

Curiosità e faintendimenti sulle eclissi di Sole

Luca Zangrilli

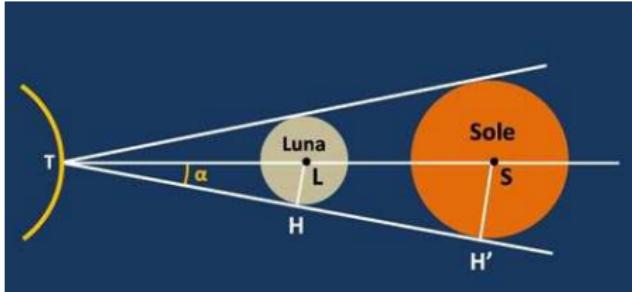
Istituto Nazionale di Astrofisica
zangrilli@oato.inaf.it

November 18, 2017

Coincidenze casuali

A volte la Natura nell'atto di nascondere qualcosa ne rivela agli uomini la sua essenza.

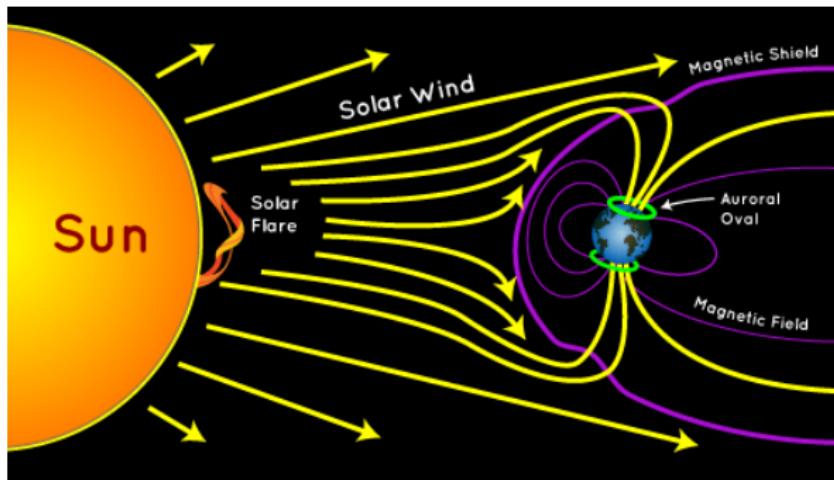
Questo è il caso delle eclissi di Sole e di quella fortunata coincidenza per cui i diametri angolari del Sole e della Luna, visti da Terra sono molto simili.



Coincidenze casuali

È quindi per puro caso che durante le eclissi di Sole appare visibile la debole corona solare, altrimenti sovrastata dalla sfolgorante luminosità del nostro astro maggiore.

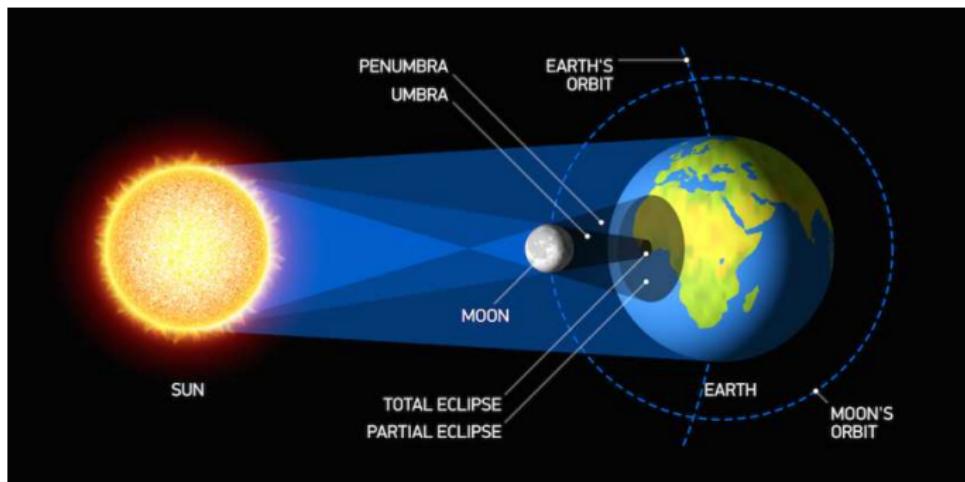
La strada percorsa da chi studia il vento e la corona solare è questa: risalirne idealmente il flusso incessante, per arrivare al cuore della sua comprensione fisica.



Come interpretiamo oggi le eclissi di Sole

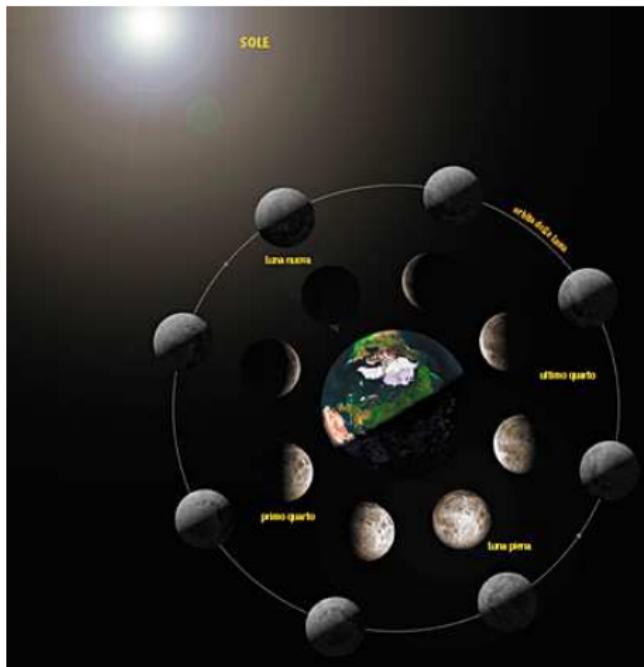
Oggi sappiamo che:

- l'eclissi di Sole si verifica perché la Luna si interpone tra il Sole e la Terra, in modo tale che i tre corpi siano allineati;
- l'allineamento si ottiene al novilunio e al passaggio per la linea dei nodi, ovvero l'intersezione dell'orbita lunare con quella terrestre (si tenga a mente che il piano dell'orbita lunare è inclinato di circa 5 gradi rispetto al piano orbitale terrestre);
- la Luna proietta la sua ombra su una porzione molto circoscritta della superficie terrestre, quindi non sarà visibile a tutti.



Come interpretiamo oggi le eclissi di Sole

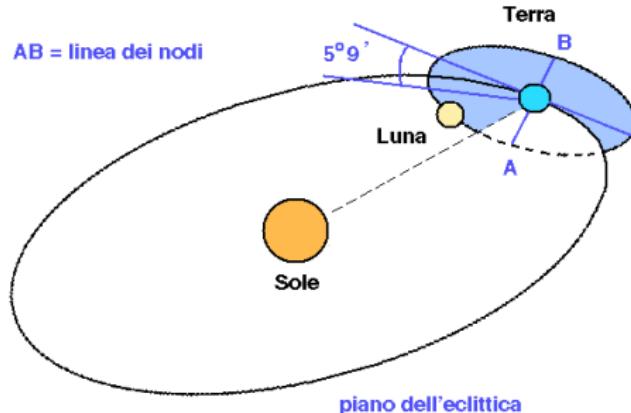
La condizione di novilunio è la prima a dover essere soddisfatta, affinché avvenga un'eclissi di Sole.



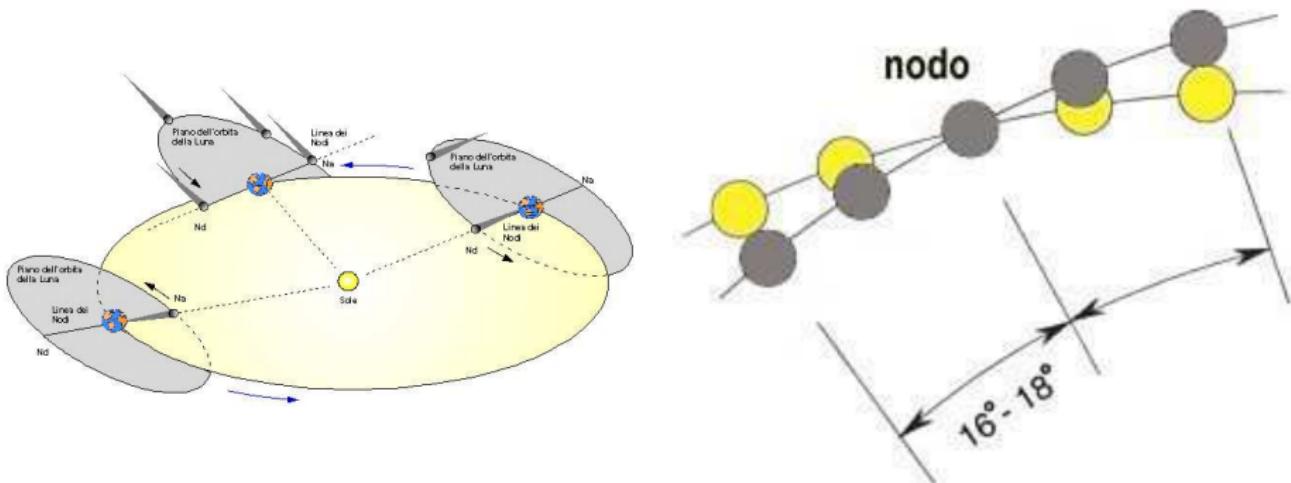
Come interpretiamo oggi le eclissi di Sole

Avendosi un novilunio praticamente una volta al mese, com'è che le eclissi di Sole sono così rare?

- Innanzitutto, come detto prima, l'ombra proiettata dalla Luna interessa solo una porzione limitata della superficie terrestre;
- in secondo luogo, l'orbita lunare è inclinata rispetto a quella terrestre di circa 5 gradi; per questo motivo, se la linea dei nodi (intersezione dei due piani orbitali) non è in direzione del Sole, l'ombra della Luna mancherà la superficie terrestre.



Come interpretiamo oggi le eclissi di Sole



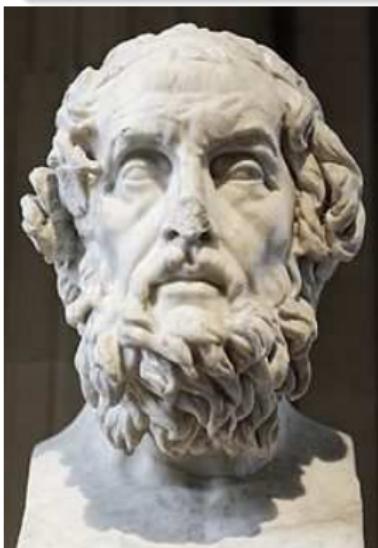
Quante eclissi ci sono in un anno?

- In un anno ci sono almeno due eclissi di Sole: in corrispondenza di ogni nodo ne deve avvenire almeno una;
- se ne avvengono due in uno stesso nodo, sono entrambe parziali;
- in un anno avvengono fino a 4 (o 5 in condizioni particolari) eclissi di Sole;
- complessivamente, in un anno il numero di eclissi varia tra due (entrambe di Sole) e sette (due di Luna e cinque di Sole, oppure tre di Luna e quattro di Sole).

La profezia di Teoclimeno

Le sensazioni di inquietudine provocate da un'eclissi si fecero sentire anche nella letteratura antica.

Narra l'Odissea, nel ventesimo libro, di come Ulisse tornato alla sua Itaca, si fosse introdotto a palazzo travestito da mendicante, per vendicarsi dei proci che ne insidiavano il regno e la sposa. La fine cruenta a cui i proci stavano andando incontro venne quindi vaticinata da Teoclimeno, per bocca del quale Omero sembra descrivere un'eclissi, parlando del Sole che scompariva dal cielo e del diffondersi di una nebbia.



*...Ah miseri, che veggio? E qual v'incontra
Caso funesto? Al corpo intorno, intorno
D'altra notte vi gira al capo un nembo.
Urlo fiero scoppiò; bagnansi i volti
D'involontarie lagrime; di sangue
Tingonsi le pareti ed i bei palchi;
L'atrio s'empie e il cortil d'ombre, che in fretta
Giù discendon nell'Erebo; disparve
Dal cielo il sole, e degli aerei campi
Una densa caligine indonnossi". ...*

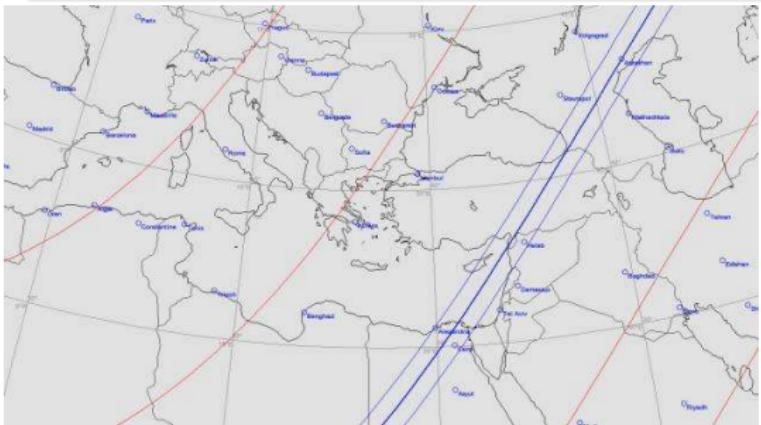
Odissea, Libro XX, traduzione di Ippolito Pindemonte

La profezia di Teoclimeno

Questo è quanto sostinnero Plutarco ed Eraclito, e dopo duemila anni anche gli astronomi Schoch e Neugebauer, i quali individuarono l'evento profetizzato nell'eclissi totale di Sole realmente avvenuta sulle regioni mediterranee il 16 Aprile 1178 A.C.

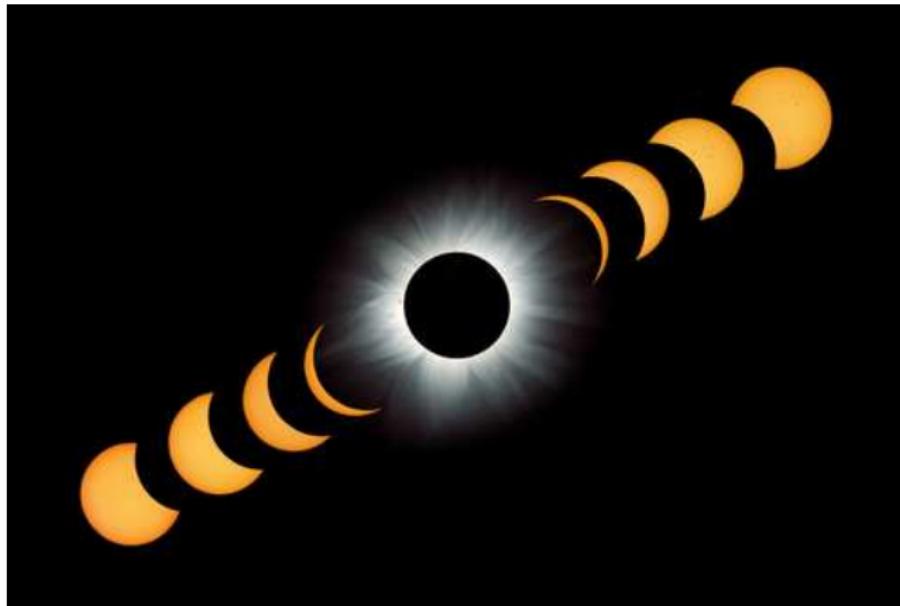
Se vogliamo cedere alla tentazione di aver ottenuto una prova della realtà storica degli eventi narrati da Omero, consideriamo che:

- eventi astronomici realmente accaduti sono stati spesso utilizzati in letteratura come espediente narrativo (ad esempio, da Manzoni);
- nel corso dell'eclissi del 16 Aprile 1178 A.C., le isole ioniche sono state interessate solo dalla fascia di parzialità; da Itaca l'eclissi risultava visibile al 75 percento.



Curiosità e fraintendimenti sulle eclissi di Sole

Lungi dall'essere un fenomeno relegato nell'inventario dell'astronomia del passato, le eclissi di Sole da un lato sono eventi che tuttora attraggono l'interesse della comunità scientifica, dall'altro si prestano ancora a interpretazioni irrazionali e a fraintendimenti.



Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.
- The moon turns completely black during a total solar eclipse.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- ➊ Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- ➋ If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- ➌ Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- ➍ Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- ➎ There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.
- ➏ The moon turns completely black during a total solar eclipse.
- ➐ The corona of the sun has always been observed during a total solar eclipse

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.
- The moon turns completely black during a total solar eclipse.
- The corona of the sun has always been observed during a total solar eclipse
- Solar Eclipses foretell major life changes and events about to happen

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.
- The moon turns completely black during a total solar eclipse.
- The corona of the sun has always been observed during a total solar eclipse
- Solar Eclipses foretell major life changes and events about to happen
- Solar eclipses are a sign of an exceptional celestial event taking place in time and space.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nella percezione comune delle eclissi di Sole? Nel sito NASA dedicato alle eclissi, si è sentita la necessità di elencare, e confutare, in 10 punti le più diffuse *misconceptions* riguardo alle eclissi (si veda <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>):



- Total solar eclipses produce harmful rays that can cause blindness.
- If you are pregnant you should not watch an eclipse because it can harm your baby.
- Eclipses will poison any food that is prepared during the event.
- Eclipses are harbingers of something very bad about to happen.
- There are no total solar eclipses at Earth's North or South Poles.
- The moon turns completely black during a total solar eclipse.
- The corona of the sun has always been observed during a total solar eclipse
- Solar Eclipses foretell major life changes and events about to happen
- Solar eclipses are a sign of an exceptional celestial event taking place in time and space.
- Solar eclipses six months after your birthday, or on your birthday, are a sign of impending bad health.

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

- Riguardo i primi tre punti, semplicemente si può osservare che dalla corona non provengono radiazioni dannose, in quanto si tratta del risultato della diffusione della radiazione del disco solare da parte di elettroni liberi, fatto salvo poche cosiddette righe coronali (ad esempio la riga rossa e la riga verde verde a $\lambda 6374$ e 5303 A, dovute agli ioni Fe X e Fe XIV, rispettivamente).

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

- Riguardo i primi tre punti, semplicemente si può osservare che dalla corona non provengono radiazioni dannose, in quanto si tratta del risultato della diffusione della radiazione del disco solare da parte di elettroni liberi, fatto salvo poche cosiddette righe coronali (ad esempio la riga rossa e la riga verde verde a λ 6374 e 5303 A, dovute agli ioni Fe X e Fe XIV, rispettivamente).
- L'ultima eclissi al Polo Nord è avvenuta il 20 Marzo, 2015, passando proprio sopra il polo.

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

- Riguardo i primi tre punti, semplicemente si può osservare che dalla corona non provengono radiazioni dannose, in quanto si tratta del risultato della diffusione della radiazione del disco solare da parte di elettroni liberi, fatto salvo poche cosiddette righe coronali (ad esempio la riga rossa e la riga verde verde a λ 6374 e 5303 A, dovute agli ioni Fe X e Fe XIV, rispettivamente).
- L'ultima eclissi al Polo Nord è avvenuta il 20 Marzo, 2015, passando proprio sopra il polo.
- Inoltre, la luce cinerea della Luna, risulta ben visibile in molte immagini (composite con tempi di esposizione differenti!).

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

- In passato non si faceva menzione alla corona durante un'eclissi, e bisognerà aspettare le osservazioni di Hally del 1715 (forse ne troviamo traccia nella simbologia del Sole alato).

Eclissi di Sole e irrazionalità



Risposte?

- In passato non si faceva menzione alla corona durante un'eclissi, e bisognerà aspettare le osservazioni di Hally del 1715 (forse ne troviamo traccia nella simbologia del Sole alato).
- Gli ultimi punti riguardano semplicemente la superstizione e il cosiddetto *confirmation bias*, secondo il quale si considerano solo i casi favorevoli ad una determinata tesi, tralasciando più o meno volutamente quelli sfavorevoli.

Eclissi di Sole e irrazionalità

Cosa c'è di irrazionale nelle eclissi di Sole?

Oggi giorno è irrazionale non ripercorrere il cammino fatto per comprenderne la natura.
Come spiegare altrimenti dubbi del tipo:

- le eclissi di Sole dimostrano come la Terra non sia sferica?

Ma non basta, perché è irrazionale anche sfruttare tale evento astronomico per fare del sensazionalismo fine a se stesso. Infatti, perché indulgere su improbabili catastrofi? Da esempio:

- possono le eclissi provocare maree di proporzioni gigantesche?
- sono possibili black-out elettrici su scala nazionale?



Eclissi di Sole e irrazionalità

In quanto segue vorrei discutere un po' nel dettaglio i primi due dubbi (il terzo rimane una curiosità irrisolta per mancanza di tempo ...)



Eclissi di Sole e irrazionalità

Quali sono i dubbi e le argomentazioni di chi sostiene che la Terra sia piatta? Andando a visitare un sito a caso ho trovato contestati i seguenti tre punti:

Eclissi di Sole e irrazionalità

Quali sono i dubbi e le argomentazioni di chi sostiene che la Terra sia piatta? Andando a visitare un sito a caso ho trovato contestati i seguenti tre punti:

- 1 L'ombra della Luna è troppo piccola?

Eclissi di Sole e irrazionalità

Quali sono i dubbi e le argomentazioni di chi sostiene che la Terra sia piatta? Andando a visitare un sito a caso ho trovato contestati i seguenti tre punti:

- 1 L'ombra della Luna è troppo piccola?
- 2 Come mai l'ombra proiettata dalla Luna nel corso dell'eclissi si sposta da Ovest verso Est, ma ci viene detto che la Luna sorge a Est e tramonta a Ovest?

Eclissi di Sole e irrazionalità

Quali sono i dubbi e le argomentazioni di chi sostiene che la Terra sia piatta? Andando a visitare un sito a caso ho trovato contestati i seguenti tre punti:

- 1 L'ombra della Luna è troppo piccola?
- 2 Come mai l'ombra proiettata dalla Luna nel corso dell'eclissi si sposta da Ovest verso Est, ma ci viene detto che la Luna sorge a Est e tramonta a Ovest?
- 3 Cosa sono quei percorsi sinusoidali che l'ombra compie sulla superficie terrestre?

Eclissi di Sole e irrazionalità

Quali sono i dubbi e le argomentazioni di chi sostiene che la Terra sia piatta? Andando a visitare un sito a caso ho trovato contestati i seguenti tre punti:

- 1 L'ombra della Luna è troppo piccola?
- 2 Come mai l'ombra proiettata dalla Luna nel corso dell'eclissi si sposta da Ovest verso Est, ma ci viene detto che la Luna sorge a Est e tramonta a Ovest?
- 3 Cosa sono quei percorsi sinusoidali che l'ombra compie sulla superficie terrestre?

Che da questi dubbi discenda che la Terra debba essere piatta probabilmente nasce dal discredito che, per ignoranza, acquistano le spiegazioni 'ufficiali': dal sostenere la tesi aberrante che le eclissi siano fenomeni locali al concludere che la Terra debba essere piatta, manca di qualsiasi passaggio logico e scientifico.



Eclissi di Sole e irrazionalità

Non è possibile seguire nel dettaglio le argomentazioni di chi vuole sostenere che la terra sia piatta.

Basti solo pensare che ci si imbatte in affermazioni del tipo

Eclissi di Sole e irrazionalità

Non è possibile seguire nel dettaglio le argomentazioni di chi vuole sostenere che la terra sia piatta.

Basti solo pensare che ci si imbatte in affermazioni del tipo

- *The major differences with mainstream astronomy are that, during the eclipse, the sun and the moon are very near one to the other, they are quite small (they have the same dimension) and are quite near to the Earth.*

Eclissi di Sole e irrazionalità

Non è possibile seguire nel dettaglio le argomentazioni di chi vuole sostenere che la terra sia piatta.

Basti solo pensare che ci si imbatte in affermazioni del tipo

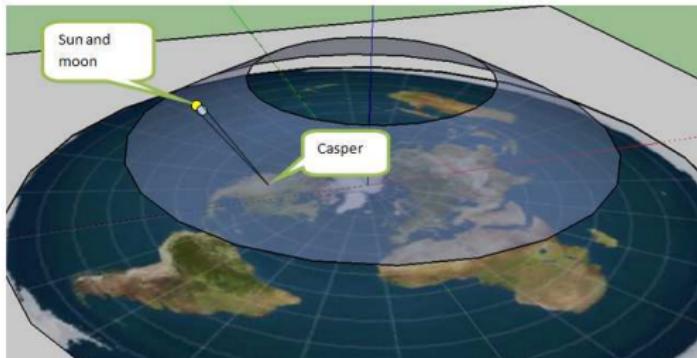
- *The major differences with mainstream astronomy are that, during the eclipse, the sun and the moon are very near one to the other, they are quite small (they have the same dimension) and are quite near to the Earth.*
- *Very likely the sun and the moon don't have a mass. You can also read my post articles about gravity.*

Eclissi di Sole e irrazionalità

Non è possibile seguire nel dettaglio le argomentazioni di chi vuole sostenere che la terra sia piatta.

Basti solo pensare che ci si imbatte in affermazioni del tipo

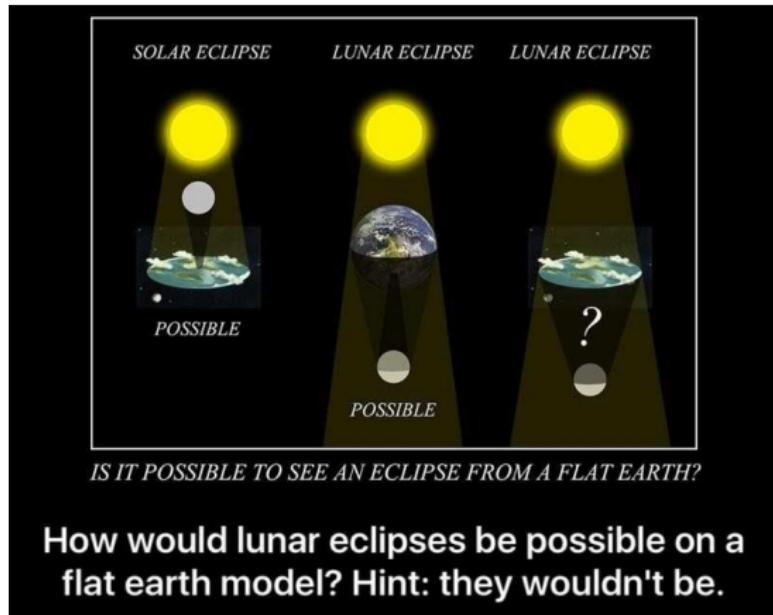
- *The major differences with mainstream astronomy are that, during the eclipse, the sun and the moon are very near one to the other, they are quite small (they have the same dimension) and are quite near to the Earth.*
- *Very likely the sun and the moon don't have a mass. You can also read my post articles about gravity.*
- *Since gravity doesn't exist in the terms Newton postulates, you can easily conclude that sun and moon, which are pretty near to the Earth, don't have masses and are optical phenomena.*



Eclissi di Sole e irrazionalità

Cé' però anche chi cerca di dimostrare, a modo suo, che sostenere che la Terra sia piatta sia errato, in quanto le eclissi di Luna in questo caso non sarebbero possibili.

... E forse qualche dubbio sull'ottica delle eclissi comunque permane ...:



Eclissi di Sole e irrazionalità

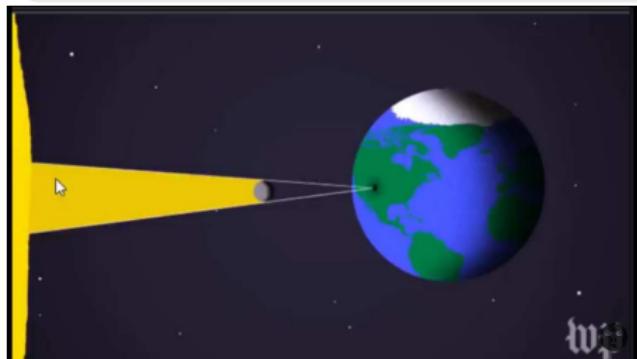
In questa confusione di affermazioni errate e incoerenti, per quanto possibile, cerchiamo di mettere un po' d'ordine.

Il primo dubbio che di solito sorge, riguarda la comprensione del fenomeno ottico delle ombre. Le immagini seguenti fanno capire quali possono essere le difficoltà:

Eclissi di Sole e irrazionalità

In questa confusione di affermazioni errate e incoerenti, per quanto possibile, cerchiamo di mettere un po' d'ordine.

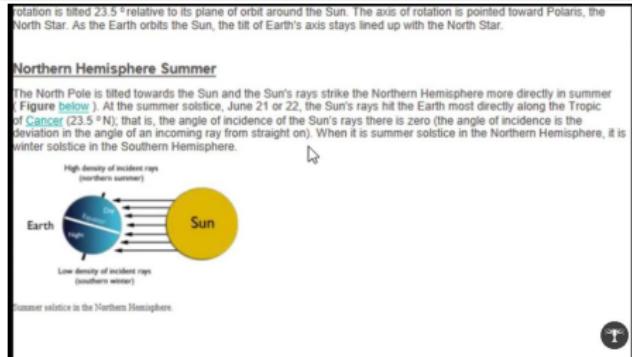
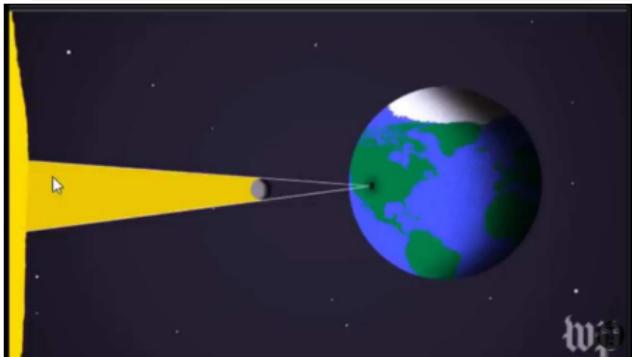
Il primo dubbio che di solito sorge, riguarda la comprensione del fenomeno ottico delle ombre. Le immagini seguenti fanno capire quali possono essere le difficoltà:



Eclissi di Sole e irrazionalità

In questa confusione di affermazioni errate e incoerenti, per quanto possibile, cerchiamo di mettere un po' d'ordine.

Il primo dubbio che di solito sorge, riguarda la comprensione del fenomeno ottico delle ombre. Le immagini seguenti fanno capire quali possono essere le difficoltà:



Eclissi di Sole e irrazionalità

Partiamo da come si formano le ombre. Vanno considerati innanzitutto i due punti seguenti:

Eclissi di Sole e irrazionalità

Partiamo da come si formano le ombre. Vanno considerati innanzitutto i due punti seguenti:

- ciascun punto della superficie di un corpo nero o comunque assimilabile a un emettitore lambertiano (come moltissimi corpi che possiamo incontrare), è sorgente di raggi in tutte le direzioni e non solo perpendicolarmente alla superficie stessa;

Eclissi di Sole e irrazionalità

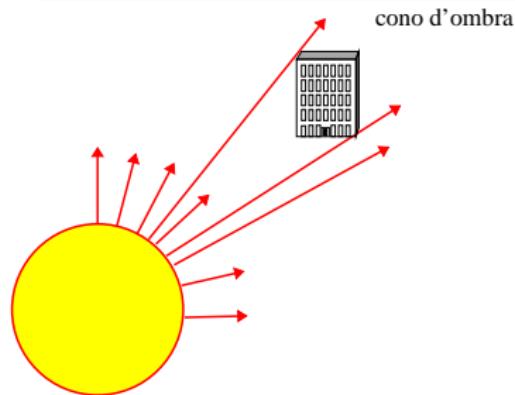
Partiamo da come si formano le ombre. Vanno considerati innanzitutto i due punti seguenti:

- ciascun punto della superficie di un corpo nero o comunque assimilabile a un emettitore lambertiano (come moltissimi corpi che possiamo incontrare), è sorgente di raggi in tutte le direzioni e non solo perpendicolarmente alla superficie stessa;
- il Sole è una sorgente estesa, anche se a grande distanza, e di dimensioni maggiori del corpo occultatore (nel nostro caso la Luna).

Eclissi di Sole e irrazionalità

Partiamo da come si formano le ombre. Vanno considerati innanzitutto i due punti seguenti:

- ciascun punto della superficie di un corpo nero o comunque assimilabile a un emettitore lambertiano (come moltissimi corpi che possiamo incontrare), è sorgente di raggi in tutte le direzioni e non solo perpendicolarmente alla superficie stessa;
- il Sole è una sorgente estesa, anche se a grande distanza, e di dimensioni maggiori del corpo occultatore (nel nostro caso la Luna).

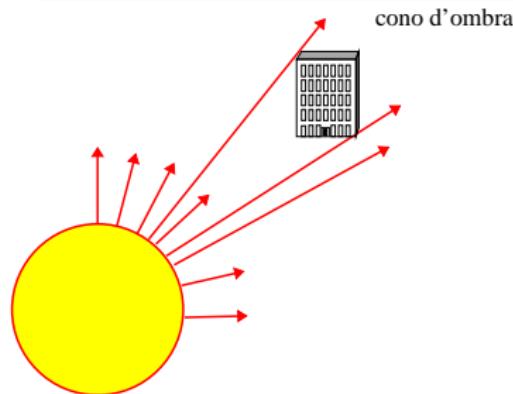


i raggi luminosi hanno direzione
perpendicolare alla superficie

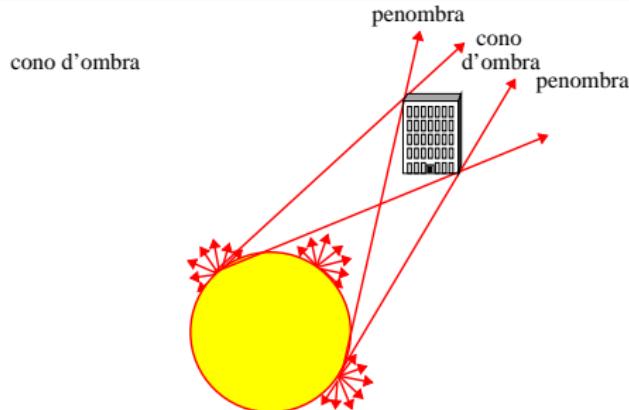
Eclissi di Sole e irrazionalità

Partiamo da come si formano le ombre. Vanno considerati innanzitutto i due punti seguenti:

- ciascun punto della superficie di un corpo nero o comunque assimilabile a un emettitore lambertiano (come moltissimi corpi che possiamo incontrare), è sorgente di raggi in tutte le direzioni e non solo perpendicolarmente alla superficie stessa;
- il Sole è una sorgente estesa, anche se a grande distanza, e di dimensioni maggiori del corpo occultatore (nel nostro caso la Luna).



i raggi luminosi hanno direzione perpendicolare alla superficie

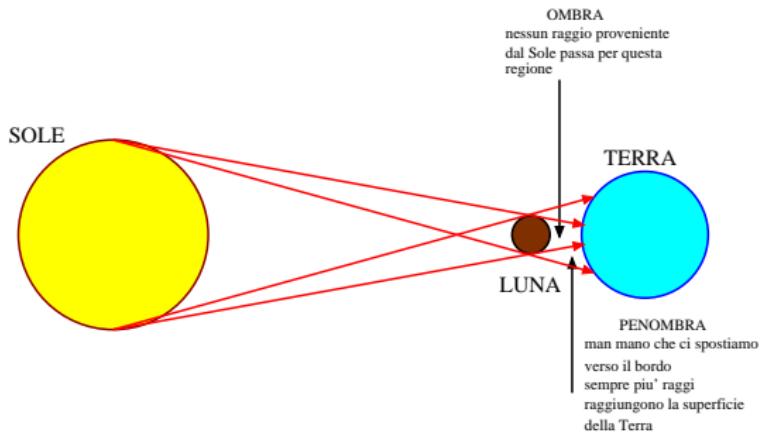


ogni punto e' sorgente di raggi
in tutte le direzioni

Eclissi di Sole e irrazionalità

Possiamo allora capire:

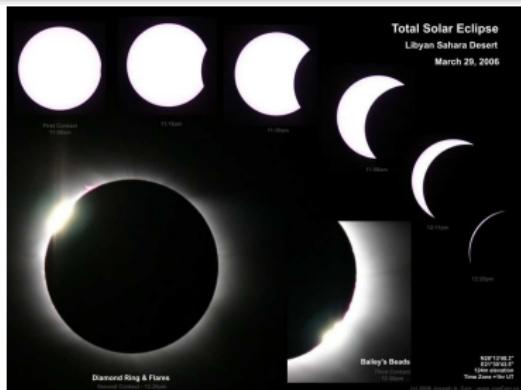
- come mai si formi un cono d'ombra,
- perché ci sia una zona di penombra,
- perché l'ombra della Luna proiettata a Terra sia più piccola delle dimensioni della Luna stessa



Eclissi: come si muove l'ombra?

Come è noto l'ombra della Luna sulla superficie terrestre, nel corso di un'eclissi di Sole, segue un percorso da Ovest verso Est.

Partendo dal fatto che, a causa della rotazione terrestre attorno al proprio asse in senso diretto (guardando dal polo nord in senso antiorario), la Luna sorge a est e tramonta a ovest, c'è chi sostiene che il percorso dell'ombra lunare durante un'eclissi smentisca il sistema eliocentrico e la sfericità della Terra.



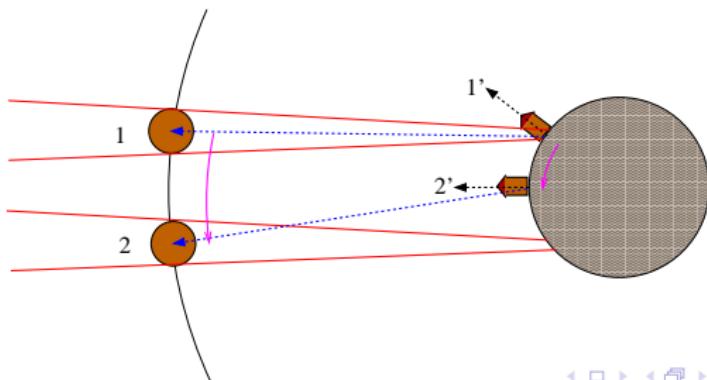
Semplici considerazioni di carattere cinematico chiariscono questo apparente controsenso.

Eclissi: come si muove l'ombra?

Spiegazione:

- assumendo un moto circolare per una distanza media della Luna è di 385.000 km, la Luna orbita attorno alla Terra con una velocità di 1,029 km/s;
- per la Terra: raggio equatoriale 6378 km, per cui una velocità lineare alla superficie 0.464 km/s;
- entrambi i moti di rotazione, terrestre e orbitale lunare sono diretti, per cui l'ombra della Luna supera un punto sulla Terra in direzione diretta (per cui da ovest verso est) alla velocità netta di $1.029 - 0.464 = 0.565$ km/s;

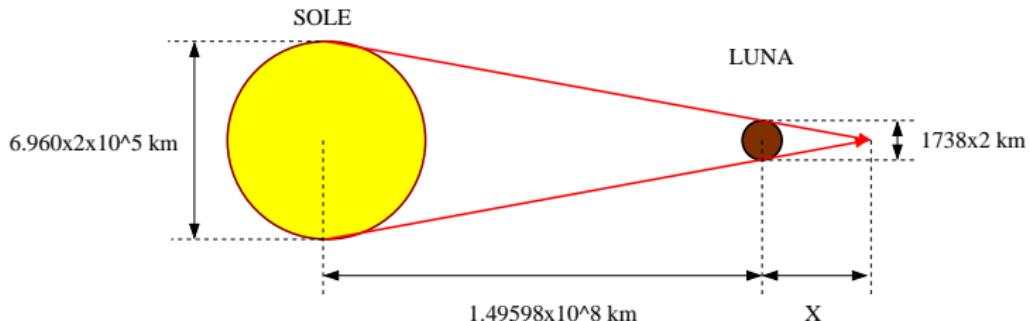
Tenuto conto che la Terra è sferica, la velocità del cono d'ombra può essere maggiore anche del 40% ai bordi della totalità.



Eclissi: quanto grande è il cono d'ombra?

Ma quanto è lungo il cono d'ombra e qual'è la sua sezione a Terra?

Sappiamo come si formano le ombre e ... applichiamo la similitudine tra triangoli:



Lunghezza del cono d'ombra:

$$X = 1.49598 \times 10^8 \times 1738 / 6.960 \times 10^5 = 373565 \text{ km}$$

$$X = \frac{1.49598 \times 10^8}{6.960 \times 10^5} \times 1738 = 373565 \text{ km}$$

Eclissi: quanto grande è il cono d'ombra?

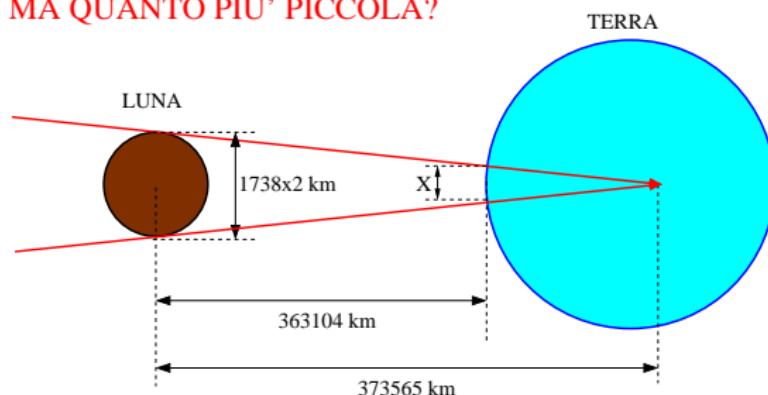
Ma quanto grande è la sezione del cono d'ombra a terra?

Per una distanza media al perigeo di 363104 km, e da quanto calcolato prima, otteniamo:

La sorgente è estesa e più grande dell'oggetto che la occulta

Quindi la sezione dell'ombra proiettata dalla Luna è più piccola della Luna stessa

MA QUANTO PIU' PICCOLA?



$$X = 1738 \times 2 \times (373565 - 363104) / 373565 = 97 \text{ km}$$

$$X = 1738 \times 2 \times \frac{(373565 - 363104)}{373565} = 97 \text{ km}$$

Per dimensioni del cono d'ombra di circa 100 km, il tempo impegno dall'ombra a percorrere tale distanza e' di $100/0.565/60=2.9$ minuti.

Eclissi e maree

la Repubblica:

Mont Saint-Michel, marea ed eclissi: in migliaia per il fenomeno del secolo.

meteoweb:

L'eclissi solare scatena la 'marea del secolo': ansia a Moint Saint Michel, acqua alta anche in Italia.

Da la Repubblica:

... Il fenomeno delle alte maree, spiegano gli oceanografi, si ripete circa ogni 18 anni; stavolta, tuttavia, l'eclissi solare (nota: 20 marzo 2015), verificatasi nei giorni scorsi, e il particolare allineamento fra Sole, Luna e Terra dovrebbero generare un eccezionale 'muro d'acqua' come non si vedeva dal 1997.



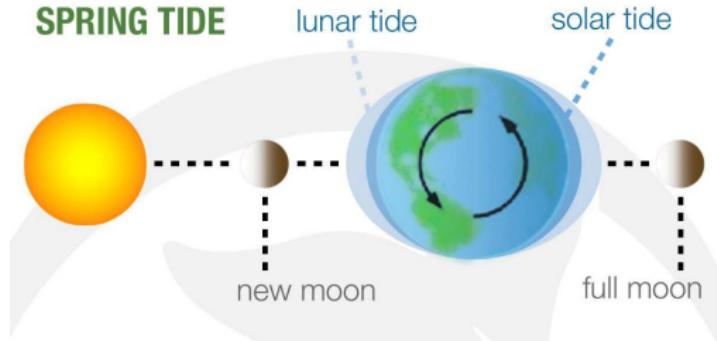
Quanto vorrebbero sostenere gli articoli di giornale relativi al legame tra eclissi di Sole e maree, è che l'allineamento 'perfetto' tra Sole, Luna e Terra sarebbe in grado di provocare eventi di proporzioni eccezionali.

Va subito considerato che le cosiddette *maree di sizigie* si verificano ogni lunazione quando la Luna è in congiunzione con il Sole, quindi in fase di luna nuova), oppure in opposizione, ossia in fase di luna piena. In questi casi si verificano le più alte osservate.

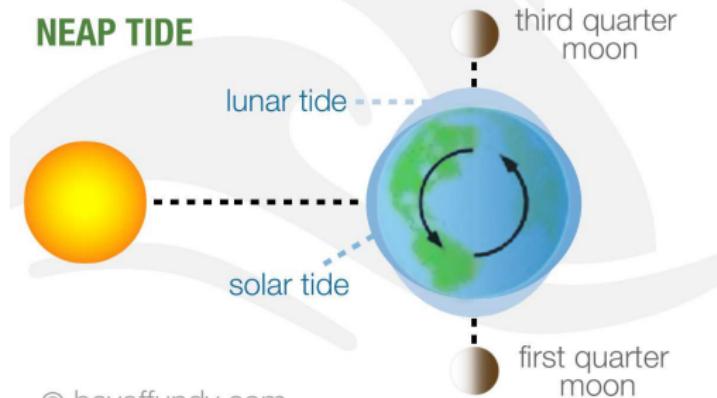
Nel caso delle eclissi di Sole, una condizione è che la fase lunare deve essere di Luna nuova, a cui però va aggiunta la condizione di passaggio al nodo dell'orbita lunare. La condizione di passaggio al nodo non influenza in maniera sensibile la risultante delle due componenti di marea, lunare e solare.

Eclissi e maree

SPRING TIDE



NEAP TIDE

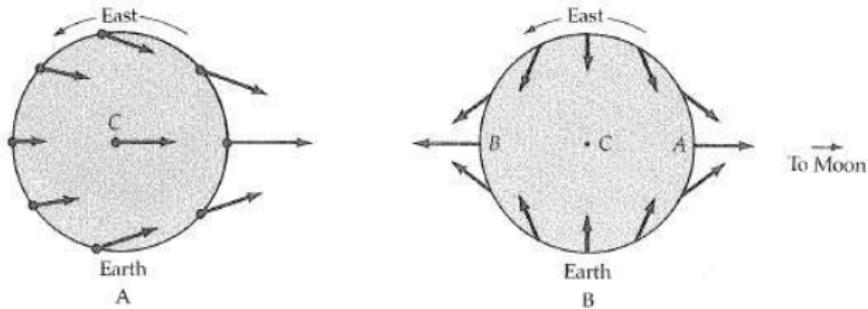


© bayoffundy.com

La prima teoria delle maree fu la teoria statica, la quale considera solamente gli effetti gravitazionali.

Va subito detto che la rotazione terrestre non ha effetti sulle onde di marea. L'effetto di marea è dovuto soltanto al gradiente della forza di gravità.

Punti diversi sulla superficie sentono una forza di attrazione lunare diversa. A questa forza va sottratto il campo uniforme della forza gravitazionale lunare al centro della Terra, facendo comparire forze che tendono a stirare la superficie delle acque lungo la congiungente Terra-Luna.



La forza di marea, sulla congiungente Terra-astro (Luna o Sole) va con il cubo della distanza dall'astro, secondo la relazione:

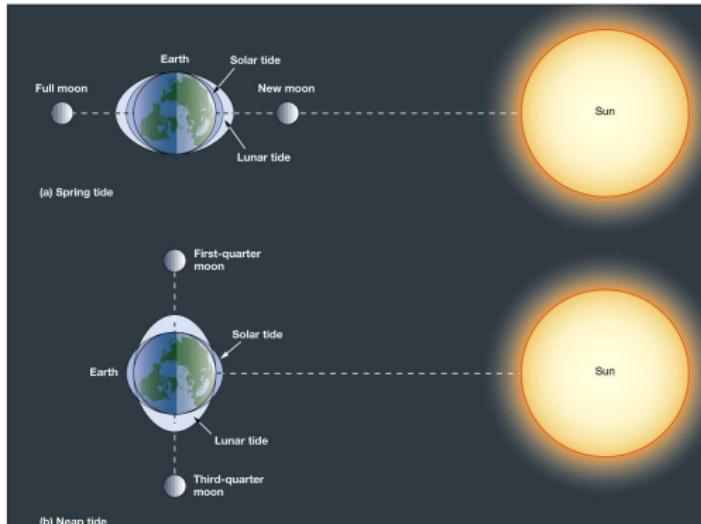
$$F_{marea} = 2Gm_A \frac{R_T}{d_A^3}$$

Maree

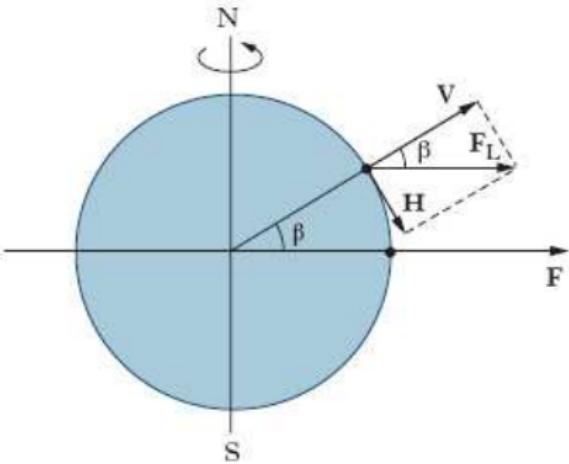
Valutiamo la forza di marea di un astro A (Luna oppure Sole) in rapporto all'attrazione terrestre:

$$\frac{F_{\text{mare}}}{F_{\text{grav.T}}} = 2 \frac{M_A}{M_T} \left(\frac{d_A}{R_T} \right)^3$$

Nel caso della Luna il rapporto è 1.1×10^{-7} , nel caso del Sole invece è 0.5×10^{-7} . Ne segue che il contributo lunare è 2.2 volte quello del Sole.



In figura viene fatto vedere solo il caso in cui il corpo che provoca la marea sia sul piano equatoriale e per un punto vicino all'equatore ... ma non cambia la sostanza, e a F_L di figura andrebbe sostituita la notazione F_{marea} .



La forza di marea in un punto generico la cui radiale forma un angolo β con la congiungente Terra-astro, sarà

$$F_{marea} = F \cdot \cos \beta$$

Il vettore F_{marea} può essere scomposto in una componente verticale, V , e in una componente orizzontale, H , chiamata anche forza attrattiva.

La componente V non ha praticamente effetto sulle acque, mentre la marea è determinata dalla componente orizzontale:

$$H = F \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

Valutiamo quanto l'allineamento tra Luna e Sole possa modificare l'intensità della forza di marea.

Consideriamo che la composizione della componente solare con quella lunare può variare al massimo del fattore $\cos \delta$, dove δ è il disallineamento. Tenuto conto che possiamo avere tra la condizione di eclissi e una generica di Luna nuova un disallineamento al massimo di 5° , e sapendo che il contributo del Sole è 0.45 volte quello della Luna, abbiamo:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{1 + \cos(5^\circ) \times 0.45}{1 + 0.45} = 0.99882$$

ovvero una variazione di poco più di un millesimo sulla forza mareale.

Per concludere, potremmo affermare che la comprensione che oggi abbiamo della natura delle eclissi, ci permette non solo di ammirare un meraviglioso evento naturale senza cedere alle suggestioni irrazionali, ma cosa forse ancora più importante, ci permette di usare questi fenomeni come esperimento scientifico, basti pensare all'esperimento di Eddington e alla conferma della Relatività Generale. A volte ripercorrere velocemente il modo in cui comprendiamo i fenomeni astronomici, ci fa maggiormente apprezzarne l'aspetto razionale.

Per concludere, potremmo affermare che la comprensione che oggi abbiamo della natura delle eclissi, ci permette non solo di ammirare un meraviglioso evento naturale senza cedere alle suggestioni irrazionali, ma cosa forse ancora più importante, ci permette di usare questi fenomeni come esperimento scientifico, basti pensare all'esperimento di Eddington e alla conferma della Relatività Generale. A volte ripercorrere velocemente il modo in cui comprendiamo i fenomeni astronomici, ci fa maggiormente apprezzarne l'aspetto razionale.

Fine della presentazione

GRAZIE