

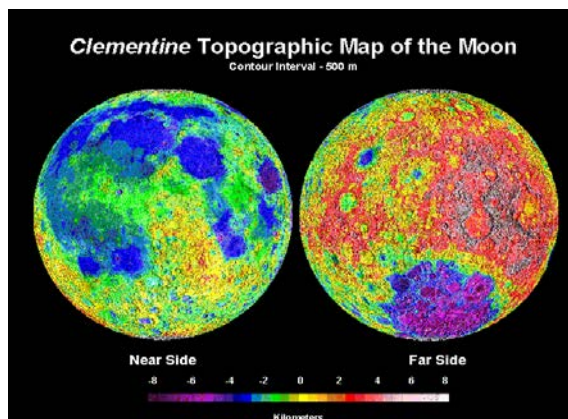
ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ I: Η ΣΕΛΗΝΗ

1. Η Σελήνη μας είναι ο πέμπτος σε μέγεθος δορυφόρος του Ηλιακού μας συστήματος (εικόνα 1) μετά από τον Γανυμήδη (Δίας), τον Τιτάνα (Κρόνος), την Καλλιστώ (Δίας) και την Ιώ (Δίας). Είναι περίπου 3.67 φορές μικρότερη της Γης (μέγεθος) και μετά από το σύστημα Χάροντας - Πλούτωνας, το ζεύγος Σελήνη - Γη παρουσιάζει την αμέσως υψηλότερη αναλογία μάζας που εκτιμάται στο 0.0123 (η μάζα της Γης είναι περίπου 81 φορές περισσότερη αυτή της Σελήνης). Τέλος, ο όγκος της Σελήνης είναι 50 φορές μικρότερος από αυτόν της Γης, υπολογίζεται δε ότι προσιδιάζει αυτόν του Ειρηνικού Ωκεανού.



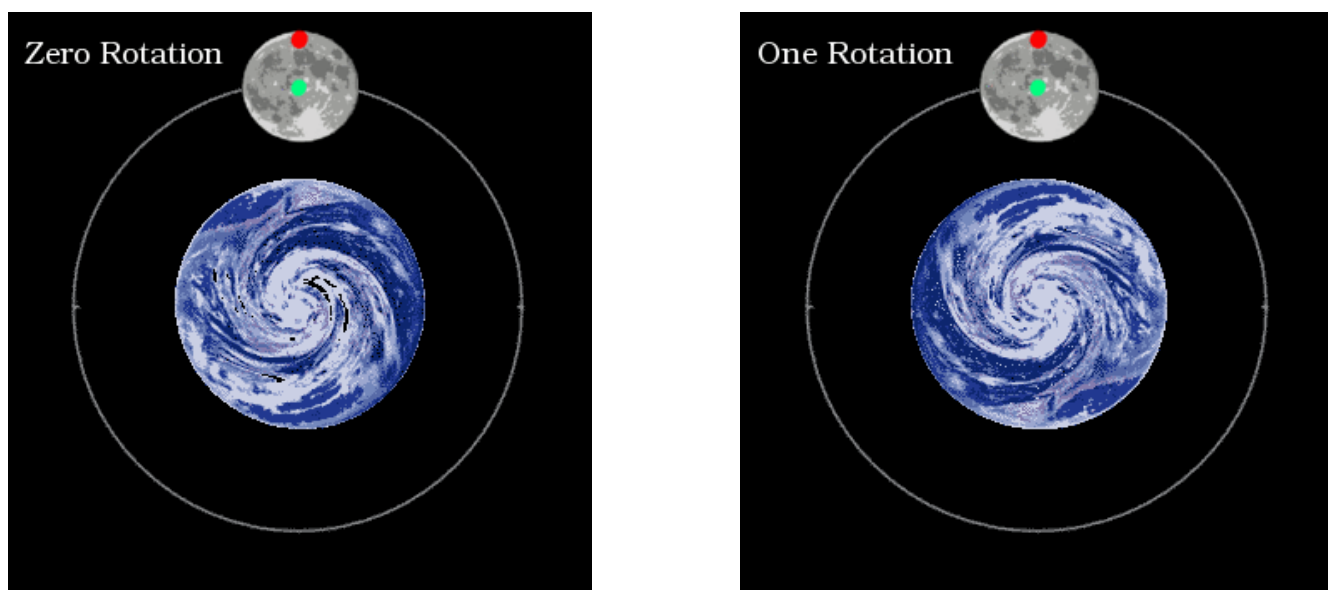
Εικόνα 1: Οι μεγαλύτεροι δορυφόροι του ηλιακού μας συστήματος.

- ^ Δεν υπάρχει σκοτεινή πλευρά της Σελήνης. Η Σελήνη ολοκληρώνει μία περιφορά γύρω από την Γη στον ίδιο περίπου χρόνο που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της (προσεγγιστικά 4 εβδομάδες). Με τον τρόπο αυτό στρέφει πάντα το ίδιο ημισφαίριο προς την Γη (κοντινή πλευρά). Άρα, η Σελήνη έχει περίπου δύο εβδομάδες μέρα και δύο εβδομάδες νύχτα εναλλάξ. Η μακρινή πλευρά της Σελήνης ονομάζεται και αθέατη και παρουσιάζει εντελώς διαφορετική μορφολογία και χημική σύσταση από την κοντινή, το υψόμετρο της οποίας είναι περίπου 2 με 3 χιλιόμετρα χαμηλότερο. Το ένα τρίτο της επιφάνειας της κοντινής πλευράς καλύπτεται από βασαλτικές πεδιάδες στερεοποιημένης λάβας, ενώ σχεδόν όλη η επιφάνεια της αθέατης πλευράς (99%) αποτελείται από κρατήρες (εικόνα 2).



Εικόνα 2: Τοπογραφικός χάρτης των δύο σεληνιακών ημισφαιρίων (Image credit: Lunar and Planetary Institute).

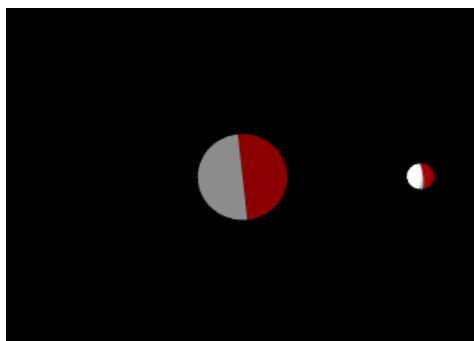
- Α Εάν η Σελήνη δεν περιστρεφόταν γύρω από τον εαυτό της, τότε θα βλέπαμε όλες τις πλευρές της με κάθε λεπτομέρεια. Η αθέατη πλευρά της οφείλεται στον ίδιο χρόνο ιδιοπεριστροφής και περιφοράς της γύρω από την Γη (εικόνα 3). Στα πρώιμα στάδια της δημιουργίας της, η Σελήνη ήταν είκοσι φορές πιο κοντά στην Γη από ότι σήμερα. Η ταχύτητα ιδιοπεριστροφής ήταν σαφώς υψηλότερη και η ίδια η Σελήνη φαινόταν αρκετά μεγαλύτερη. Μετά από περίπου 4.6 δισεκατομμύρια έτη, ο ρυθμός απομάκρυνσης Γης - Σελήνης έχει φτάσει τα 4 εκατοστά ανά έτος. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η ταχύτητα ιδιοπεριστροφής της Γης και άρα αυξάνεται ελάχιστα ο χρόνος που αντιστοιχεί σε μία ημέρα. Σε αρκετά δισεκατομμύρια έτη από σήμερα και όταν η απόσταση Γης - Σελήνης θα είναι περισσότερο από μιάμιση φορές την σημερινή, ο χρόνος περιφοράς της Σελήνης γύρω από την Γη θα είναι όμοιος με τον χρόνο ιδιοπεριστροφής της αλλά και τον χρόνο ιδιοπεριστροφής της ίδιας της Γης, ο οποίος εκτιμάται περίπου στις 50 ημέρες (συντονισμός ιδιοπεριστροφής - περιφοράς). Από το χρονικό εκείνο σημείο και μετά η Γη και η Σελήνη θα δείχνουν η μία στην άλλη την ίδια ακριβώς πλευρά τους.



Εικόνα 3: Σελήνη δίχως (αριστερά) και με (δεξιά) ιδιοπεριστροφή (Image credit: <http://community->

2.webtv.net/kdine5/Lunacy/index.html).

Εκτός από τις κινήσεις της Σελήνης γύρω από τον εαυτό της και γύρω από την Γη, εκτελεί και μία τρίτη σπουδαία κίνηση που μας επιτρέπει να παρατηρούμε το 59% της συνολικής της επιφάνειας (εικόνα 4). Αυτή ονομάζεται λίκνιση και είναι μία μηνιαία παλινδρομική κίνηση (με κατεύθυνση πάνω - κάτω και αριστερά - δεξιά) που οφείλεται στην ελλειπτική τροχιά της Σελήνης γύρω από την Γη, στην γωνία του άξονα ιδιοπεριστροφής της Σελήνης με το επίπεδο περιφοράς της γύρω από την Γη, και τρίτον στην μεταβολή της κατεύθυνσης της ευθείας παρατήρησης της Σελήνης από οποιοδήποτε σημείο της Γης (συμβαίνει λόγω της γρήγορης



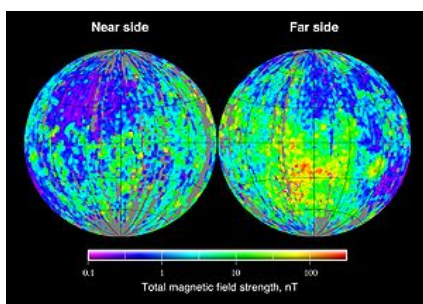
ιδιοπεριστροφής της Γης).

Εικόνα 4: Αριθμητική προσομοίωση της λίκνισης της Σελήνης μόνο κατά την μία (πάνω - κάτω) διεύθυνση (Image credit: physicsforums.com).

- ⤴ Η Σελήνη έχει λεπτή και μεταβλητή (νύχτα - ημέρα) ατμόσφαιρα συνολικού μεγέθους περίπου 25 τόνων (NASA). Αυτή αποτελείται από κάλιο, νάτριο, ήλιο, υδρογόνο, αργό, νέον, καθώς και ίχνη από οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, πυρίτιο και αλουμίνιο. Η θερμοκρασία της κυμαίνεται από τους +121 στους -157 βαθμούς Κελσίου. Αυτή η έλλειψη ατμόσφαιρας οφείλεται στην χαμηλή τιμή επιφανειακής βαρύτητας της Σελήνης (η βαρύτητά της είναι περίπου 6 φορές μικρότερη από την βαρύτητα στην Γη). Ο νότιος πόλος της Σελήνης και συγκεκριμένα οι βαθιοί και σκοτεινοί κρατήρες της αποτελούν μερικά από τα ψυχρότερα σημεία του ηλιακού μας συστήματος. Η διαστημοσυσκευή Lunar Reconnaissance Orbiter (της NASA) έχει μετρήσει θερμοκρασίες της τάξης των -240 βαθμών Κελσίου. Αντίστοιχα, η ίδια διαστημοσυσκευή έχει μετρήσει μέγιστη επιφανειακή θερμοκρασία (στον ισημερινό) της τάξης των +134 βαθμών Κελσίου.
- ⤴ Η Σελήνη είναι σεισμικά ενεργή μολονότι σε μικρότερη συχνότητα και μέγεθος από την Γη. Υπάρχουν 4 είδη σεισμικής δραστηριότητας. Οι βαθείς σεισμοί με επίκεντρα περίπου 1000 χιλιόμετρα από την επιφάνεια συμβαίνουν λόγω των μεγάλων βαρυτικών δυνάμεων από την Γη στην Σελήνη. Υπάρχουν σεισμοί από πτώσεις μετεωριτών και θερμικοί σεισμοί λόγω διαστολής του παγωμένου σεληνιακού φλοιού όταν έρχεται σε επαφή με το ηλιακό φως κατά την διάρκεια της σεληνιακής ημέρας. Τέλος, την πιο επικίνδυνη κατηγορία αποτελούν οι αβαθείς (20 με 30 χιλιόμετρα βάθος) σεισμοί με μέγεθος μέχρι 5.5 της κλίμακας Richter οι οποίοι προέρχονται πιθανώς από κατολισθήσεις υλικού στους μεγάλους σεληνιακούς κρατήρες. Αντίθετα με τους γήινους σεισμούς, η διάρκεια των σεληνιακών μπορεί να φτάσει σε χρόνους επιπλέον των 10 λεπτών (λόγω έλλειψης νερού ως μέσου σεισμικής απόσβεσης). Η καταγραφή της σεισμικής δραστηριότητας μελετούνταν μέσω σειсмоγράφων που είχαν τοποθετήσει τα πληρώματα των διαστημοπλοίων Apollo.
- ⤴ Οι παλίρροιες στην Γη από τον Ήλιο και την Σελήνη είναι το αποτέλεσμα βαρυτικών έλξεων

των δύο παραπάνω σωμάτων, βαρυτικών δυνάμεων της ίδιας της Γης και ελαστικών δυνάμεων στο υλικό σώμα του πλανήτη μας. Στην Σελήνη οφείλεται περίπου το 69% των παλιρροϊκών δυνάμεων, ενώ στον Ήλιο μόνο το υπόλοιπο 31% (αντίστοιχα, στην Γη οφείλεται το 99.44% των παλιρροϊκών δυνάμεων που ασκούνται στην Σελήνη και μόνο το υπόλοιπο 0.56% στον Ήλιο). Παρά το γεγονός ότι η βαρυτική έλξη του Ήλιου είναι 178 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της Σελήνης, ο ίδιος βρίσκεται περίπου 390 φορές μακρύτερα από την Γη και η δική του συνεισφορά στις γήινες παλίρροιες είναι μόνο το 45% του ποσοστού της αντίστοιχης σεληνιακής. Οι παραπάνω παλιρροϊκές δυνάμεις δεν επηρεάζουν μόνο το δύσκαμπτο σώμα της Γης (αύξηση κατά 40 εκατοστά) αλλά επίσης και το νερό (αύξηση στάθμης ωκεανών κατά 1 μέτρο), την ατμόσφαιρα και το ίδιο το ανθρώπινο σώμα (απειροελάχιστα). Η παλιρροϊκή δράση της Σελήνης (πάνω στην Γη) όταν βρίσκεται στο περίγειο (κοντινότερο στην Γη σημείο) της τροχιάς της (356,000 χιλιόμετρα) είναι περίπου 20% μεγαλύτερη από ότι στην μέση τιμή της απόστασής της (384,400 χιλιόμετρα). Αντίστοιχα χαμηλότερη είναι η δράση της Σελήνης στην Γη στο απόγειο της τροχιάς της (407,000 χιλιόμετρα).

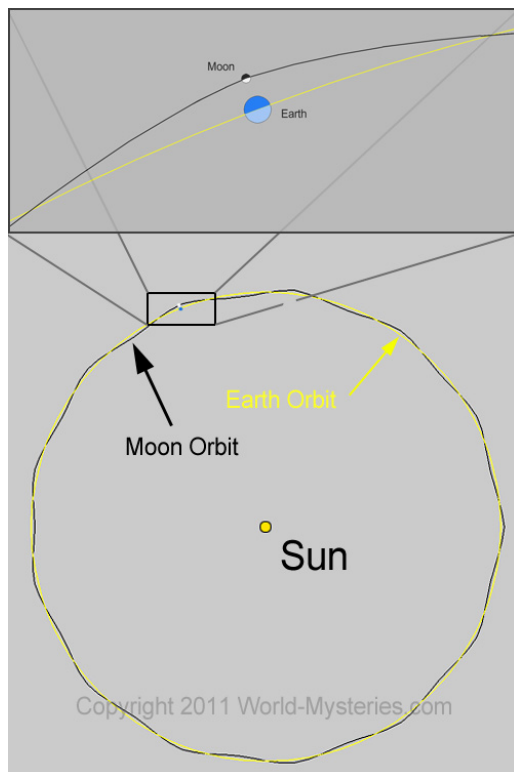
- ▲ Η Σελήνη έχει ένα αδύναμο και μεταβλητό πλανητικό μαγνητικό πεδίο (εικόνα 5) αντίθετα με την Γη. Αυτό οφείλεται στην απουσία ρευστού και θερμού σεληνιακού εσωτερικού πυρήνα ο οποίος με την συνεχή του κίνηση θα δημιουργούσε ηλεκτρικά και μαγνητικά ρεύματα.



Εικόνα 5: Χάρτης έντασης του μεταβλητού μαγνητικού πεδίου στην επιφάνεια της Σελήνης (Image credit: NASA Lunar Prospector).

Επίσης υπάρχουν μικρά σε ένταση τοπικά μαγνητικά πεδία σε περιοχές πλούσιες σε σίδηρο. Αυτή η έλλειψη σεληνιακού μαγνητικού πεδίου και μαγνητόσφαιρας επιτρέπει στον ηλιακό άνεμο να γίνεται πολύ επικίνδυνος για κάθε μορφή ζωής αλλά και για την λειτουργία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Τέλος, καθιστά μη λειτουργική την οποιαδήποτε χρήση πυξίδας. Το γήινο μαγνητικό πεδίο είναι περίπου 1000 φορές ισχυρότερο από το σεληνιακό.

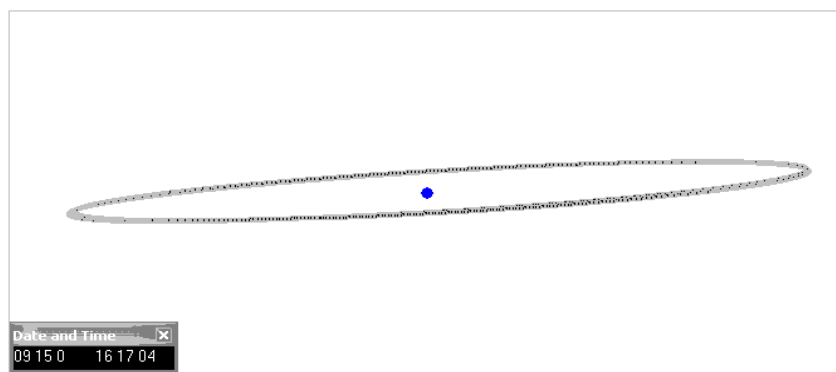
- ▲ Η τροχιά της Σελήνης γύρω από τον Ήλιο δεν είναι καθόλου κυκλική εφόσον διαταράσσεται ελαφρώς από το βαρυτικό πεδίο της Γης. Προσεγγιστικά, μοιάζει με δεκαεπτάγωνο αφού κατά την διάρκεια ενός έτους (365,25 ημέρες) η Σελήνη περιφέρεται περισσότερες από 13 φορές γύρω από την Γη (365.25 ημέρες στο έτος διαιρούμενο με τις 27.3 ημέρες που είναι η περίοδος περιφοράς αλλά και περιστροφής της Σελήνης). Κατά την κίνηση της Σελήνης γύρω από τον Ήλιο, η ταχύτητά της δεν αλλάζει ποτέ φορά (ανάδρομη κίνηση) και άρα δεν δημιουργεί βρόγχους (loops). Αντίθετα, η ταχύτητα αυτή αυξομειώνεται, εφόσον η Σελήνη μερικές φορές προπορεύεται της Γη και άλλες φορές την ακολουθεί (εικόνα 6).



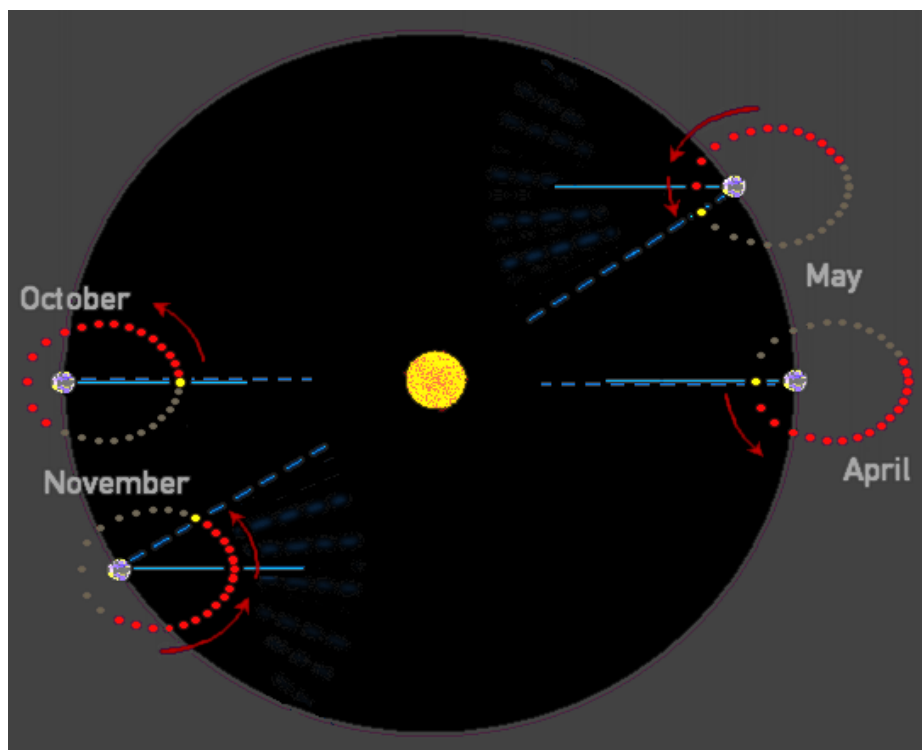
Εικόνα 6: Η τροχιά της Γης (μαύρη γραμμή) και της Σελήνης (κίτρινη) γύρω από τον Ήλιο σχηματίζει ένα κυρτό δεκαγώνιο.

- Η συνολική σύνθετη κίνηση της Σελήνης επιτρέπει την παρατήρησή της κατά την διάρκεια της ημέρας, αρκεί ο ουρανός να μην έχει σύννεφα και να γνωρίζουμε προσεγγιστικά την θέση της στον ουρανό. Όταν η Σελήνη γεμίζει (οδεύει προς την πανσέληνο), εκείνη ακολουθεί τον Ήλιο (βρίσκεται ανατολικά του) και μπορεί να είναι ορατή μερικές ώρες μετά την ανατολή του και μερικές μετά την δύση του. Όσο πλησιάζει η φάση της πανσελήνου η Σελήνη ανατέλλει κάθε μέρα και ανατολικότερα και η απόστασή της από τον Ήλιο μεγαλώνει. Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης, η Σελήνη ανατέλλει χρονικά κοντά στην δύση του Ήλιου και δύει κοντά στην ανατολή του. Συνεπώς δεν είναι ορατή κατά την ημέρα. Από την φάση της πανσελήνου και μέχρι αυτήν της νέας σελήνης, η Σελήνη πλησιάζει τον Ήλιο ο οποίος την ακολουθεί (βρίσκεται ανατολικά της). Στις φάσεις εκείνες, η Σελήνη ανατέλλει τις βραδινές ώρες, δύει κατά την διάρκεια της ημέρας και πριν την δύση του Ήλιου και η παρατήρησή της καθίσταται εφικτή στον πρωινό ουρανό ολοένα και περισσότερες ώρες. Τέλος, όταν η Σελήνη γεμίζει φωτίζεται από την δεξιά της πλευρά, ενώ όταν αδειάζει από την αριστερή. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις το φως δείχνει την κατεύθυνση του Ήλιου (<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/lunarapplet.html>).
- Το περίγειο (κοντινότερο ως προς την Γη) και το απόγειο (πιο μακρινό) της σεληνιακής τροχιάς στην διάρκεια ενός έτους δεν είναι απαραίτητο να συμπίπτει με την νέα σελήνη ή την πανσέληνο. Αυτό συμβαίνει γιατί η νοητή γραμμή που συνδέει το περίγειο με το απόγειο (γραμμή των ασίδων) περιστρέφεται (αριστερόστροφα) περίπου 40.5 μοίρες το έτος, ενώ η νοητή γραμμή που συνδέει τους δύο συνδέσμους της σεληνιακής τροχιάς (είναι η τομή της γήινης τροχιάς γύρω από τον Ήλιο και της σεληνιακής γύρω από την Γη) μεταβάλλεται

(δεξιόστροφα) και αυτή προσεγγιστικά κατά 20 μοίρες στην διάρκεια του έτους (εικόνα 7). Παρόλα αυτά, υπάρχει σύμπτωση θέσεων περίπου δύο φορές στην διάρκεια ενός έτους (είτε περιγείο με νέα σελήνη, είτε περιγείο με πανσέληνο - αντίστοιχα είτε απόγειο με νέα σελήνη, είτε απόγειο με πανσέληνο, εικόνα 8).



Εικόνα 7: Η πολυσύνθετη κίνηση της Σελήνης (μαύρη γραμμή) γύρω από την Γη (μπλε κουκίδα, Image credit: GravitySimulator.com)



Εικόνα 8: Σύμπτωση θέσεων νέας σελήνης/περιγείου (και πανσελήνου/απογείου, Απρίλιος) και νέας σελήνης/απογείου (πανσελήνου/περιγείου, Οκτώβριος) δύο φορές το έτος (Image credit: biblecalculator.com)