

A proposito di Luna, oltre che di false evidenze, chiedo al lettore come immagina che debba presentarsi la traiettoria della Luna in un riferimento nel quale la Terra descrive un'orbita circolare (o quasi). Cosa fa, di preciso, la Luna? Tenga presente, il lettore, che il piano che contiene l'orbita della Luna è inclinato di molto poco (5°) sul piano che contiene l'orbita della Terra, cosicché ai fini della nostra discussione possiamo senz'altro semplificarci la vita e dire che i due piani coincidono.

Se il lettore sta pensando a una traiettoria tipo 'cicloide allungata' (fig.12), ha tutta la mia comprensione ma sappia che è fuori strada: quella traiettoria è impossibile^[2].

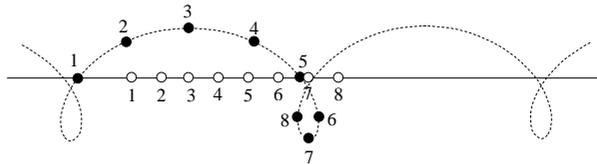


Fig.12 – Come si corrisponderebbero nel tempo le posizioni della Luna (pallini neri) e del centro di massa del sistema Terra-Luna se la traiettoria della Luna fosse una cicloide allungata.

² 'Cicloide' è la linea percorsa da un punto P , solidale con una circonferenza che rotola senza strisciare lungo una retta, quando P si trova sulla circonferenza stessa. Se la distanza di P dal centro O della circonferenza è minore del raggio R , la linea è una cicloide accorciata; se è maggiore di R (come nel disegno), la linea è una cicloide allungata.

E lo è per due ragioni. La prima è che la velocità con cui la Terra si sposta sulla sua orbita (circa 30 km/s) è più grande della velocità della Luna rispetto alla Terra (1 km/s): non può quindi mai accadere che la velocità della Luna lungo la sua traiettoria sia diretta in senso opposto alla velocità della Terra (vale a dire, non può accadere che la Luna si muova a un certo punto ‘all’indietro’, come accadrebbe, nel caso della fig.12, nella parte inferiore degli ‘occhielli’, per esempio tra le posizioni 6 e 8). Per cui semmai la traiettoria della Luna dovrebbe avere la forma della fig. 13, dove si nota l’assenza di moto retrogrado.

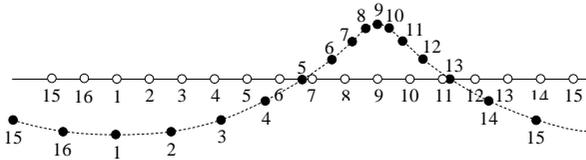


Fig.13 - *Come potrebbero corrispondersi le posizioni della Luna e del centro di massa del sistema Terra-Luna se il sistema fosse isolato.*

Si osservi che, per opportuni valori delle velocità della Luna rispetto alla Terra (e cioè della distanza Terra-Luna^[3]), le due traiettorie sarebbero entrambe plausibili se la Luna interagisse solo con la Terra. Ma la Luna interagisce anche col Sole, anzi a conti fatti la forza che il Sole esercita sulla Luna è *più che doppia* rispetto alla forza esercitata sulla Luna dalla Terra^[4].

Ed è precisamente questa la ragione per cui le due traiettorie ipotizzate sono entrambe inammissibili: quando Terra, Luna e Sole solo allineati, la forza complessiva sulla Luna è *sempre diretta verso il Sole*, perciò la concavità della traiettoria non può essere diretta

³ La velocità di un satellite della Terra su orbita circolare è inversamente proporzionale alla radice quadrata della distanza r dal centro della Terra: la sua accelerazione è infatti $g = GM_T/r^2 = v^2/r$ (G è la costante di gravità, M_T la massa della Terra), da cui $v = \sqrt{GM_T/r}$.

⁴ In base alla legge gravitazionale di Newton, il rapporto tra la forza F_S del Sole sulla Luna (distante d_S dal Sole), e la forza F_T della Terra sulla Luna (distante d_T dalla Terra), è

$$\frac{F_S}{F_T} = \frac{M_S}{M_T} \frac{d_T^2}{d_S^2} = \frac{1,99 \times 10^{30} \text{ kg}}{5,98 \times 10^{24} \text{ kg}} \left(\frac{3,84 \times 10^5 \text{ km}}{1,50 \times 10^8 \text{ km}} \right)^2 = 2,18.$$

alternativamente da una parte e dalla parte opposta, come nelle fig.12 e 13, ma sempre e soltanto dalla parte del Sole. Quando la Luna viene a trovarsi sulla direttrice Terra-Sole, la forza complessiva su di essa ha il massimo oppure il minimo valore: il massimo valore quando la Terra e il Sole sono dalla stessa parte della Luna (fig. 14), il minimo quando sono da parti opposte (fig.15). Nel primo caso le due forze attrattive si sommano, e, detta F_T la forza proveniente dalla Terra, la forza complessiva è

$$F' = 2,18 F_T + F_T = 3,18 F_T.$$

Nel secondo caso le due forze si sottraggono e la forza complessiva è $F'' = 2,18 F_T - F_T = 1,18 F_T$.

A questo punto la domanda è: ma come diavolo è fatta, allora, la traiettoria della Luna? Risposta: è una ‘specie’ di circonferenza con centro nel Sole e con raggio di curvatura alternativamente un po’ più grande e un po’ più piccolo rispetto alla traiettoria, praticamente circolare, percorsa dalla Terra: più grande quando la Luna sta tra la Terra e il Sole (caso della fig.15); più piccolo – curvatura quindi più stretta – quando, rispetto alla Luna, la Terra e il Sole stanno dalla stessa parte (fig. 14).

Rappresentare il tutto in questa pagina nelle giuste proporzioni è impossibile dato che la distanza della Luna dalla Terra è quasi 400 volte più piccola del raggio dell’orbita terrestre: in una ipotetica rappresentazione in scala nella pagina, gli scostamenti della traiettoria della Luna da quella della Terra non sarebbero assolutamente visibili. Si accontenti il lettore di una rappresentazione molto approssimativa (fig.16).

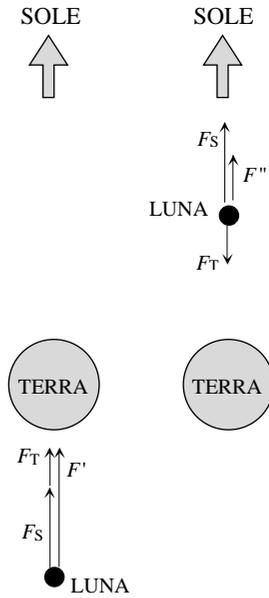


Fig. 14

Fig. 15

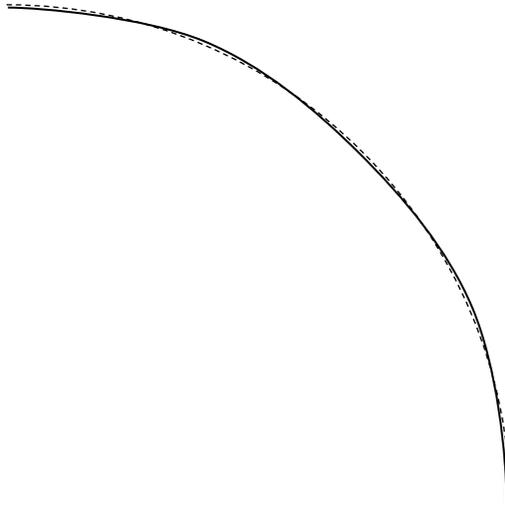


Fig.16 – *La linea a tratteggio rappresenta la traiettoria del centro della Terra, la linea continua rappresenta la traiettoria della Luna.*