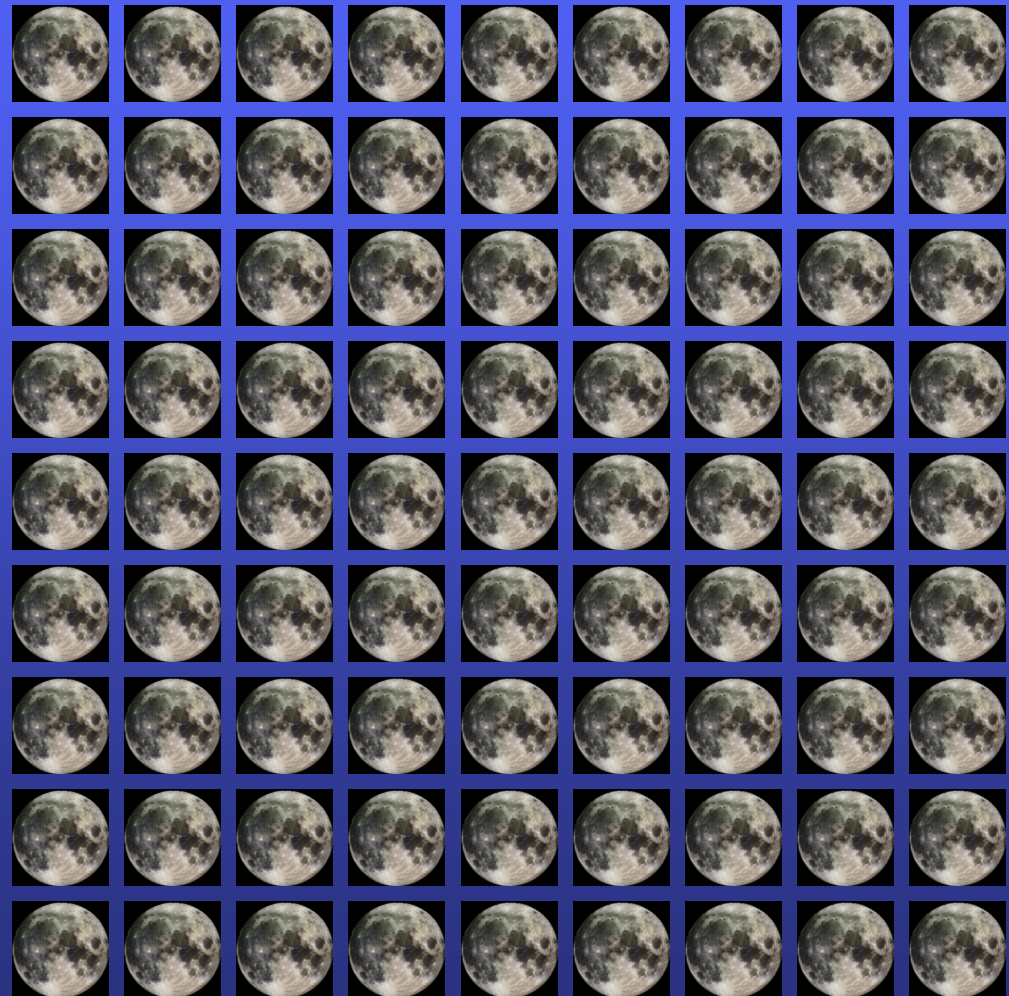
In altre parole:

- La Terra è larga quasi quanto **4 volte** la Luna.
- La Terra pesa **81 volte** la Luna.
- L'accelerazione di gravità sulla superficie lunare è circa **1/6** dell'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre.

Questo vuol dire che se si pesa 36 Kg sulla Terra, sulla Luna è come se se ne pesassero solo 6.

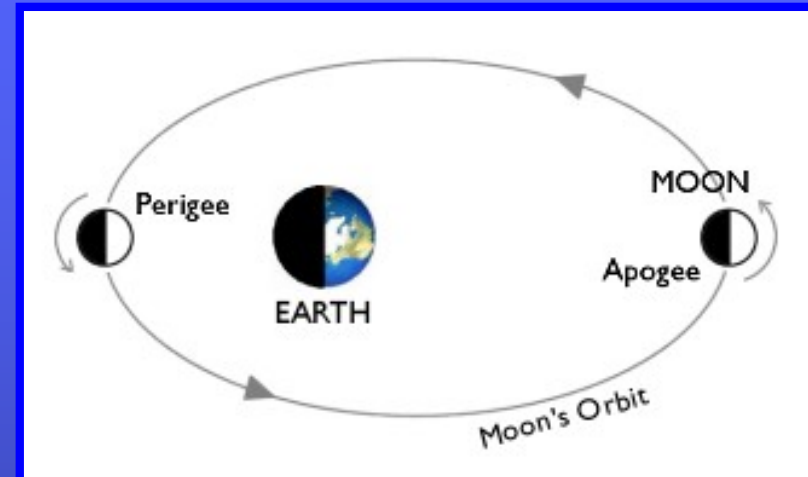


Confrontiamo ...



La Luna percorre un'orbita **ellittica**, cioè non circolare. Le distanze dal centro della Terra sono:

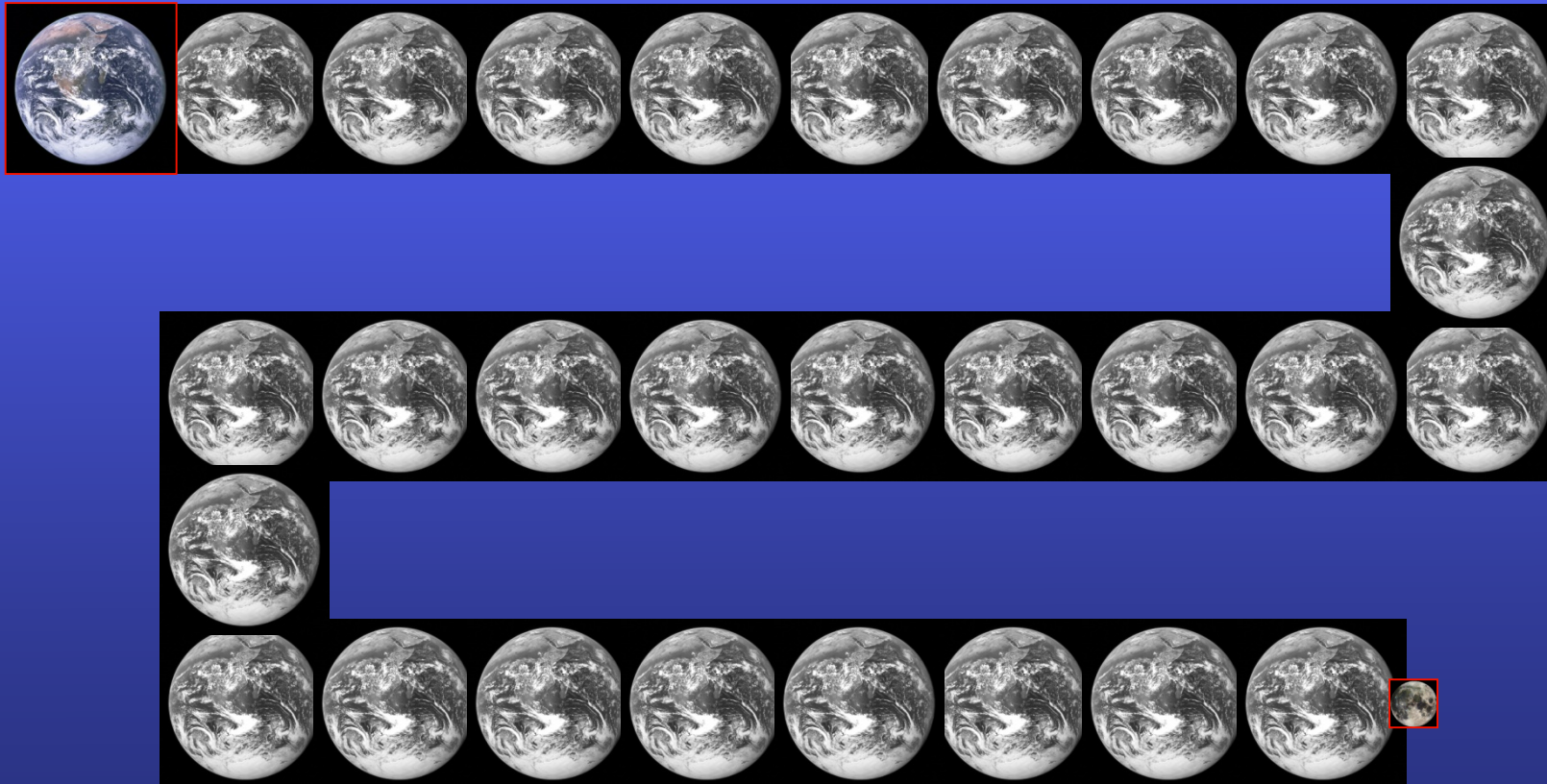
- Minima (**perigeo**): 362 570 Km
- Massima (**apogeo**): 405 410 Km
- Media: 383 990 Km



Questo vuol dire che si può facilmente notare una variazione nella dimensione **apparente** della Luna.

Soprattutto quando apogeo/perigeo coincidono con la fase di Luna piena.

In media, tra la Terra e la Luna ci sono 28 diametri della Terra.

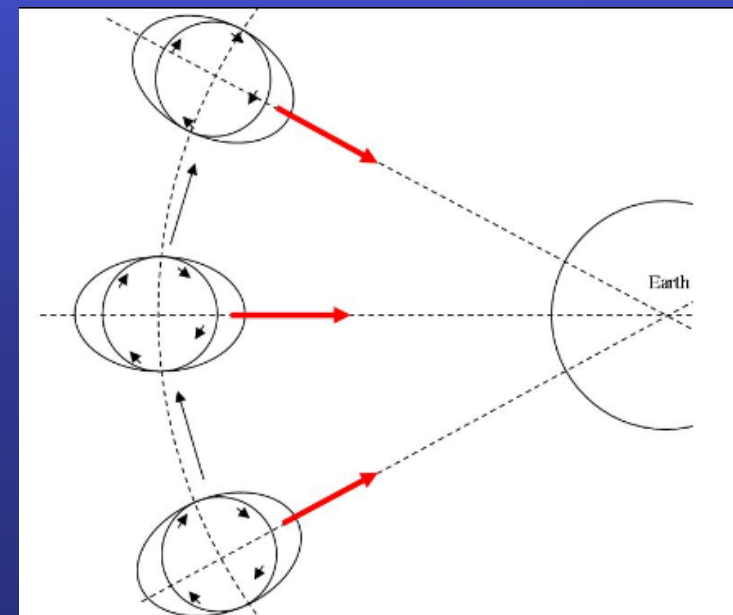
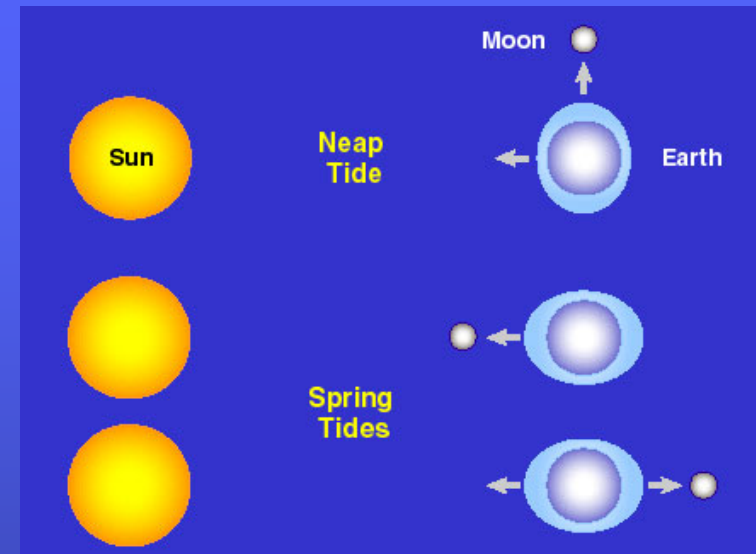


L'**attrazione gravitazionale** che esiste tra la Terra e la Luna provoca tre effetti principali:

- Gli oceani terrestri si sollevano in corrispondenza della posizione della Luna (e del Sole) creando le **maree**.
- La rotazione della Luna è stata rallentata fino a che **lo stesso emisfero** è sempre rivolto verso il centro della Terra.

Questo fenomeno è comune a quasi tutte le lune del Sistema Solare.

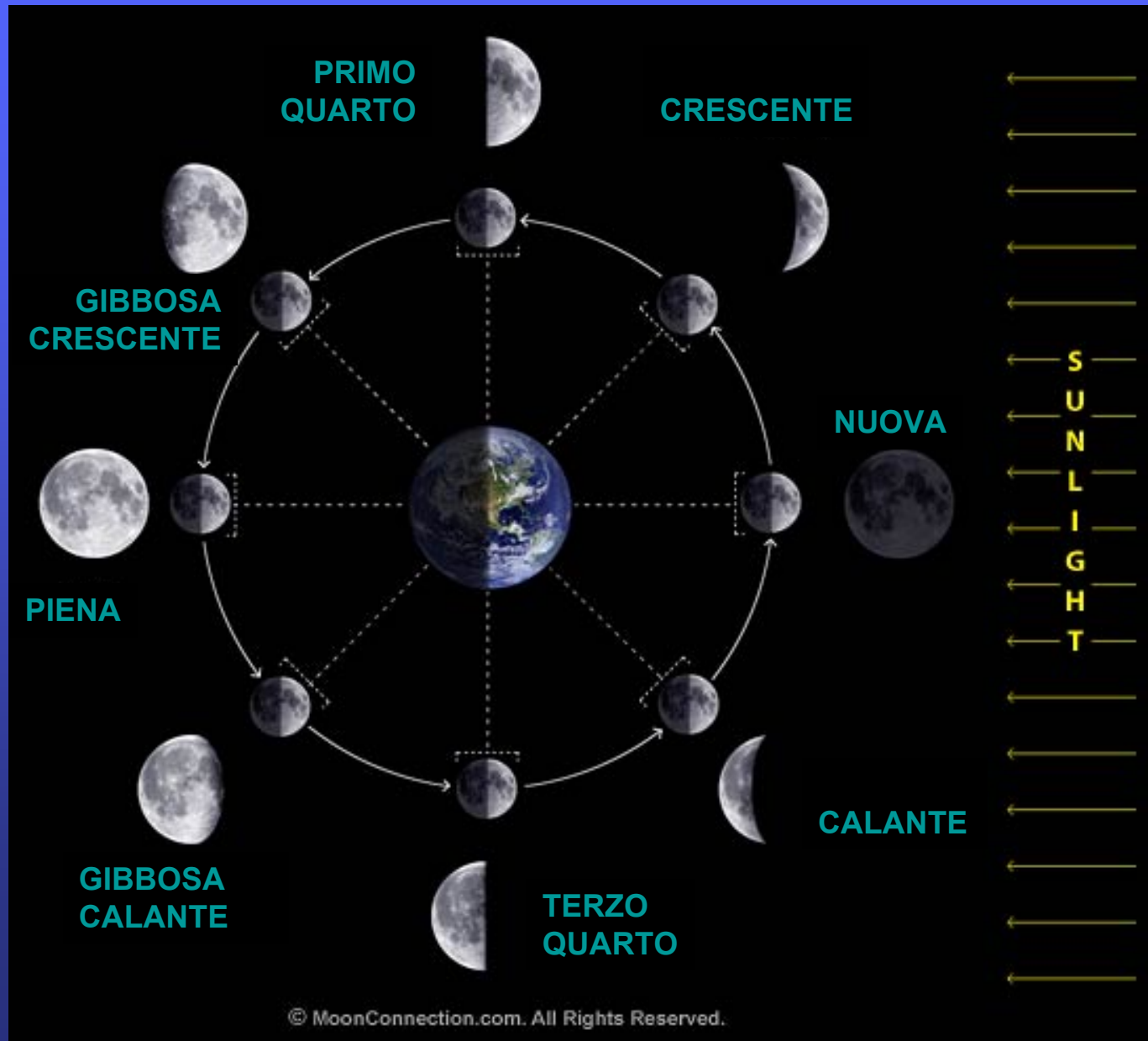
- La Luna si sta lentamente allontanando dalla Terra, e la Terra sta rallentando la sua rotazione.

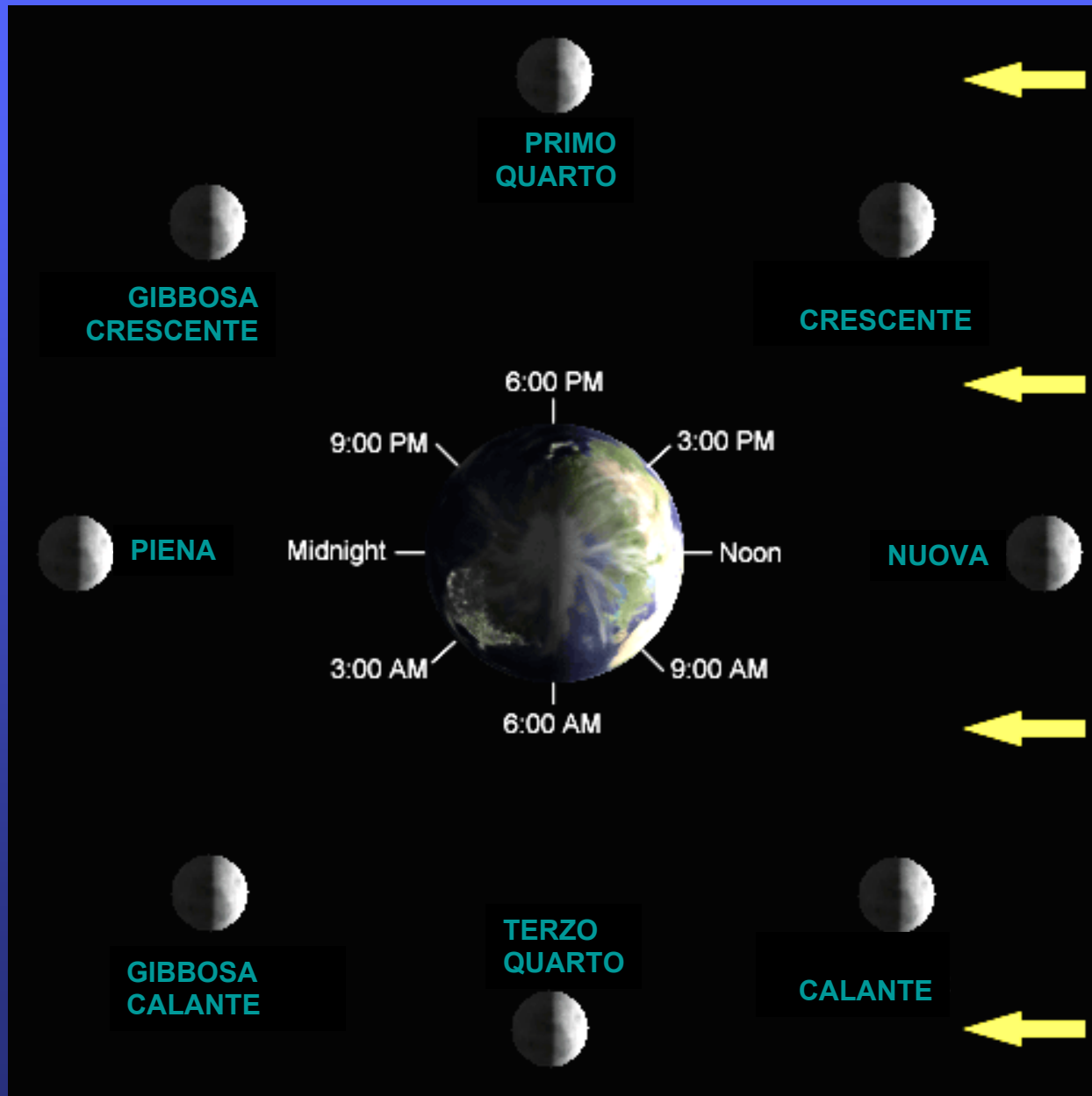


L'aspetto che però più colpisce del moto della Luna intorno alla Terra è quello delle **fasi lunari**.

Anche la Terra vista da lontano ha delle "fasi", coincidenti con quelle della Luna se si è abbastanza lontani.







E' importante notare che:

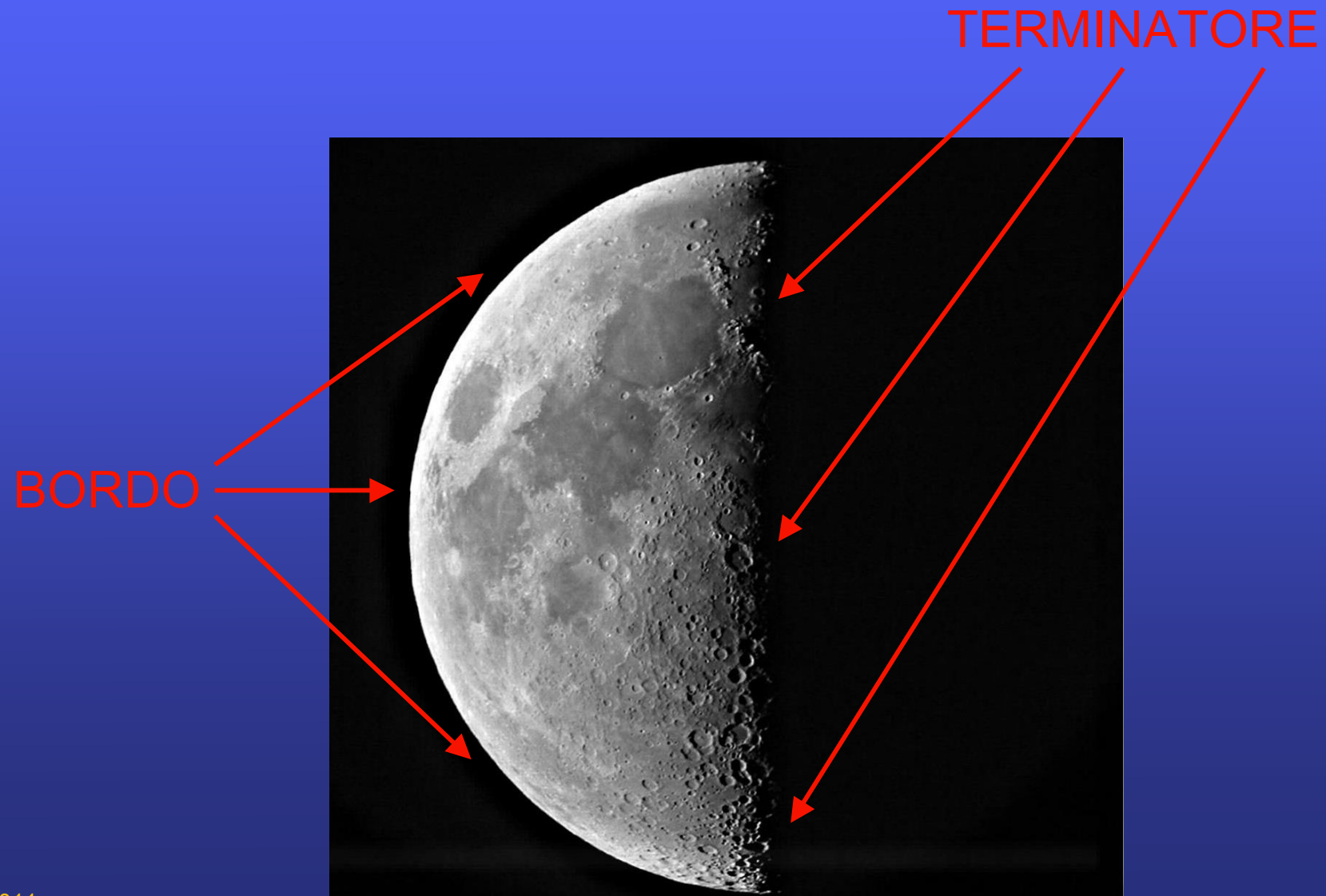
- Le fasi lunari si ripetono ogni **29 giorni e mezzo**.
Mese Lunare (osservo le fasi)
- Però la Luna ruota su sé stessa ogni **27,3 giorni**.
Mese Sidereo (osservo la posizione rispetto al cielo)

Questa apparente stranezza si spiega tenendo conto che le fasi lunari dipendono dagli angoli tra la Terra, il Sole e la Luna.

Vedi disegno a pag. 143 del libro B di scienze.

- Ogni punto della Luna è illuminato per 13,5 giorni (giorno lunare).

Due termini importanti:



Altri fatti utili:

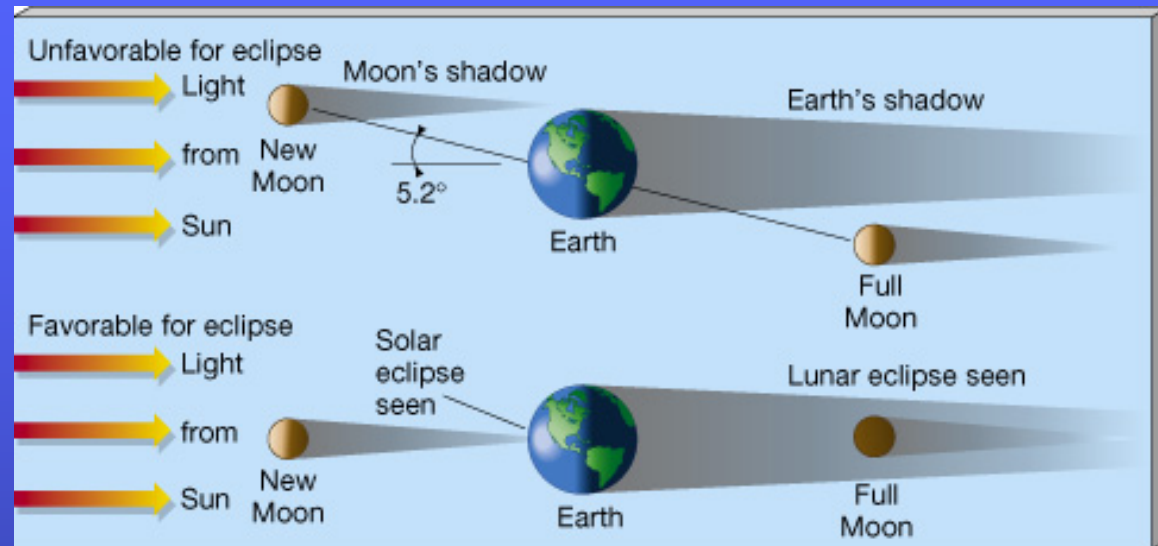
- La Luna Nuova sorge sempre all'alba (vicino al Sole).
- La Luna Piena sorge sempre al tramonto (dalla parte opposta del Sole).
- La Luna al Primo Quarto sorge a mezzogiorno.
- La Luna al Terzo Quarto sorge a mezzanotte.
- La Luna sorge ogni giorno 50 minuti più tardi.

- In generale, la parte illuminata della Luna “indica” in che direzione si trova il Sole (lungo l'orizzonte celeste).
- Il movimento della Luna si può osservare! Basta notare la sua posizione rispetto alle stelle sullo sfondo.

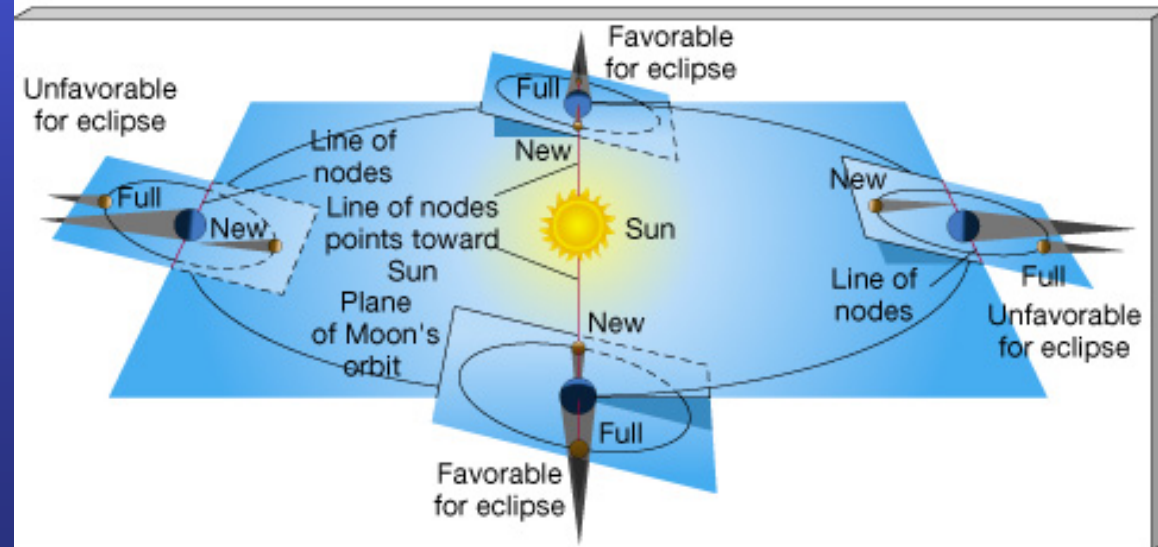
Per una incredibile coincidenza, la dimensione apparente della Luna è quasi identica alla dimensione apparente del Sole, entrambi visti dalla Terra.

Questo permette alle eclissi di Sole di avvenire.

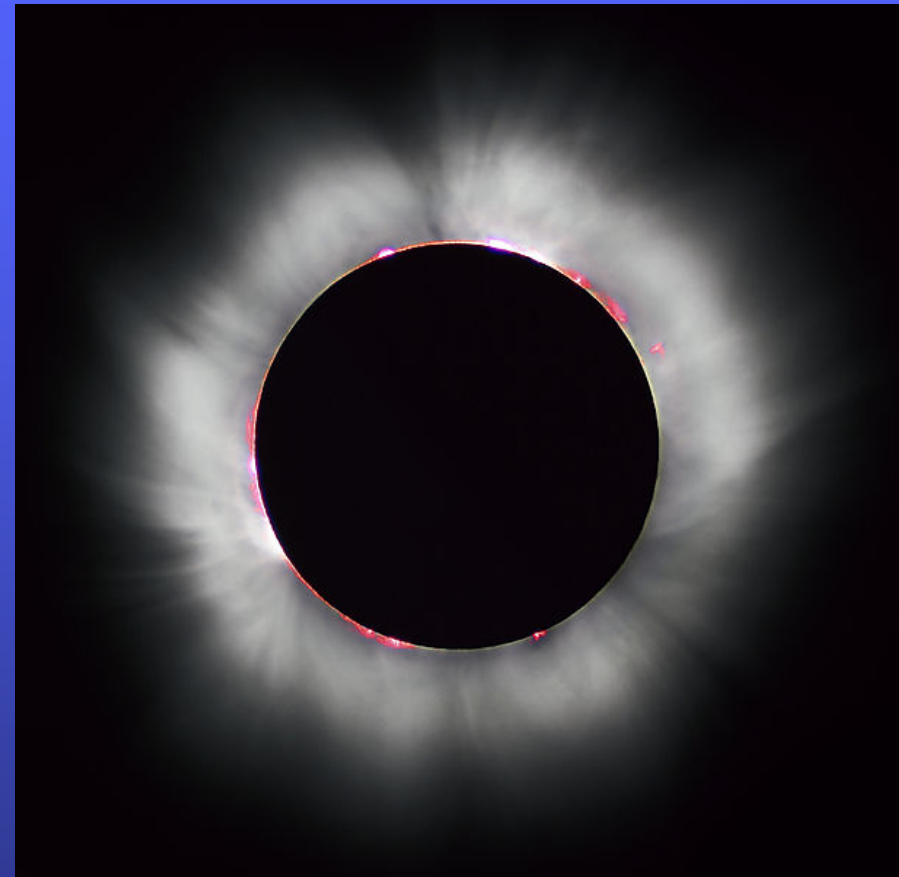
Ci sono poi anche le eclissi di Luna.



(a)



(b)



Le eclissi solari sono uno degli spettacoli più incredibili della natura.

Anche le eclissi di Luna, molto più frequenti, sono spettacolari, soprattutto quando si possono osservare bene anche le stelle.



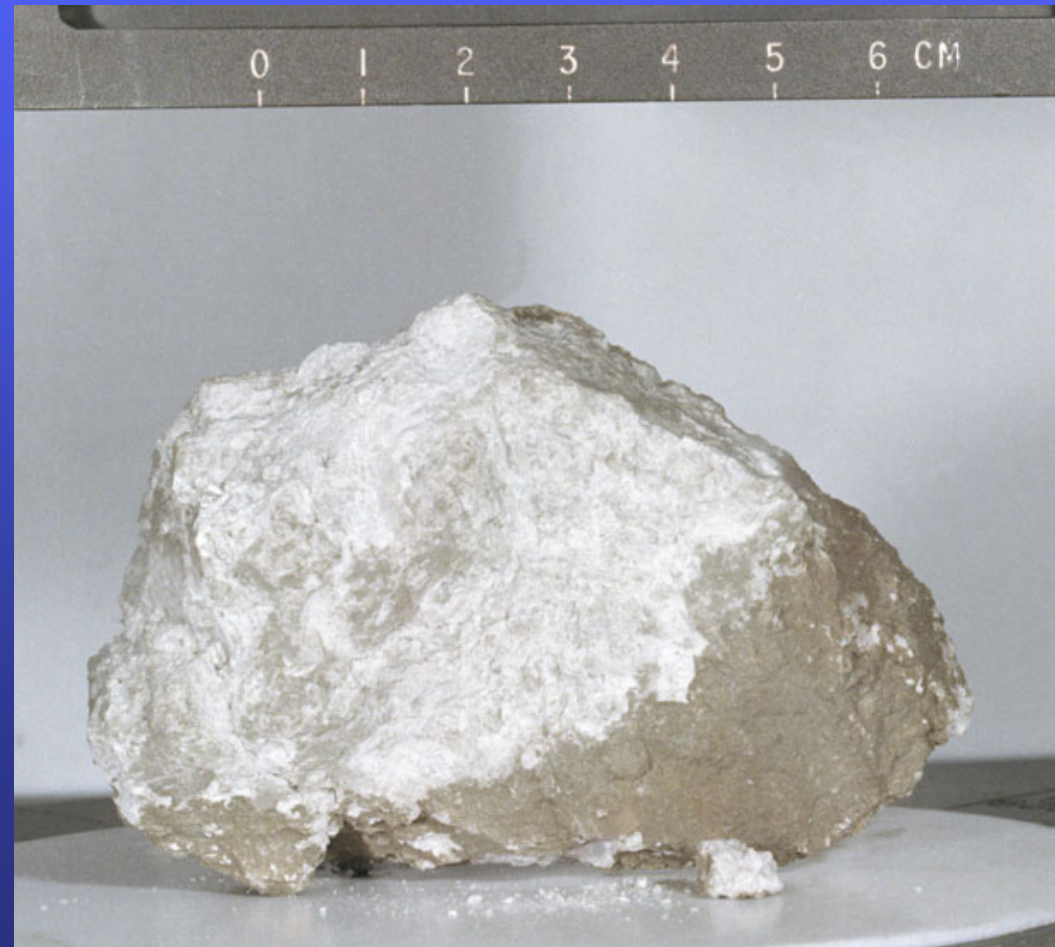
Scoprire come è nata la Luna è molto importante per capire lo sviluppo non solo del Sistema Solare, ma anche della vita sulla Terra.

Oggi, anche grazie alle missioni Apollo, sappiamo che:

- La Luna ha un'età di circa **4.5 miliardi di anni**, cioè la stessa della Terra (si sono dunque formate insieme).
- L'ipotesi più probabile è che la Luna è un pezzo di Terra distaccatosi a seguito di una collisione con un altro corpo celeste in formazione.
- La Luna non è più geologicamente attiva.
- La Luna non solo non ha atmosfera, ma non ha mai avuto alcuna forma di vita.

Questa roccia, detta **della Genesi**, è stata raccolta dagli astronauti della missione Apollo 15 ed ha dimostrato l'età della Luna.

Datata a 4,5 miliardi di anni si ritiene sia un pezzo della crosta originale della Luna, raffreddatasi dopo la separazione dalla Terra.

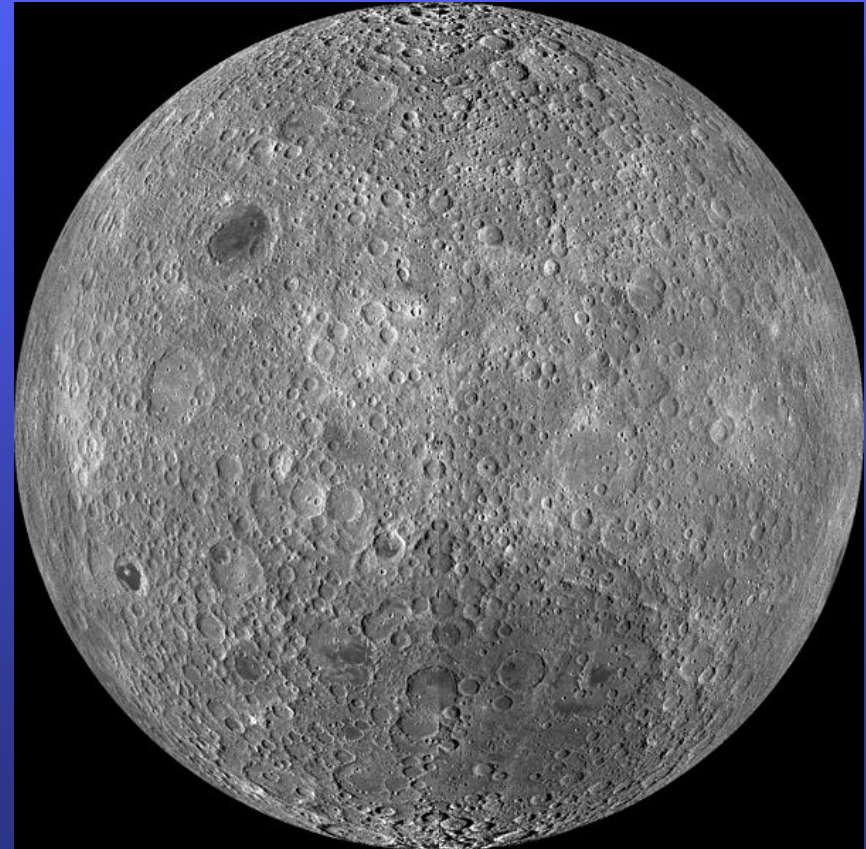
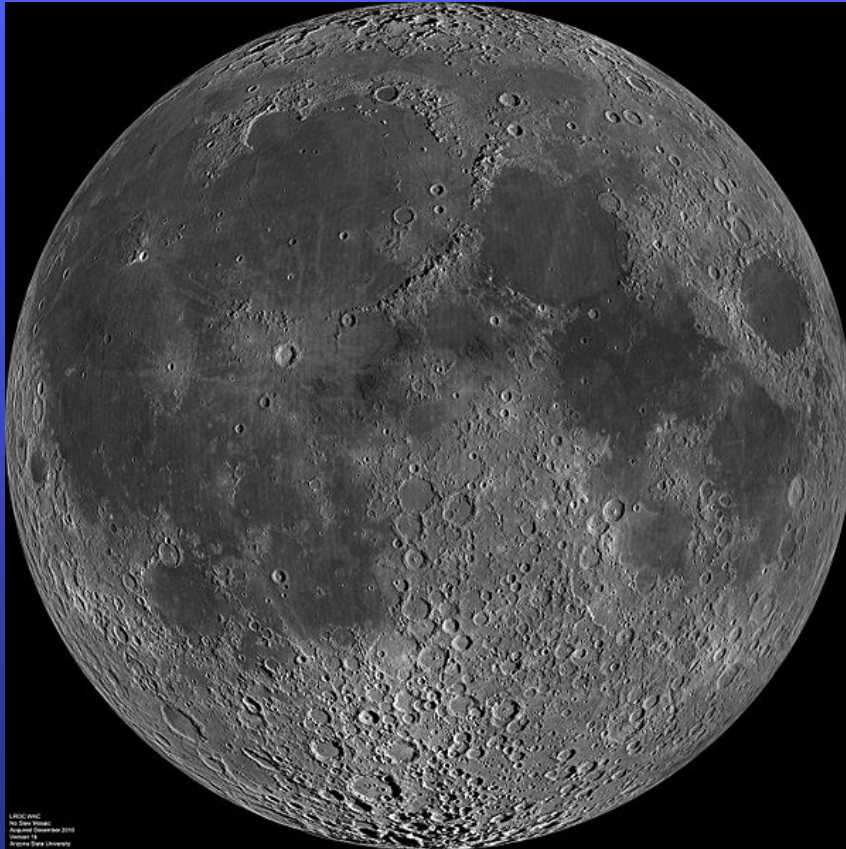


Nel 1610, grazie a Galileo Galilei, la Luna diventa “un posto” con montagne, pianure, zone accidentate e zone “arrotondate”.

Oggi identifichiamo sulla Luna questi elementi principali:

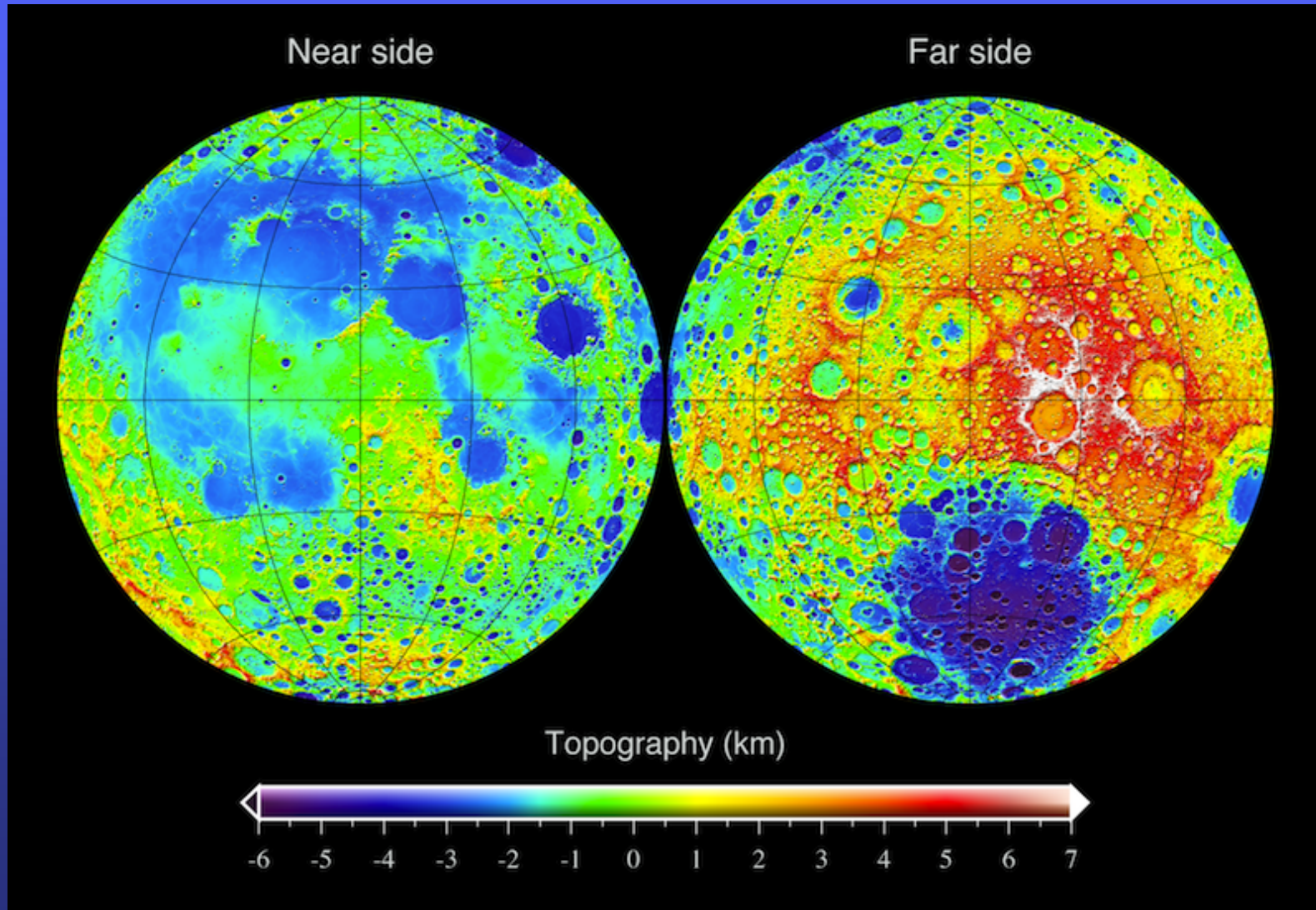
- **Mari** (chiamati così per tradizione), zone pianeggianti più scure.
- **Altipiani**, zone montagnose più luminose.
- **Crateri**, che vanno da un metro, o meno, di diametro a centinaia di Km.
- **Bacini**, crateri così grandi che possono contenere al loro interno dei mari.

Esiste una interessante, e misteriosa, anomalia tra la faccia rivolta alla Terra e la **faccia** cosiddetta **nascosta**.



Sulla faccia nascosta non ci sono praticamente Mari.

Immagine altimetrica: i colori indicano la quota.



I **Mari** sembra siano costituiti soprattutto da lava fuoriuscita dall'interno della Luna dopo impatti molto violenti.

Costituiti soprattutto di **basalto**, solidificatosi tra i 3 e i 4 miliardi di anni fa.

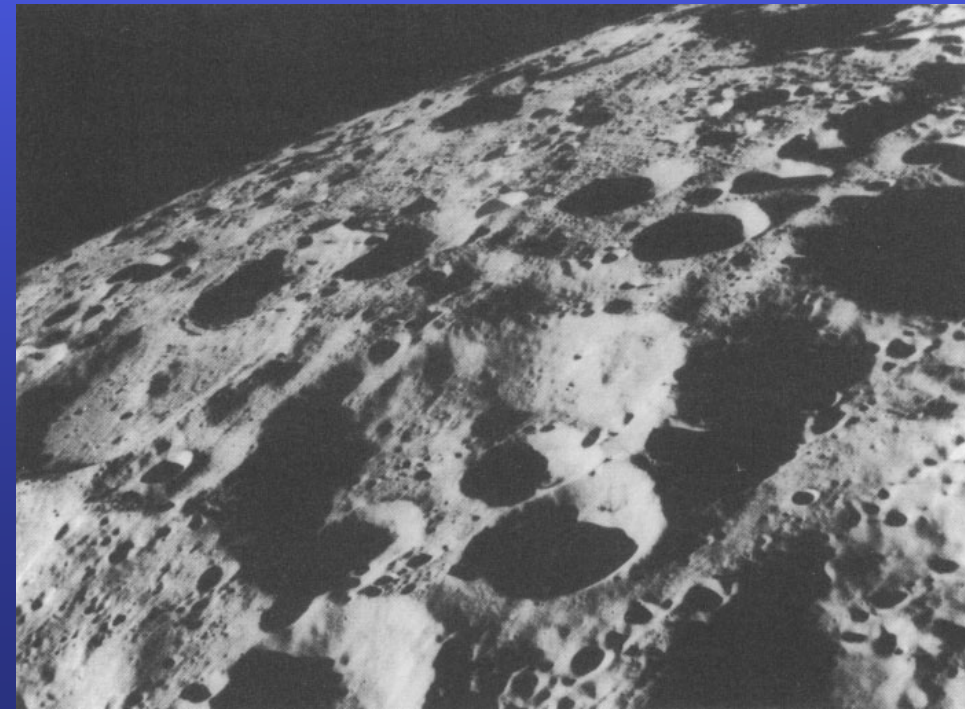


Ci sono però tracce di lava in altre parti della Luna: da rivoli solidificati a canali e valli di lava.



Gli **Altipiani** lunari sono costituiti da montagne che possono arrivare fino a 8000 metri di quota e da strette vallate (dette Rilles).

Coprono l'85% della superficie lunare.



Esistono tre tipi di crateri:

- **Crateri da impatto**, prodotti da una meteorite.
- **Caldere**, prodotti dal collassamento di un vulcano.
- **Crateri vulcanici**, prodotti da violente eruzioni.

Osservando la Luna si è determinato che la maggior parte dei crateri sono da impatto.

- Hanno un bordo alto rispetto al terreno circostante.
- Hanno pareti ripide, talvolta terrazzate.
- Hanno a volte dei sollevamenti centrali.
- Hanno spesso dei raggi dovuti al materiale proiettato a grande distanza.

Si trovano crateri in tutto il Sistema Solare.

Sulla Luna esistono più di 30000 crateri.

Esempio di cratere complesso con tutti gli elementi di un grande cratere da impatto.

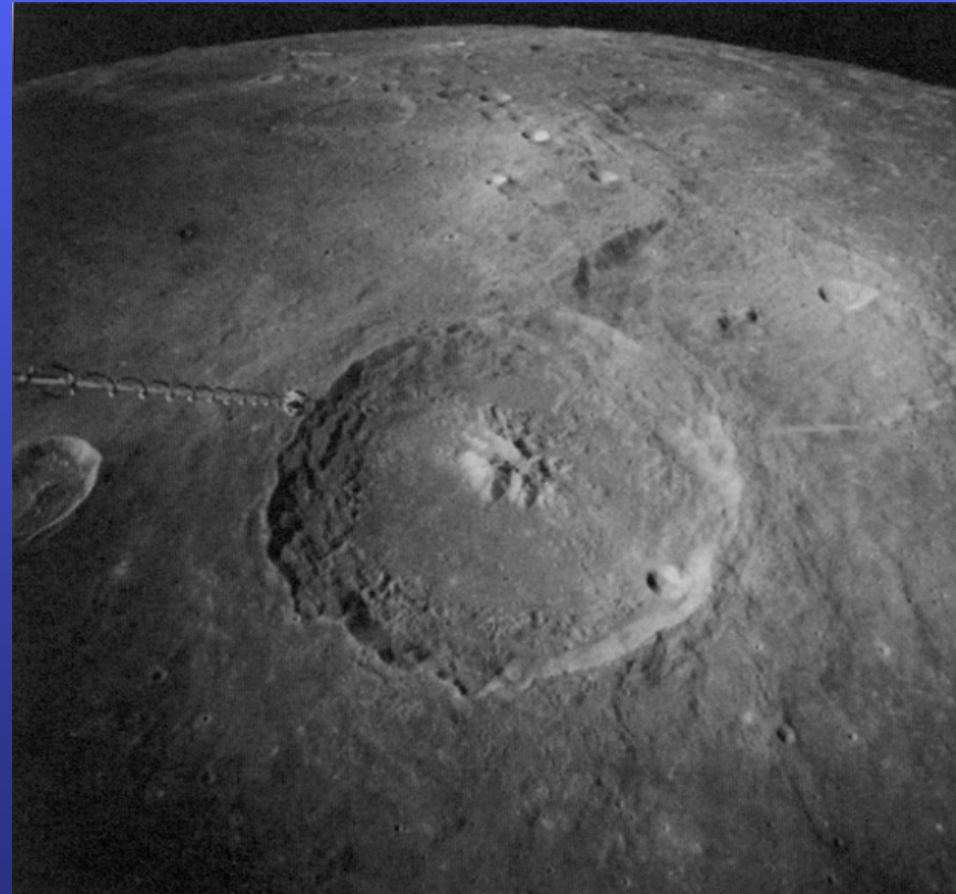


Tycho

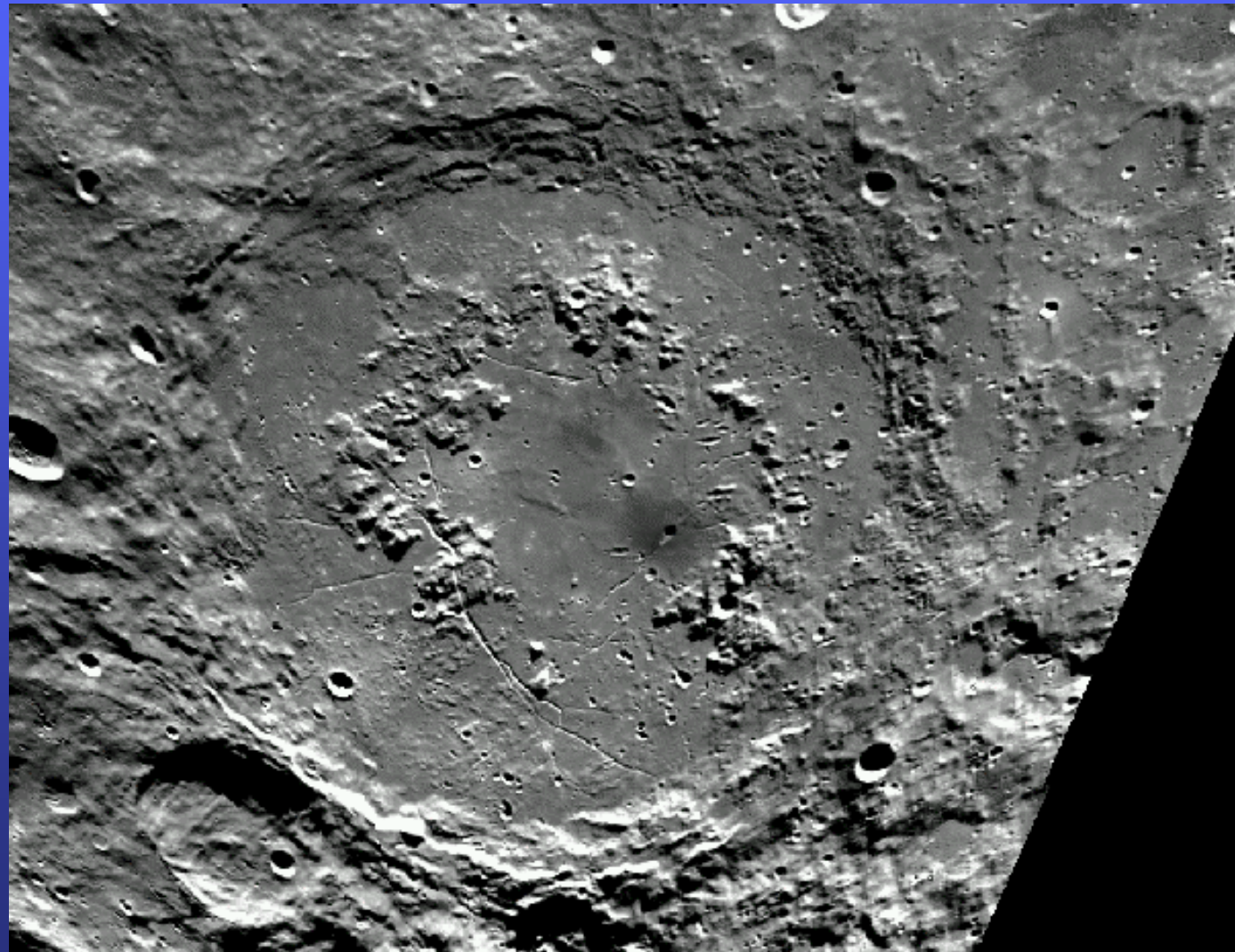
Esempio di cratere recente, molto brillante e con raggi che si estendono per quasi metà della superficie della Luna.



Crateri semplici e complessi a confronto.



Esempio di bacino (Bacino di Schroedinger, 320 Km di diametro)



Le rocce lunari sono relativamente semplici perché:

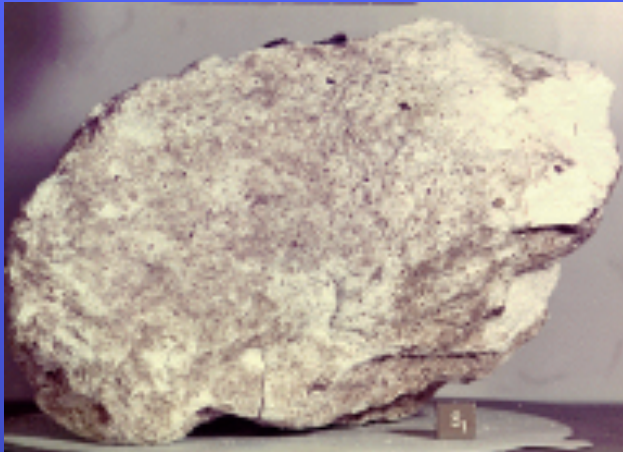
- Non esiste una tettonica a zolle.
- Non esistono fenomeni meteorologici che modificano le rocce, non essendoci un'atmosfera.
- Non essendoci acqua, non ci sono rocce sedimentarie.
- Non ci sono rocce metamorfiche (rimescolate più volte) se non a causa di impatti.

Insomma, perché la Terra e la Luna sono così diverse anche se sono probabilmente nate insieme?

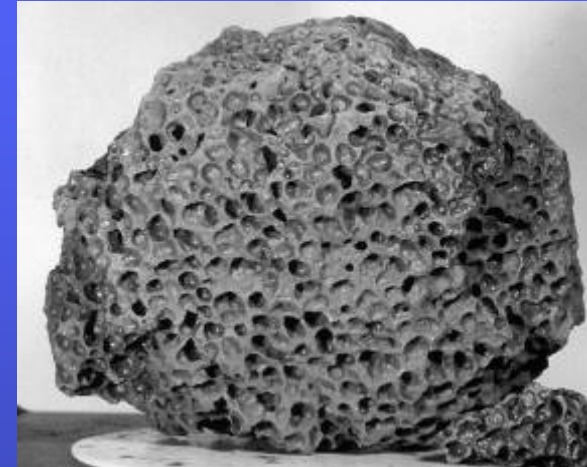


Per via delle diverse dimensioni! E dunque della diversa forza di gravità.

Tipi principali di rocce lunari:



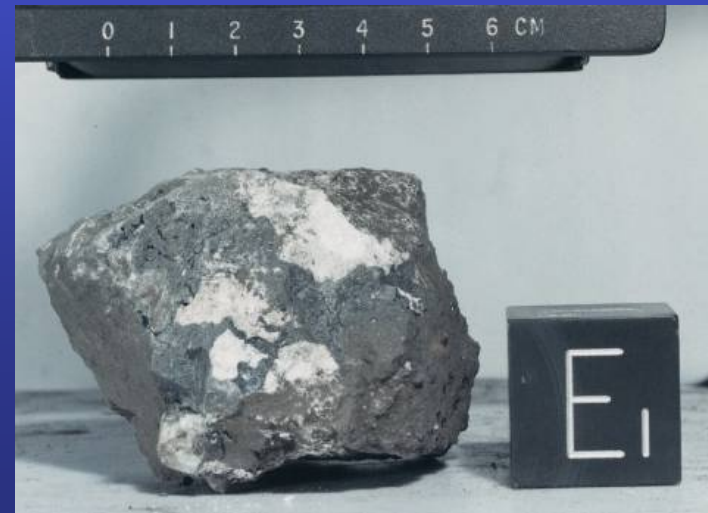
Anortosite



Basalto



Breccia (composto di più rocce)



La roccia più antica trovata sulla Terra ha circa 3,5 miliardi di anni. Questo perché sulla Terra esiste un “ciclo delle rocce” essendo il pianeta **geologicamente attivo**.

- Ci sono anche rocce appena formate (vulcani attivi)

La roccia più giovane trovata sulla Luna (quella più antica la conosciamo già) ha 3 miliardi di anni.

- Questo fa pensare che da allora la Luna sia del tutto **geologicamente morta**.
- Sulla Luna non esistono vulcani attivi.

In pratica la Luna, essendo più piccola e con minore gravità, si è raffreddata molto prima della Terra e le rocce che si sono formate non hanno vissuto più cicli come ancora avviene sulla Terra.

Il suolo lunare si chiama **regolito**.

- E' uno strato fine di roccia sminuzzata.
- Profondo da 5 a 10 metri.
- Polvere di rocce e di vetro prodotti dagli impatti dei meteoriti.

Non essendoci atmosfera c'è una pioggia incessante di piccole meteoriti.

- A causa della bassa gravità, il regolito può contenere pezzi di roccia che vengono da qualunque parte della Luna.

L'ambiente lunare è veramente "difficile" soprattutto per la **mancanza di un'atmosfera**.

- La superficie lunare non solo non è protetta dalle **meteoriti** (anche le più minuscole colpiscono il terreno)
- Ma non è neanche schermata dalle **radiazioni** solari.
- La mancanza di circolazione di aria fa sì che al Sole la temperatura arrivi a **+135 °C**, mentre all'ombra (non necessariamente di notte), essa arrivi istantaneamente a **-170 °C**.

Eppure i panorami lunari hanno una loro bellezza e una loro suggestione. Buzz Aldrin (Apollo 11) l'ha definita:

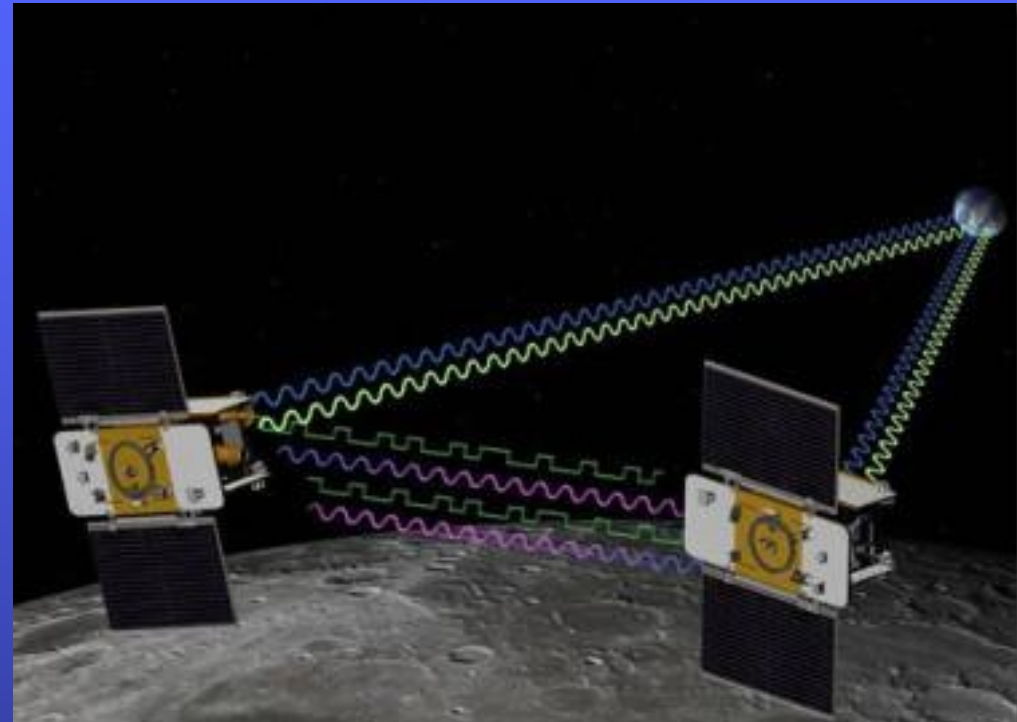
"Una magnifica desolazione".



GRAIL MoonKAM



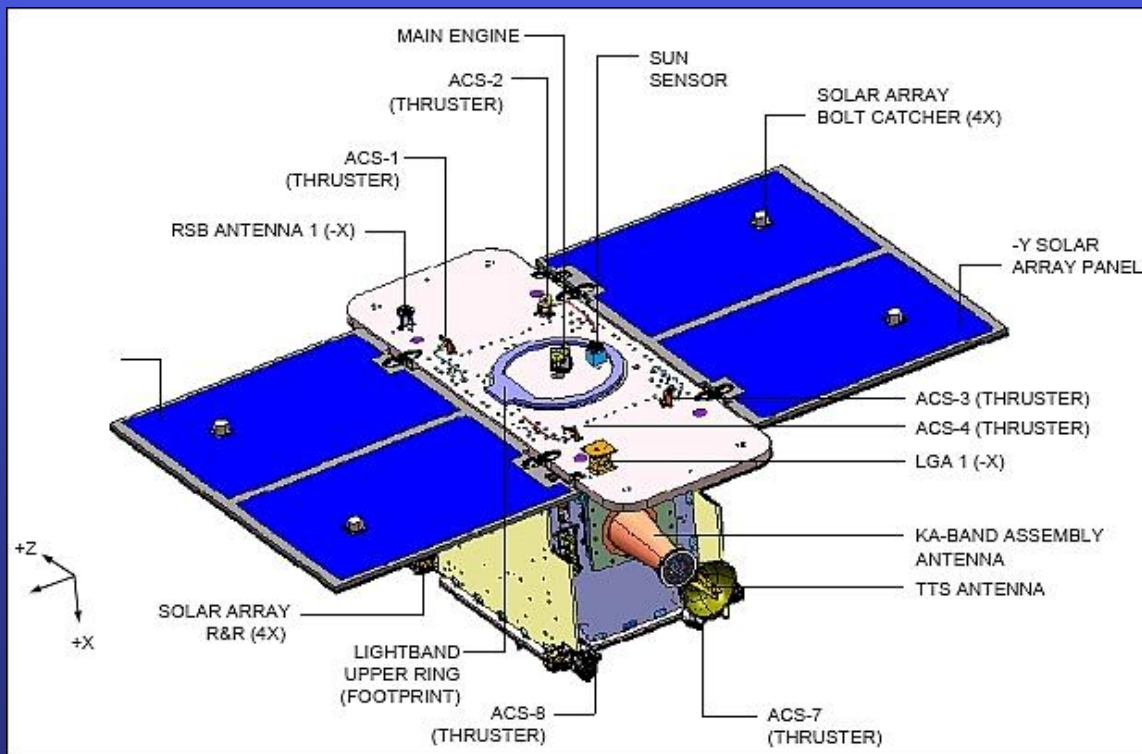
GRAIL è una missione scientifica della NASA, progettata per rilevare completamente il **campo gravitazionale** della Luna. Dalle caratteristiche del campo gravitazionale sarà possibile capire come è fatto l'interno della Luna, e la sua struttura.



La missione è fatta di due veicoli identici, chiamati GRAIL-A e GRAIL-B (per ora).

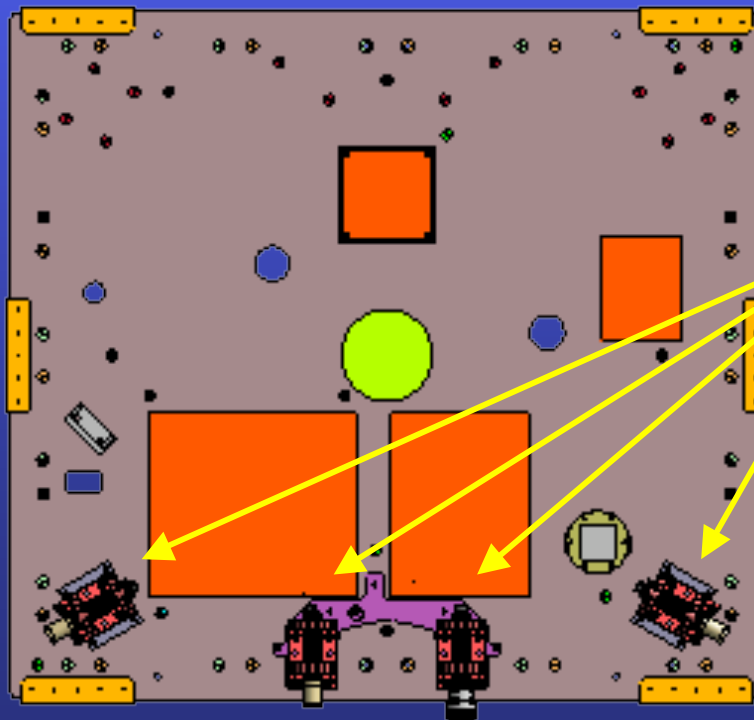
Seguendo un percorso molto particolare entreranno in orbita lunare tra il 31 Dicembre ed il 1° Gennaio.

Il lancio delle due sonde GRAIL è avvenuto il 10 Settembre.



A bordo di ogni sonda GRAIL, però, c'è qualcosa di molto interessante per le Scuole Medie di tutto il mondo.

MoonKAM: Moon Knowledge Acquired by Middle schools



Ogni sonda porta con sé ben quattro piccole telecamere.

Queste telecamere verranno usate per acquisire immagini ordinate dagli studenti delle scuole che le riceveranno per poterle analizzare e studiare.

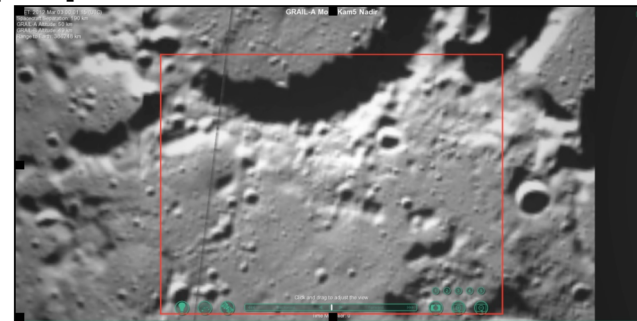


Le telecamere sono molto piccole, ma permetteranno di ottenere dei buoni risultati.

Simulated Footprint for 6 mm and 50 mm

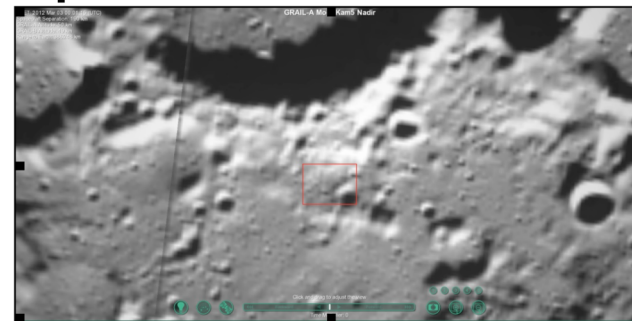
Downward Pointing, 6 mm

- Horizontal: ~55.2 km
- Vertical: ~40.5 km
- ~72 m per pixel



Downward Pointing, 50 mm

- Horizontal: ~6.3 km
- Vertical: ~3.8 km
- ~8 m per pixel



In altre parole:

- Se la telecamera scatta una foto guardando direttamente verso il basso (e non di lato)
- Sarà possibile ottenere foto:

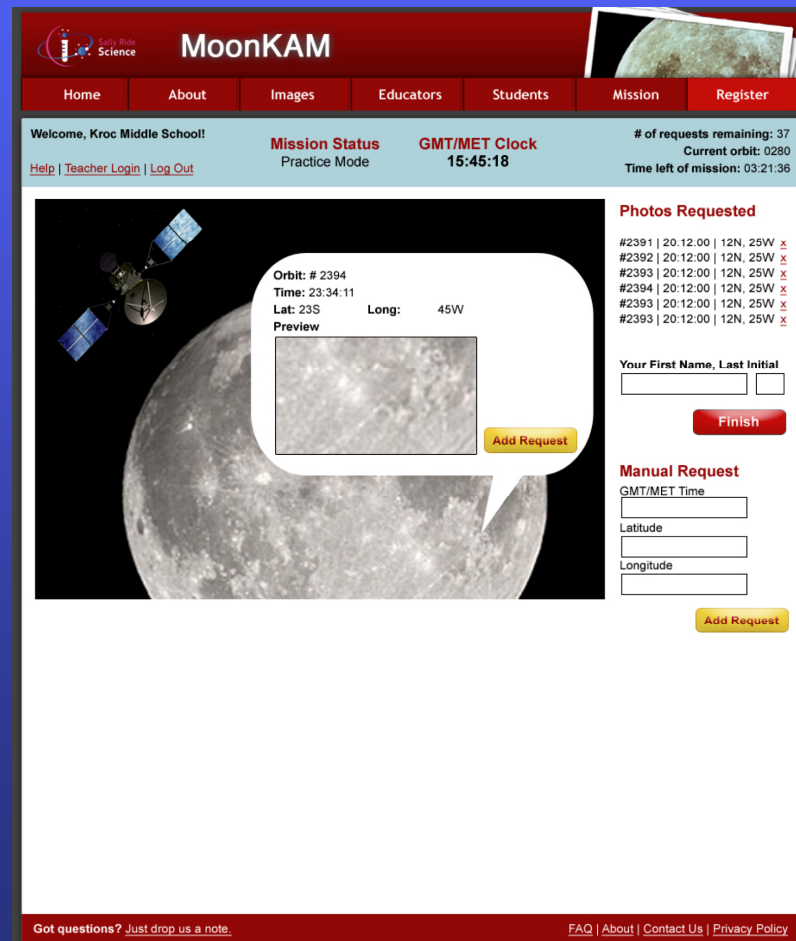
Obiettivo da 6 mm

- Area di circa 55 x 40 Km
- Risoluzione di circa 72 m per pixel

Obiettivo da 50 mm

- Area di circa 6 x 4 Km
- Risoluzione di circa 8 m per pixel

Le immagini verranno prenotate usando un sito web al quale la scuola IC Visconti si è già registrata.



The screenshot shows the MoonKAM website interface. At the top, there is a navigation menu with links for Home, About, Images, Educators, Students, Mission, and Register. Below the menu, a status bar displays mission information: "Welcome, Kroc Middle School!", "Mission Status Practice Mode", "GMT/MET Clock 15:45:18", and "# of requests remaining: 37". The main content area features a large image of the moon with a satellite in the upper left. A white callout box over the moon image displays "Orbit: # 2394", "Time: 23:34:11", "Lat: 23S", and "Long: 45W", along with a "Preview" image and an "Add Request" button. To the right, a "Photos Requested" section lists several requests with their IDs, times, and coordinates, each with a small 'x' icon. Below this is a form for "Your First Name, Last Initial" with a "Finish" button. A "Manual Request" section includes input fields for "GMT/MET Time", "Latitude", and "Longitude", with an "Add Request" button. The footer contains links for "Got questions? Just drop us a note.", "FAQ", "About", "Contact Us", and "Privacy Policy".

E come si sceglieranno le zone da fotografare?

Questo lo vedremo la prossima settimana.

Ma sicuramente serviranno:

- Curiosità
- Intelligenza
- E voglia di giocare a fare gli scienziati