



Isaac Asimov

L'INCOSTANTE LUNA

Quando avevo vent'anni, m'innamorai per la prima volta. Era l'amore più banale, più insignificante e più innocente che si potesse immaginare, ma avevo solo vent'anni ed ero immaturo per la mia età. Un bel giorno accompagnai l'amata al luna park, dove c'erano i giochi più spericolati, e mi fermai davanti alle montagne russe.

Non ero mai stato sulle montagne russe, ma sapevo esattamente cos'erano... in teoria. Avevo sentito più volte le urla laceranti delle ragazze mentre il veicolo si precipitava giù, e avevo osservato come tutte si aggrappassero ai loro accompagnatori.

Pensavo che se io e la mia amica fossimo andati sulle montagne russe, lei si sarebbe messa a urlare e si sarebbe aggrappata forte a me, ed ero sicuro (pur non avendo alcuna esperienza in merito) che la sensazione di vicinanza che ne sarebbe seguita sarebbe stata molto piacevole. Perciò proposi all'amata di andare sulle montagne russe, e lei acconsentì senza scomporsi.

Mentre ci avvicinavamo piano alla vetta della prima montagna, ricordo che mi misi a pensare alla possibilità di baciare la ragazza nel momento in cui lei si fosse stretta a me in preda al terrore. Cercai perfino di mettere in pratica il mio esecrabile piano appena raggiungemmo la cima e iniziammo la discesa.

Ma fui bloccato da una terribile scoperta: m'accorsi infatti di essere affetto da una grave forma (fino ad allora insospettata) di acrofobia, ovvero la paura patologica di stare in alto e di cadere dall'alto.

Fui io a stringermi forte alla ragazza (che si dimostrò indifferente a entrambe le sensazioni: quella di cadere dall'alto, e quella di essere toccata da me), e non ebbi nemmeno modo di gustare quello stretto contatto. Infatti in quel momento avrei voluto con tutto me stesso soltanto una cosa: che la ragazza fosse la solida Terra.

Sopravvissi al viaggio, ma dimostrai di non possedere affatto il maschio sangue freddo di cui avrei voluto fare sfoggio e, manco a dirlo, non conquistai la ragazza (probabilmente, non l'avrei conquistata comunque).

Naturalmente non dovete pensare che le cose stiano peggio di come stanno. Sono solo contrario all'idea di cadere io, idea che considero molto brutta. Ma non è che mi randa insonne l'idea che altre cose cadano. Non mi sono mai preoccupato, per esempio, del fatto che la Luna possa cadere. (Non che sia così assurdo preoccuparsi di una cosa del genere. Newton lo fece, e finì con elaborare la teoria della gravitazione universale.)

Si dà il caso, però, che la Luna non cada. Anzi, fa esattamente il contrario, ed è proprio questo l'argomento di cui voglio parlare questa volta.

In un precedente articolo ho parlato del modo in cui le maree indeboliscono l'energia rotazionale della Terra, inducendo così la Terra stessa a rallentare la velocità di rotazione assiale e provocando un allungamento della durata del giorno dell'ordine di un secondo ogni 62.500 anni.

La Luna ha un'energia rotazionale inferiore a quella della Terra ed è soggetta all'effetto di marea esercitato dalla Terra (che ha una massa più grande) superiore a quello che la Terra subisce dalla Luna (che ha una massa inferiore) e quindi ha allungato la propria giornata più rapidamente di quanto non abbia fatto la Terra. Il periodo di rotazione della Luna è adesso di 27,32 giorni, un periodo che è esattamente uguale al suo periodo di rivoluzione intorno alla Terra (in rapporto alle stelle).

È stato proprio l'effetto di marea della Terra sulla Luna a rallentare la rotazione di quest'ultima al punto da costringerla a presentarci sempre la stessa faccia. Così come la Terra presenta il fenomeno dei rigonfiamenti in conseguenza della trazione in direzione della Luna (dovuta all'attrazione gravitazionale), anche la Luna, sottoposta a trazione in direzione della Terra, presenta lo stesso fenomeno, con un rigonfiamento che si trova nel punto più vicino alla Terra, e l'altro rigonfiamento

nel punto diametralmente opposto. Ma da quando ci presenta sempre la stessa faccia, la Luna mostra sempre lo stesso rigonfiamento alla Terra. La Luna così non ruota passando attraverso i due rigonfiamenti (come invece fa la Terra), e l'effetto di marea è cessato. Perciò la giornata lunare non si allunga più come in passato.

La Luna è però tuttora soggetta a un *piccolo* effetto di marea esercitato dalla Terra.

L'orbita della Luna è leggermente ellittica, e questo significa che la Luna si trova più vicina alla Terra durante una metà della sua orbita che durante l'altra metà. Quando la Luna è più vicina della media alla Terra, si muove un po' più velocemente della media: quando invece è più lontana, si muove un po' più lentamente.

D'altro canto, qualunque sia la distanza in un dato momento della Luna dalla Terra, la velocità di rotazione della Luna è assolutamente costante.

Quando la Luna è nella metà più vicina della sua orbita, la sua velocità orbitale, più intensa, sopravanza quella di rotazione, e la superficie della Luna (come è vista dalla Terra) sembra spostarsi molto lentamente da est a ovest. Quando invece la Luna è nella metà più lontana della sua orbita, la velocità orbitale, più debole, è superata dalla velocità di rotazione, e la superficie della Luna (sempre come è vista dalla Terra) sembra spostarsi molto lentamente da ovest a est.

Questa lieve oscillazione della superficie della Luna, prima in una direzione (per due settimane), poi in quella opposta (nelle altre due settimane), è chiamata *librazione* dalla parola latina *libra*, bilancia. (La Luna sembra oscillare leggermente avanti e indietro intorno a un punto di equilibrio, come fa la bilancia quando su uno dei due piatti viene posto un piccolo peso.)

A causa della librazione, il rigonfiamento causato dall'effetto di marea si muove leggermente consumando energia rotazionale. Questo tende a smorzare a poco a poco la librazione e costringe la Luna a oscillare sempre meno. Come conseguenza, la Luna si trova ad avere un'orbita via via meno ellittica e più circolare. Se l'orbita della Luna fosse perfettamente circolare, il ritmo di rotazione e rivoluzione coinciderebbero, e la librazione finirebbe.

Il fatto che la luna non ruoti sul piano dell'equatore terrestre fa sì che entri in gioco una trazione eccentrica da parte del rigonfiamento equatoriale terrestre, il che provoca un ulteriore effetto di marea che può essere bilanciato dal leggero spostarsi della Luna sul piano equatoriale.

Gli effetti di marea secondari che ho appena descritto sono più deboli di quello che a poco a poco rallenta la rotazione di un pianeta o di un satellite sicché, anche se è passato abbastanza tempo da permettere alla Luna di rallentare la sua rotazione tanto da farla coincidere col periodo di rivoluzione, non ne è però passato abbastanza da permetterle di cambiare l'orbita da ellittica in circolare.

Proviamo però a prendere in considerazione i due satelliti di Marte. Essi furono catturati dall'orbita di Marte probabilmente abbastanza tardi nella storia del pianeta. Sicuramente un tempo ruotavano intorno a Marte secondo orbite abbastanza ellittiche e alquanto inclinate. Ma, essendo essi piccoli e dotati di poca energia rotazionale, l'effetto di marea di Marte li ha soggiogati. Non solo mostrano sempre la stessa faccia a Marte, ma ruotano anche in orbite esattamente circolari sul piano dell'equatore del pianeta.

Ma non potrebbe un giorno succedere anche alla Terra di rivolgersi alla Luna sempre la stessa faccia, in conseguenza del rallentamento provocato sulla sua rotazione dall'effetto di marea esercitato dalla Luna?

Sappiamo che il periodo di rotazione della Terra sta rallentando. Poiché la Luna ha un effetto di marea sulla Terra inferiore a quello che quest'ultima ha sulla Luna, e poiché la Terra ha un'energia rotazionale molto superiore a quella mai avuta dalla Luna, la Terra rallenta il ritmo di rotazione molto più gradualmente di quanto non abbia fatto in passato il suo satellite.

Tuttavia, un giorno, *un giorno*, non rallenterà il ritmo di rotazione della Terra fino al punto da eguagliare il periodo di rivoluzione della Luna intorno alla Terra stessa? Quando questo accadesse (e la Terra quindi mostrasse sempre la stessa faccia alla Luna), il rigonfiamento dovuto all'effetto di marea sarebbe stazionario anche sulla Terra, e né la Terra né la Luna sarebbero più soggette al reciproco effetto di marea. Questo fa pensare che a quel punto non sarebbero più possibili ulteriori cambiamenti...

Quando questo succedesse, sarebbe logico supporre che la Terra avesse un mese lungo 27,32 giorni, e che Terra e Luna girassero l'una intorno all'altra come palle all'estremità di un manubrio: e il manubrio di collegamento sarebbe l'ormai inconsistente effetto di marea.

Bene, in realtà le cose non starebbero così. Quando si verificasse la “rotazione tipo manubrio”, il periodo di rotazione della Terra non sarebbe di 27,32 giorni.

Per capirne il perché, facciamo alcune considerazioni.

Quando l'energia rotazionale scompare non può *veramente* scomparire, per via della legge di conservazione dell'energia, ma può cambiare forma (come in effetti fa). Essa si trasforma in calore. La perdita di energia rotazionale è così lenta che il calore formatosi come conseguenza è insignificante e si aggiunge, solo impercettibilmente, al calore ricevuto dal Sole (che dev'essere, come appunto è, disperso durante la notte).

La Terra, man mano che rallenta la sua rotazione, perde anche momento angolare, e neppure quest'ultimo può scomparire veramente per via del principio di conservazione del momento angolare.

La perdita dev'essere in qualche modo compensata da un guadagno altrove.

Il momento angolare (senza entrare nel merito delle formule matematiche che lo definiscono) dipende da due cose: dalla velocità media di rotazione assiale di tutte le parti del corpo rotante, e dalla distanza media dall'asse di tutte le parti del corpo rotante. Il momento angolare sale man mano che la velocità o la distanza aumentano, e diminuisce man mano che la velocità o la distanza diminuiscono.

Quando il momento angolare rotazionale diminuisce a causa del rallentamento della velocità di rotazione, rallentamento dovuto all'effetto di marea, la perdita potrebbe essere compensata (in ossequio al principio di conservazione del momento angolare) se la distanza media di tutte le parti della Terra dall'asse di rotazione aumentasse. In altre parole, tutto andrebbe bene se una Terra che rallentasse la propria rotazione potesse espandersi in grandezza. Ma questo non può accadere. La Terra non può espandersi in barba alla trazione della sua stessa gravità.

Se non accade questo, che cosa accade, allora?

Ebbene, la Luna e la Terra girano l'una intorno all'altra in una rivoluzione mensile, sicché esiste un momento angolare relativo alla rivoluzione, così come esiste per ciascuno dei due corpi celesti un momento angolare relativo alla rotazione. Il nostro pianeta ed il suo satellite girano intorno al centro di gravità del sistema Terra-Luna.

Dove si trovi il centro di gravità dipende da una cosa che potremmo definire il “principio dell'altalena”. Se due persone di uguale massa si sedessero alle estremità opposte di un'altalena, l'altalena sarebbe in equilibrio se il fulcro fosse esattamente sotto il centro dell'asse. Se una delle due persone avesse più massa dell'altra, il fulcro dovrebbe essere più vicino alla persona più pesante. Per l'esattezza, la massa della persona A moltiplicata per la sua distanza dal fulcro dev'essere uguale alla massa della persona B moltiplicata per la sua distanza dal fulcro. Se la persona A ha una massa che è dieci volte quella della persona B, la A dev'essere a 1/10 di distanza dal fulcro rispetto alla B.

Immaginate la Terra e la Luna alle estremità opposte di una bilancia il cui fulcro sia il «centro di gravità». La Terra ha una massa che è 81,3 volte quella della Luna. Perciò, la distanza del centro della Terra da centro di gravità dev'essere 1/81,3 della distanza del centro della Luna dal centro di gravità. La distanza media del centro della Terra dal centro della Luna è di 384.404 chilometri (238.869 miglia). Se calcoliamo 1/81,3 di questa distanza, otteniamo 4.728 chilometri (2.938 miglia).

Il che significa che il centro della Terra è a 4.728 chilometri dal centro di gravità, mentre il centro della Luna è, naturalmente, a 379.676 chilometri (235.931 miglia) da esso. Sia la Luna sia la Terra ruotano intorno a questo centro di gravità una volta ogni 27,32 giorni: la Luna compie un'orbita ampia, mentre la Terra ne compie una molto più piccola.

In effetti, il centro di gravità, essendo a soli 4.728 chilometri dal centro della Terra, è più vicino a quest'ultimo di quanto non lo sia la superficie stessa della Terra. Il centro di gravità del sistema Terra-Luna si trova pertanto a 1.650 chilometri (1.025 miglia) *sotto* la superficie della Terra.

Si può perciò dire, senza paura d'essere troppo inesatti, che la Luna ruota attorno alla Terra. Non si può comunque dire che ruoti intorno al centro esatto della Terra.

Se l'orbita della Luna fosse perfettamente circolare, anche il centro della Terra descriverebbe un cerchio esatto, benché di un diametro 81,3 volte inferiore. In realtà, invece, l'orbita della Luna è leggermente ellittica, il che vuol dire che la distanza tra la Luna e la Terra aumenta e diminuisce lievemente nel giro di un mese. Di conseguenza, l'ubicazione del centro di gravità si sposta leggermente, allontanandosi e avvicinandosi alternativamente al centro della Terra.

Nel punto più lontano, il centro di gravità del sistema Terra-Luna è a 5.001 chilometri (3.107 miglia) dal centro della Terra: nel punto più vicino, è a 4.383 chilometri (2.724 miglia) da esso. La sua ubicazione varia perciò dai 1.377 ai 1.995 chilometri (dalle 867 alle 1.240 miglia) sotto la superficie della Terra.

È quindi possibilissimo compensare la perdita di momento angolare della rotazione con un eguale guadagno di momento angolare della rivoluzione. Questo guadagno si verificherà soltanto se aumenterà la distanza della Terra e della Luna dal centro di gravità.

In altre parole, come l'effetto di marea sulla Luna rallenta molto gradualmente la velocità di rotazione della Terra, esso altrettanto gradualmente aumenta la distanza della Luna da noi. Per cui, come ho detto all'inizio dell'articolo, la Luna non ci cadrà affatto addosso, ma anzi fa esattamente il contrario: si allontana da noi.

Man mano che la Luna si allontana da noi, il suo diametro apparente diminuisce. Nel lontano passato, la Luna era nettamente più vicina a noi, e perciò appariva più grande. Nel lontano futuro, essa sarà decisamente più lontana e perciò apparirà più piccola.

Questo significa che in futuro non si vedranno più, dalla superficie della Terra, le eclissi totali di Sole. Al momento attuale, la Luna ha già un diametro apparente un po' più piccolo di quello del Sole, per cui anche quando si trova direttamente davanti al Sole, tende spesso a non oscurarlo tutto.

Tutt'intorno a essa resta un sottile orlo luminoso, una sorta di anello, e abbiamo così la cosiddetta «eclissi anulare». Questo avviene perché il diametro angolare medio del Sole è di $0,533^\circ$, mentre quello della Luna è di $0,518^\circ$

Se l'orbita della Luna intorno alla Terra fosse esattamente circolare, e l'orbita della Terra intorno al Sole altrettanto, ci sarebbero al massimo solo eclissi anulari, e non ci sarebbe *mai* nessuna eclissi totale.

Tuttavia, l'orbita della Terra è leggermente ellittica, sicché la distanza del nostro pianeta dal Sole varia. Il Sole dunque tende a essere un po' più lontano della media durante una metà dell'anno, e un po' più vicino della media durante l'altra metà. Ho già spiegato come questo valga per la Luna durante il suo ciclo mensile.

Il Sole appare sempre più piccolo quando è più lontano: il suo diametro angolare è allora di $0,524^\circ$.

La Luna appare sempre più grande quando è più vicina: il suo diametro angolare è allora di $0,558^\circ$.

C'è dunque la possibilità di un'eclissi totale di Sole quando il Sole è più lontano (e più piccolo) del solito, o quando la Luna è più vicina (e più grande) del solito (o quando si verificano entrambe le sopraccitate circostanze).

Poiché, a causa dell'effetto di marea, la Luna si allontana, il suo diametro apparente diminuirà e, se supponiamo che il Sole nel frattempo mantenga costante la propria distanza (come in effetti farà), verrà allora il momento in cui la Luna, anche quando sarà più vicina, avrà un diametro angolare di meno di $0,524^\circ$. A tal punto, dalla superficie della Terra non sarà più possibile, in nessun modo, vedere un'eclissi totale di Sole.

Per arrivare ad avere un diametro apparente (nel momento di maggior vicinanza) non più grande di quello del Sole (nel suo momento di maggior lontananza), la Luna dovrà passare dall'attuale punto di maggior vicinanza di 356.334 chilometri (221.426 miglia), a uno di 379.455 chilometri (235.793 miglia).

Perché questo accada, la Luna dovrà allontanarsi di 23.121 chilometri (14.367 miglia).

Quanto tempo occorrerà per allontanarsi di così tanto?

Al momento attuale la Luna si sta allontanando da noi al ritmo di 3 centimetri l'anno o, pressappoco, di 2,5 millimetri a rivoluzione.

A questo ritmo occorrerebbero alla Luna circa 750.000.000 anni per allontanarsi di così tanto. In realtà, dovrebbero volercene di più, poiché man mano che il nostro satellite si allontana, il suo effetto di marea si indebolisce e il ritmo d'allontanamento rallenta lentamente. Ho il sospetto che per arrivare ad allontanarsi di 23.121 chilometri, la Luna impiegherebbe quasi un miliardo di anni.

La situazione dunque non è poi così brutta. Il numero di eclissi totali per ogni secolo diminuirà gradualmente, aumenterà invece gradualmente il numero di eclissi anulari: la durata delle eclissi totali che, sebbene in minor numero, continueranno a verificarsi, sarà sempre più breve, ma prima che le eclissi totali cessino del tutto, passerà quasi un miliardo di anni.

E, volendo guardare indietro invece che avanti, se teniamo conto del fatto che in passato gli effetti di marea erano più forti, solo 600.000.000 di anni fa, quando si stavano formando i primi trilobiti, le eclissi anulari erano probabilmente impossibili. Ogni volta che la Luna, che allora appariva

leggermente più grande di adesso, passava direttamente davanti al Sole, l'eclissi doveva essere indubbiamente totale.

Torniamo al rallentamento della velocità di rotazione della Terra.

Appena essa rallenta, aumenta la distanza dalla Luna e il suo periodo di rivoluzione intorno alla Terra. (Inoltre, gli effetti di marea faranno sì che il periodo di rotazione della Luna rallenti in concomitanza con il rallentamento del suo periodo di rivoluzione).

Così, quando la Luna si sarà allontanata tanto da rendere impossibili le eclissi totali, il mese non sarà più, relativamente alle stelle, di 27,32 giorni, ma di 29,98. E man mano che la Luna continuerà ad allontanarsi, anche il mese continuerà ad allungarsi. Quando il periodo di rotazione della Terra si sarà allungato fino a diventare di 27,32 giorni (i giorni dell'attuale periodo di rivoluzione della Luna), il periodo di rivoluzione sarà notevolmente più lungo, e la rotazione della Terra dovrà continuare a rallentare prima che la Terra e la Luna comincino a girarsi intorno come se fossero i poli di un manubrio,

È possibile che la Terra finisca col non arrivare mai a questa specie di rendez-vous? Che per quanto essa ruoti piano, la Luna si allontani talmente che il periodo di rivoluzione resti sempre più lungo?

No. La rotazione della Terra *arriverà* al rendez-vous. Quando tale rotazione sarà rallentata tanto che il giorno sarà uguale a 47 degli attuali giorni, la Luna si sarà talmente allontanata, che il suo periodo di rivoluzione sarà anch'esso uguale a 47 dei giorni attuali.

A quell'epoca, la distanza della Luna dalla Terra sarà, in media, di 551.620 chilometri (342.780 miglia), e il diametro angolare del nostro satellite sarà di circa $0,361^\circ$.

Allora la Terra e la Luna gireranno l'una intorno all'altra come i poli di un manubrio. Se non ci fosse nessuna interferenza dall'esterno, continuerebbero a girare così in eterno.

Ma c'è un'interferenza dall'esterno. C'è il Sole.

Il Sole, come la Luna, esercita un effetto di marea sulla Terra, un effetto però di grado diverso rispetto a quello della Luna. L'effetto di marea provocato sulla Terra dal Sole e dalla Luna varia in modo direttamente proporzionale alla massa di questi ultimi e in modo inversamente proporzionale al *cubo* delle distanze.

La massa del Sole è 27.000.000 di volte quella della Luna. Tuttavia, la distanza del sole dalla Terra è 389,17 volte quella della Luna dalla Terra, e il cubo di 389,17 è circa 58.950.000. Se dividiamo 27.000.000 per 58.950.000, scopriamo che l'effetto di marea del Sole sulla Terra è solo il 46% circa di quello esercitato dalla Luna.

L'effetto di marea sulla Terra di tutti gli altri corpi celesti, a parte il Sole e la luna, è insignificante. Possiamo dire allora che l'effetto di marea totale che viene esercitato sulla Terra è causato pressappoco per $2/3$ dalla Luna, e per $1/3$ dal Sole.

L'allungarsi della durata del giorno di un secondo ogni 62.500 anni è il risultato degli effetti combinati di marea di Sole e Luna, ed è sempre l'insieme di entrambi gli effetti a essere bilanciato dall'allontanamento della Luna.

Ma una volta che la Terra e la Luna raggiungessero la situazione tipo "poli opposti di un manubrio", l'effetto di marea della Luna praticamente svanirebbe, e lascerebbe in campo soltanto l'effetto di marea del Sole. Senza entrare in dettagli, l'effetto di marea del Sole su Terra e Luna insieme sarebbe tale da aumentare la velocità di rotazione di entrambe e da compensare l'aumento di momento angolare della rotazione con una diminuzione di momento angolare della rivoluzione.

In altre parole, la Luna comincerebbe a muoversi a spirale avvicinandosi sempre più alla Terra. (E *allora*, finalmente, si accingerebbe davvero a caderci addosso.)

La Luna dunque arriverebbe sempre più vicina alla Terra, e a prima vista parrebbe che il suo avvicinarsi non dovesse incontrare ostacoli...

Ma, in realtà, la Luna non arriverebbe mai a fracassarsi sulla Terra.

Appena la Luna cominciasse ad avvicinarsi alla Terra, l'effetto di marea della Terra sulla Luna aumenterebbe. Una volta che il centro della Luna si trovasse a soli 15.000 chilometri (9.600 miglia) dal centro della Terra, e la superficie lunare fosse a soli 7.400 chilometri (4.600 miglia) dalla superficie terrestre, la Luna compirebbe intorno alla Terra una rivoluzione ogni 5,3 ore. A quel punto l'effetto di marea esercitato dalla Terra sulla Luna sarebbe 15.000 volte quello attuale (e 500.000 volte quello che la Luna esercita su di noi attualmente).

In tali condizioni, l'effetto di marea della Terra comincerebbe a disgregare la Luna in un certo numero di frammenti considerevolmente grandi. Questi si scontrerebbero, disgregandosi

ulteriormente per via dell'aumentare dell'effetto di marea, e si spargerebbero sull'intera orbita della Luna, formando un piatto anello circolare sul piano equatoriale della Terra.

In breve, la Terra si ritroverebbe intorno un anello di estensione minore di quello di saturno, ma composto di una materia molto più densa. Gli anelli della Terra sarebbero anche molto più luminosi, perché sarebbero molto più vicini al Sole (nonostante il fatto che sarebbero composti di scure rocce lunari anziché di ghiaccio come lo sono quelli di Saturno).

Quando tutto questo accadrà, ci saranno esseri umani in grado di contemplare questi magnifici anelli? No, a meno che a quell'epoca non avessimo lasciato da un pezzo la Terra e non stessimo contemplando lo spettacolo da una certa distanza di sicurezza.

All'epoca della disintegrazione della Luna, l'effetto di marea di quest'ultima sulla Terra sarebbe 15.000 volte quello attuale. Essendo molto inferiore all'effetto di marea della Terra sulla Luna, non sarebbe sufficiente a disintegrare la Terra, anche perché quest'ultima è tenuta insieme da una più intensa forza gravitazionale.

L'effetto di marea della Luna sarebbe però abbastanza forte da creare maree alte molti chilometri: gli oceani inonderebbero così tutti i continenti con le conseguenze immaginabili.

Dopo la disintegrazione della Luna, l'effetto di marea non sarebbe più concentrato, ma arriverebbe a noi da tutte le direzioni, e da piccoli frammenti, per cui finirebbe con l'esaurirsi e scomparire: ma a quel punto, dopo milioni di anni di enormi maree, il danno sarebbe già stato fatto.

In simili condizioni, la vita di terraferma, e forse qualsiasi tipo di vita, potrebbe difficilmente continuare a esistere.

Questa tuttavia è un'osservazione abbastanza superflua, dato che a quell'epoca la Terra avrebbe cessato da molto tempo di ospitare la vita in qualsiasi forma.

Torniamo un attimo alla rotazione descritta tipo "poli di un manubrio", con il giorno terrestre pari a 47 dei nostri attuali giorni.

Immaginate cosa vorrebbe dire avere il Sole che ci picchia in testa per circa 560 ore, tra un'alba e un tramonto. È vero che nelle regioni polari il Sole splende continuamente per più tempo di così, ma è anche vero che sfiora appena l'orizzonte. Provate a immaginare 560 ore tra l'alba e il tramonto ai tropici, col Sole alto nel cielo. Appare a tutti chiaro che in pieno pomeriggio gli oceani sarebbero molto vicini a bollire (probabilmente, bollirebbero sul serio).

Basterebbe questo a rendere difficilmente abitabile la Terra, anche senza prendere in considerazione il fatto che nel corso della notte di 560 ore, la Terra precipiterebbe in condizioni ambientali sul tipo di quelle antartiche.

L'escursione enorme che sarebbe il risultato del lunghissimo giorno e della lunghissima notte renderebbe difficilissima, se non impossibile, la continuazione della vita sul pianeta.

E tuttavia anche questa osservazione lascia abbastanza il tempo che trova, come si può ben capire se si prova a calcolare il tempo che occorrerebbe alla Luna per allontanarsi tanto da arrivare a un periodo di rivoluzione di 47 giorni.

A quell'epoca, la Luna si sarebbe allontanata di 167.200 chilometri (104.000 miglia) rispetto all'attuale posizione.

Se l'attuale ritmo di allontanamento di 3 centimetri l'anno dovesse continuare, allora ci vorrebbero circa 55.700.000.000 di anni perché la Luna arrivasse a far coincidere il proprio periodo di rivoluzione col periodo di rotazione della Terra.

Ma il ritmo di allontanamento non continuerà sempre in modo uguale. Mano a mano che la Luna si allontana, infatti, il suo effetto di marea sulla Terra si indebolisce, il rallentamento della velocità di rotazione della Terra diminuisce a sua volta, e conseguentemente diminuisce pure il ritmo d'allontanamento della Luna.

La mia ipotesi è che ci vorrebbero almeno 70.000.000.000 di anni perché si raggiungesse la situazione descritta tipo "poli di un manubrio".-

E non lascia dunque il tempo che trova una simile considerazione, visto che tra 7.000.000.000 di anni (giusto 1/10 della suddetta cifra) il Sole si espanderà fino a diventare una gigante rossa, distruggendo così fisicamente e definitivamente sia la Terra sia la Luna?

Nel corso dei 7.000.000.000 di anni la Terra, prima di essere resa inabitabile dal calore del Sole in espansione, rallenterebbe la propria velocità di rotazione fino a generare un giorno di 55 ore. In effetti però, tenendo conto del fatto che l'effetto di marea della Luna sulla Terra diminuirebbe d'intensità, ho l'impressione che il giorno non arriverebbe a essere di 55 ore, ma di 48, circa il doppio, insomma, di quello che è adesso.

A quel punto il giorno sarebbe molto più caldo di adesso, e la notte molto più fredda. La Terra non sarebbe più un pianeta confortevole com'è ora, ma sarebbe ancora abitabile (ammesso che questa fosse la nostra unica preoccupazione).

In realtà, l'abitabilità del pianeta non durerebbe a lungo, perché ammesso che l'umanità sopravvivesse per 7.000.000.000 di anni, il Sole, espandendosi in una gigante rossa, spazzerà via completamente la vita della Terra molto prima che lo possa fare il rallentamento della velocità di rotazione.

Titolo originale: «The Inconstant Moon» - Traduzione di Laura Serra - © Mercury Press Inc. e 1980 Arnoldo Mondadori Editore S.p.A., Milano.