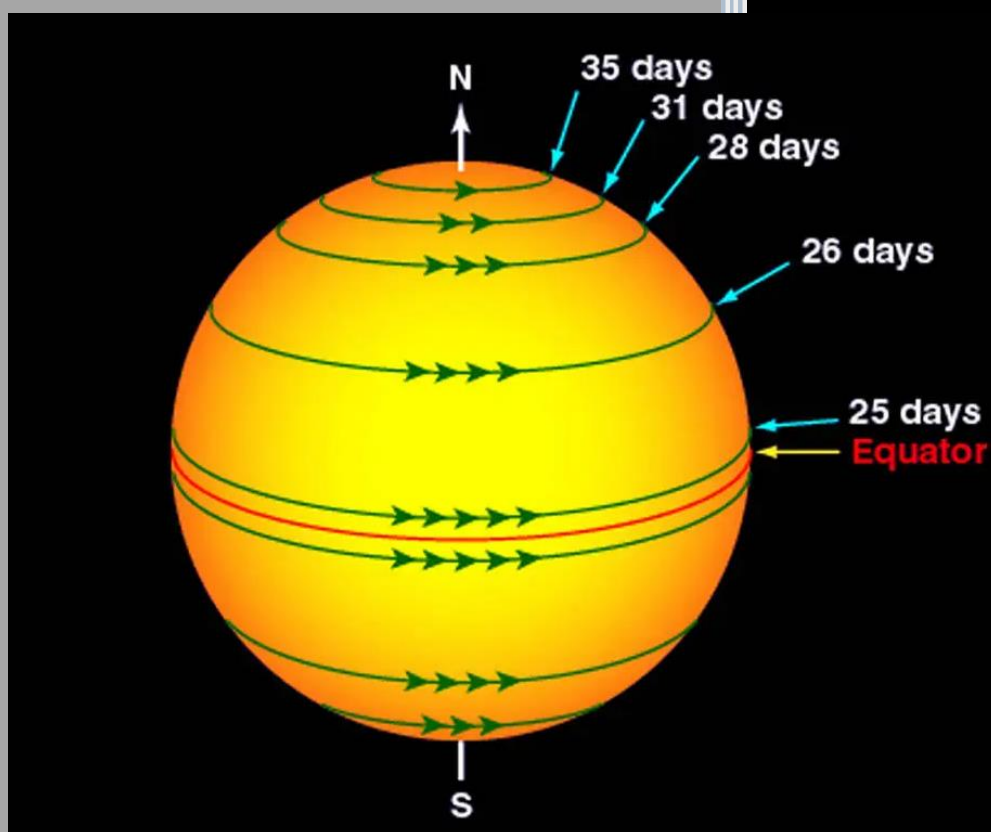


ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

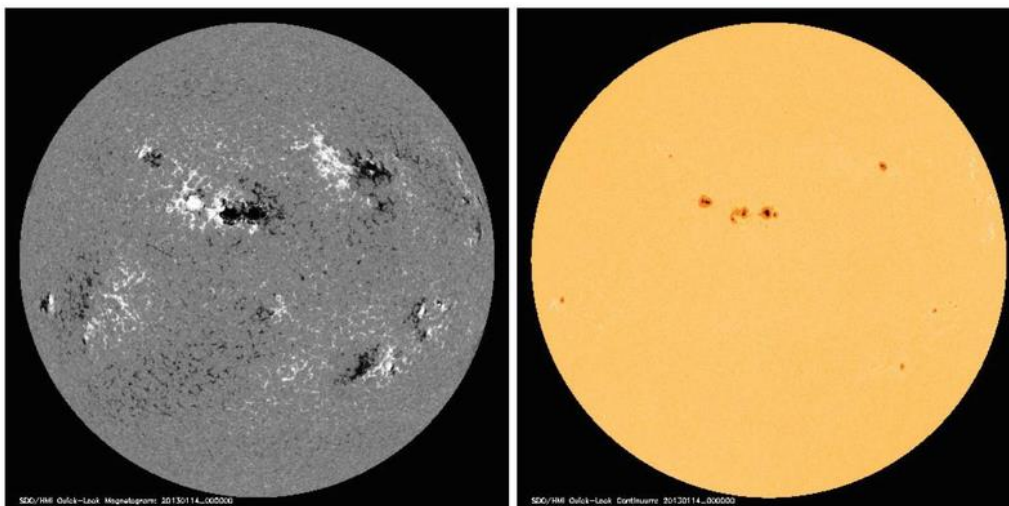


ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ
ΠΑΓΚΡΗΤΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΟ

Γενικές πληροφορίες

Τίτλος: **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ**

Σύντομη περιγραφή: Το 1612 ο Γαλιλαίος έστρεψε ένα τηλεσκόπιο στον Ήλιο. Στην εποχή του, οι άνθρωποι πίστευαν ότι ο Ήλιος ήταν ένα ακίνητο, απόλυτα αψεγάδιαστο αντικείμενο. Προς μεγάλη του έκπληξη, είδε σκοτεινά σημεία στον Ήλιο. Ήταν πολύ περίεργος για τη φύση αυτών των σημείων, και ως εκ τούτου τα παρατηρούσε και τα σχεδίαζε σε καθημερινή βάση για να τα μελετήσει. Όπως φαίνεται από τη Γη, ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του σε περίπου 27 ημέρες. Ο ισημερινός του Ήλιου βρίσκεται σχεδόν στο επίπεδο της τροχιάς της Γης, οπότε ο βόρειος πόλος του Ήλιου είναι στην ίδια κατεύθυνση με τον βόρειο πόλο της Γης. Όπως φαίνεται από πάνω από τον ηλιακό βόρειο πόλο, ο Ήλιος περιστρέφεται αριστερόστροφα.



Εικόνα 1

Τα στερεά αντικείμενα δεν αλλάζουν σχήμα (δηλαδή δεν παραμορφώνονται). Επομένως, όταν περιστρέφονται, κάθε μέρος περιστρέφεται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε μέρος του αντικειμένου χρειάζεται το ίδιο χρονικό διάστημα για να ολοκληρώσει μια περιστροφή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο κάθε σημείο στη Γη χρειάζεται 24 ώρες για να ολοκληρώσει μια περιστροφή.

Σε μη στερεά αντικείμενα, δηλαδή παραμορφώσιμα αντικείμενα, η περιστροφή είναι διαφορετική σε διαφορετικά μέρη του αντικειμένου. Αυτή είναι η περίπτωση του Ήλιου, δεδομένου ότι αποτελείται από ρευστό που ονομάζεται πλάσμα. Όπως και η Γη, ο Ήλιος έχει ένα βόρειο πόλο και ένα νότιο πόλο, και περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του. Ωστόσο, το πλάσμα του Ήλιου κοντά στον ισημερινό ολοκληρώνει μια πλήρη περιστροφή σε κάτι λιγότερο από 27 ημέρες, ενώ το πλάσμα κοντά στους πόλους μπορεί να ολοκληρώσει μια πλήρη περιστροφή σε 35 ημέρες. Αυτό σημαίνει ότι το πλάσμα μπορεί να περιστρέφεται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες, ανάλογα με το

ηλιογραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται: δηλαδή ταχύτερα στον ισημερινό από ό,τι στους πόλους. Αυτό ονομάζεται διαφορική περιστροφή.

Σε αυτή τη δραστηριότητα απαιτείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν δύο φορές την εξίσωση για τη μέση ταχύτητα για να υπολογίσουν την ταχύτητα μετατόπισης μιας ηλιακής κηλίδας και να υπολογίσουν την περίοδο περιστροφής.

Λέξεις κλειδιά: *Γαλιλαίος, Ήλιος, Μέση ταχύτητα, Κηλίδες, Περιστροφή.*

Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο

Ηλικία: 15-18

Προαπαιτούμενα: Μαθηματικά , Φυσική Γ Γυμνασίου, Φυσική Προσανατολισμού Β Λυκείου.

Επίπεδο Δυσκολίας: Μέτριο

Διάρκεια: 3 διδακτικές ώρες

Σύνδεση με αναλυτικό πρόγραμμα: Στην Γ γυμνασίου και στην Β λυκείου οι μαθητές γνωρίζουν για περιοδικά φαινόμενα και με την κατάλληλη καθοδήγηση θα υπολογίσουν την περίοδο περιστροφής του Ήλιου παρατηρώντας τις ηλιακές κηλίδες.

Εκπαιδευτικοί στόχοι

Γνωστικοί

Οι μαθητές να μπορούν:

- Να ορίζουν της περίοδο περιστροφής ενός αντικειμένου
- Να εφαρμόζουν τον κινηματικό ορισμό της μέσης ταχύτητας σε μια "πραγματική περίπτωση" (όπου οι τιμές εισόδου δεν δίνονται σε μια δήλωση προβλήματος, αλλά πρέπει να μετρηθούν)
- Να κάνουν διάκριση μεταξύ σφαλμάτων μέτρησης και παραδοχών μοντέλου
- Να αναγνωρίζουν τον Ήλιο ως ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο και δυναμικό ουράνιο αντικείμενο με βάση τα παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά της επιφάνειας και την περιστροφική κίνησή του

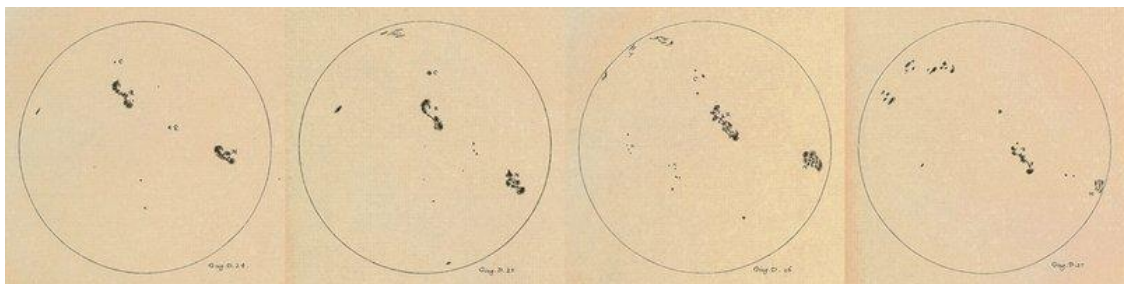
Συναισθηματικοί

- Να εφαρμόσουν την απλή εξίσωση για τη μέση ταχύτητα σε ένα πραγματικό αστρονομικό φαινόμενο, προκειμένου να καθοριστεί η περίοδος περιστροφής του Ήλιου.
- Να βελτιωθεί η στάση τους απέναντι στην επιστήμη.

Προσανατολισμός - διατύπωση ερωτημάτων, Σχεδιασμός και διερεύνηση

1. Εισαγωγή

- Εμπλέξτε τους μαθητές στο ιστορικό πλαίσιο αυτής της δραστηριότητας, λέγοντάς τους πώς ο Γαλιλαίος «απροσδόκητα» ανακάλυψε κινούμενες ηλιακές κηλίδες στον Ήλιο.
- Πείτε τους πώς, την εποχή του Γαλιλαίου, οι ουρανοί θεωρούνταν «ακίνητοι και άψογοι». Αλλά ο Γαλιλαίος ήταν περιέργος και αποφασισμένος να δοκιμάσει ιδέες μόνοι του. Όταν έστρεψε το τηλεσκόπιό του προς τον Ήλιο, ανακάλυψε, προς μεγάλη του έκπληξη, ότι ο Ήλιος είχε σκοτεινές κηλίδες και ότι από τη μια μέρα στην άλλη, αυτές κινούνταν κατά μήκος της ηλιακής επιφάνειας.
- Διανείμετε στην τάξη αντίγραφα των σχεδίων του Γαλιλαίου που παρουσιάζονται στο σχήμα 2.



Εικ. 2: Σχέδια του Γαλιλαίου από τις 24 έως τις 27 Ιουνίου 1613. Σημειώστε ότι ο ηλιακός βόρειος πόλος δεν είναι προσανατολισμένος ευθεία προς τα πάνω, όπως συμβαίνει συνήθως στις σύγχρονες επιστημονικές εικόνες.

- Ρωτήστε τους τι πιστεύουν ότι θα μπορούσαν να είναι αυτές οι ηλιακές κηλίδες και πείτε τους ότι ο ίδιος ο Γαλιλαίος ήταν προβληματισμένος (γνωρίζουμε μόνο τη «μαγνητική» φύση τους από το 1905, βλ. Ιστορικό).
- Ρωτήστε τους γιατί πιστεύουν ότι οι ηλιακές κηλίδες φαίνεται να κινούνται.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το δωρεάν λογισμικό αστρονομίας για την τάξη Salsaj (δείτε "Πώς να δημιουργήσετε ένα κινούμενο σχέδιο με πολλές εικόνες" στο <http://eu-hou.net/index.php/salsaj-software-mainmenu-9/manual-salsaj-2>)
- Κάντε τους μαθητές να σκεφτούν την ιδέα της μέτρησης της περιόδου περιστροφής και πώς να το κάνουν.

Ρωτήστε τους: - Γνωρίζοντας ότι ο Ήλιος περιστρέφεται, τι θα μπορούσαμε να προσπαθήσουμε να μετρήσουμε; - Εάν είχατε αυτές τις εικόνες (αυτές που εμφανίζονται στην ταινία) στα χέρια σας, πώς νομίζετε ότι θα μπορούσατε να καθορίσετε την περίοδο περιστροφής; *Θα μπορούσαν να πουν ότι θα μπορούσαμε να περιμένουμε μια ηλιακή κηλίδα να κάνει μια πλήρη περιστροφή και να επανεμφανιστεί στην ίδια θέση. Δυστυχώς, οι περισσότερες ηλιακές κηλίδες δεν*

«ζουν» τόσο πολύ. - Τι θα γινόταν αν μπορούσατε να μετρήσετε τη μέση ταχύτητα μιας ηλιακής κηλίδας;

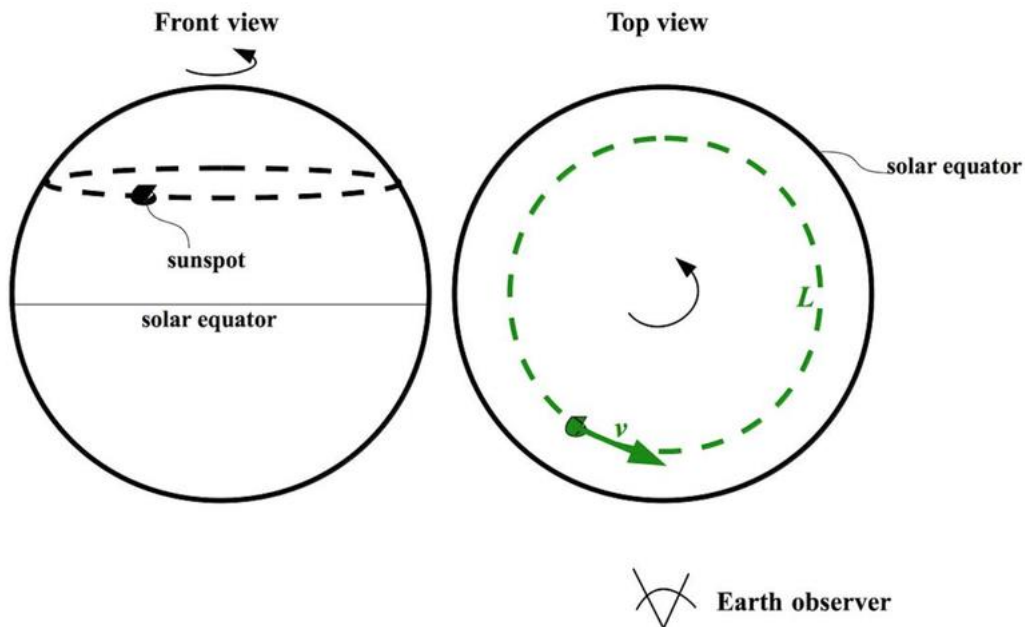
- Ομαδοποιήστε τους μαθητές σε ζεύγη και δώστε σε κάθε ζευγάρι ένα παράδειγμα ενός εκτυπωμένου συνόλου δεδομένων (τουλάχιστον δύο εικόνες) ή δείξτε τους πώς να βρουν τις εικόνες στον υπολογιστή εάν κάνουν τη δραστηριότητα ηλεκτρονικά (www.solarmonitor.org).
- Τώρα που οι μαθητές είναι πεπεισμένοι ότι ο Ήλιος είναι ένα περιστρεφόμενο ουράνιο σώμα, το καθήκον τους ως επιστήμονες θα είναι να υπολογίσουν όσο το δυνατόν ακριβέστερα τον χρόνο που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί μια πλήρης περιστροφή, που ονομάζουμε περίοδο περιστροφής T.

2. Μοντελοποίηση της τροχιάς των ηλιακών κηλίδων

Μοντέλο – Θα υποθέσουμε ότι ο Ήλιος είναι απόλυτα σφαιρικός και ότι περιστρέφεται ως στερεό σώμα με σταθερό ρυθμό. Σε αυτή την περίπτωση, οι ηλιακές κηλίδες στην ηλιακή επιφάνεια κινούνται με σταθερή ταχύτητα.

Με αυτό το απλό μοντέλο, ο υπολογισμός της περιόδου περιστροφής ισοδυναμεί με τον προσδιορισμό του χρόνου που απαιτείται για μια ηλιακή κηλίδα να ολοκληρώσει μια πλήρη στροφή γύρω από τον Ήλιο.

Οι μαθητές θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουν πώς μπορούμε να περιγράψουμε την κίνηση μιας ηλιακής κηλίδας σε έναν σφαιρικό Ήλιο και πώς η περίοδος περιστροφής σχετίζεται με την ταχύτητα και το μήκος τροχιάς της ηλιακής κηλίδας.



Εικόνα 3: Σκίτσο της τροχιάς μιας ηλιακής κηλίδας όπως φαίνεται από τη Γη (μπροστινή όψη), και η ίδια τροχιά αν μπορούσαμε να δούμε τον Ήλιο σε κάτοψη, αποδεικνύοντας μια κυκλική τροχιά (με πράσινο χρώμα).

- Σχεδιάστε σχηματικές παραστάσεις του Ήλιου μαζί με μια ηλιακή κηλίδα και την τροχιά της όπως φαίνεται από μπροστά (δηλαδή όπως θα την βλέπαμε από τη Γη). Βλέπε σχήμα 4.
- Αφήστε τους μαθητές να ολοκληρώσουν την κάτοψη (δηλαδή αν κοιτάζαμε τον Ήλιο από πάνω από τον Βόρειο πόλο του) και να προσθέσουν την τροχιά της ηλιακής κηλίδας που απεικονίζεται στην μπροστινή όψη (με πράσινο χρώμα στην παρακάτω εικόνα). Θα σημειώσουμε το μήκος αυτής της τροχιάς ως L . Ποιο είναι το σχήμα αυτής της τροχιάς; Το σχήμα 3 δείχνει τη σωστή κυκλική τροχιά ως διακεκομμένη πράσινη γραμμή.
- Ρωτήστε τους μαθητές: Αν γνώριζαν την ταχύτητα μιας ηλιακής κηλίδας v και το μήκος της τροχιάς L , πώς θα μπορούσαν να υπολογίσουν την περίοδο περιστροφής του Ήλιου; Θα σημειώσουμε αυτή την περίοδο ως T .
- Αφήστε τους μαθητές να γράψουν την εξίσωσή τους για το T : θα πρέπει να βρουν $T = L/v$.
- Γράψτε την εξίσωσή τους με μεγάλα γράμματα στον πίνακα.
- Εξηγήστε στους μαθητές ότι σε αυτό το πρόβλημα, το L και το v είναι άγνωστα. Πώς να τα βρείτε; Θα πρέπει να τα μετρήσουν από τις εικόνες.
- Ζητήστε από τους μαθητές να ελέγξουν τις μονάδες στην εξίσωση: Για να υπολογίσουν την περίοδο περιστροφής με την εξίσωσή τους, πρέπει να γνωρίζουν την κλίμακα των εικόνων (δηλαδή να έχουν αποστάσεις σε km), ή μπορούν απλά να χρησιμοποιήσουν ένα χάρακα και να μετρήσουν αποστάσεις σε cm και ταχύτητες σε cm/h . Οι μαθητές θα πρέπει να διαπιστώσουν ότι οι μονάδες απόστασης ακυρώνονται στην εξίσωση για το T .

3. Μέτρηση της ταχύτητας μιας κηλίδας

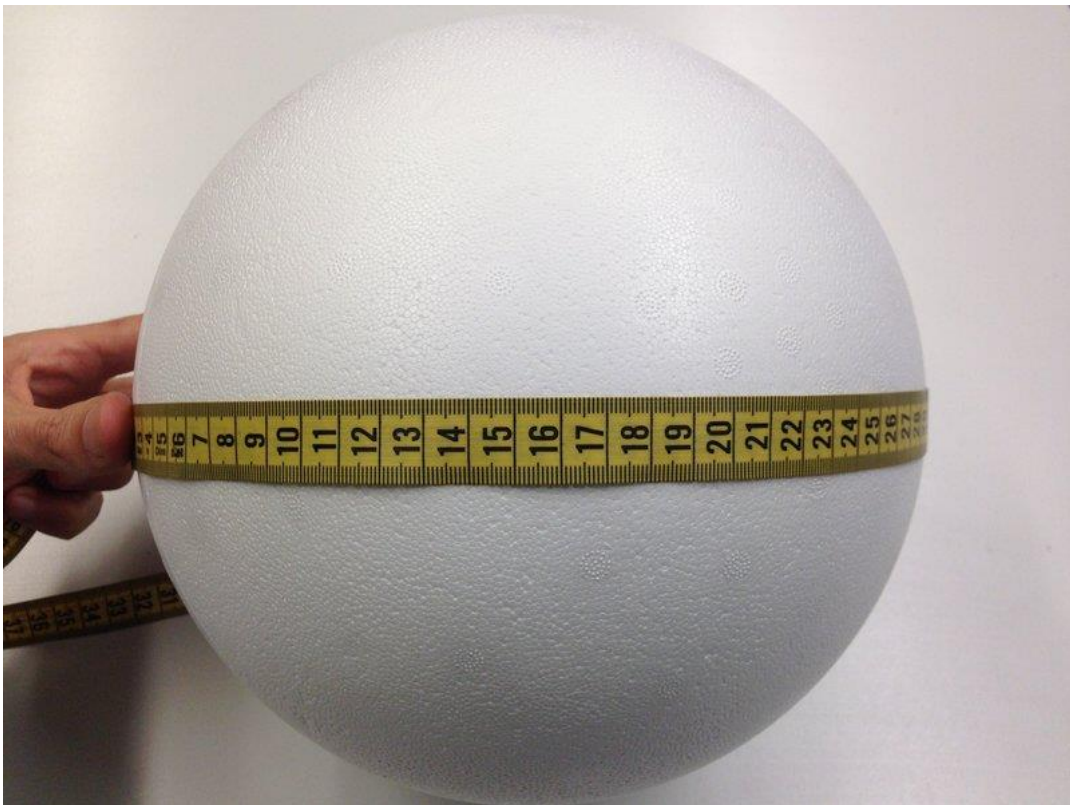
Για να ωφεληθεί η τελική συζήτηση, είναι καλύτερο κάθε ομάδα μαθητών να εργαστεί με διαφορετική ηλιακή κηλίδα, προκειμένου να συγκρίνει τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικά σημεία.

- Ανάλογα με τον αριθμό των μαθητών και το χρονοδιάγραμμα δραστηριότητας, μπορείτε είτε να τους αφήσετε να επιλέξουν έναν αριθμό ηλιακής κηλίδας (που υποδεικνύεται στις εικόνες) μέσα στο πλήρες σύνολο δεδομένων είτε να εκχωρήσετε έναν αριθμό ηλιακής κηλίδας σε κάθε ζευγάρι μαθητών από την αρχή. Στην τελευταία περίπτωση, αρκεί να τους δοθούν δύο διαδοχικές εικόνες που απεικονίζουν το σημείο αυτό κοντά στο κέντρο του δίσκου.
- Εάν δεν αντιστοιχίσατε μια συγκεκριμένη ηλιακή κηλίδα σε κάθε ομάδα, πείτε στους μαθητές να κοιτάζουν το σύνολο δεδομένων, να επιλέξουν μια ηλιακή κηλίδα και να βρουν τον 5ψήφιο αριθμό της. Βεβαιωθείτε ότι διαφορετικά ζευγάρια μαθητών επέλεξαν διαφορετικές ηλιακές κηλίδες (γράψτε τις στον πίνακα ή σε ένα υπολογιστικό φύλλο google εάν μπορείτε να το προβάλετε).

- Πείτε τους να κοιτάζουν διαδοχικές εικόνες αυτού του σημείου και να σκεφτούν πώς θα μπορούσαν να μετρήσουν τη μέση ταχύτητα αυτού του σημείου σε [cm/h].
- Υποθέτοντας ότι οι ηλιακές κηλίδες κινούνται με σταθερή ταχύτητα στην επιφάνεια του Ήλιου, η στιγμιαία ταχύτητά τους ανά πάσα στιγμή είναι ίση με τη μέση ταχύτητά τους. Στη συνέχεια, μπορούμε απλά να εφαρμόσουμε την εξίσωση της μέσης ταχύτητας μεταξύ δύο εικόνων :

$v = d/t = (\text{απόσταση που διανύθηκε μεταξύ των δύο εικόνων}) / (\text{χρόνος που πέρασε μεταξύ των εικόνων})$ [cm/h]

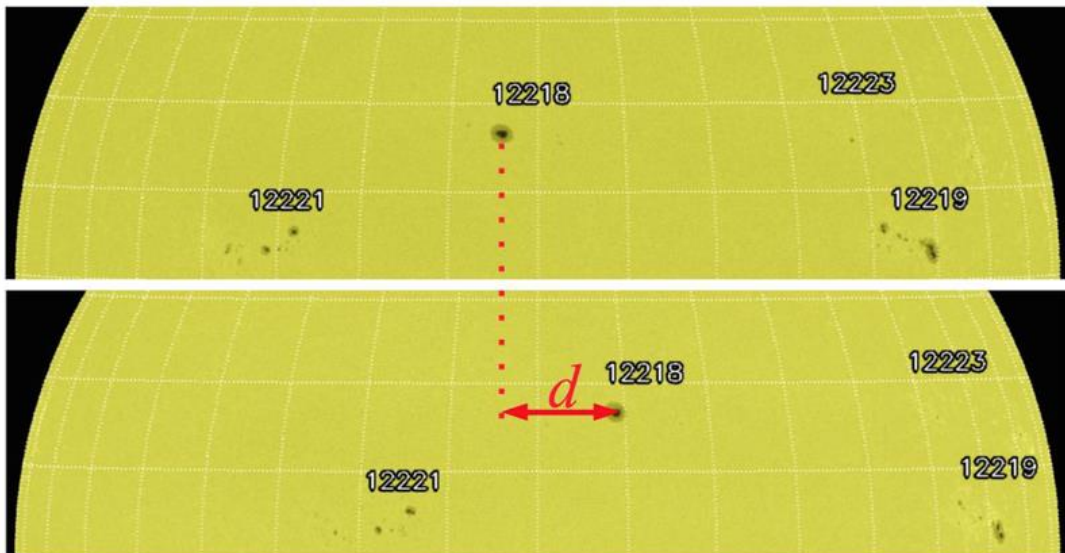
- Χρησιμοποιώντας μία μεζούρα σε μια μπάλα, (προσομοίωση του Ήλιου) όπως στην εικόνα 4, ρωτήστε τους μαθητές πού είναι ευκολότερο να διαβάσουν τον χάρακα για να υπολογίσουν τις αποστάσεις: κοντά στο κέντρο ή κοντά στην άκρη της μπάλας; Αυτό θα πρέπει να καθοδηγήσει τους μαθητές στην ιδέα της λήψης δύο διαδοχικών εικόνων μιας ηλιακής κηλίδας κοντά στο κέντρο του δίσκου. Διαφορετικά, οι αποστάσεις θα εμφανίζονται μειωμένες. Για τον ίδιο λόγο, είναι καλύτερο οι εικόνες να μην απέχουν πολύ χρονικά (στην περίπτωση αυτού του συνόλου δεδομένων, ο ελάχιστος διαχωρισμός είναι μία ημέρα).



Εικόνα 4: Ένας εύκαμπτος χάρακας σε μια σφαίρα δείχνει ότι σε μια εικόνα ενός σφαιρικού αντικειμένου, μόνο οι αποστάσεις που μετρούνται κοντά στο κέντρο του δίσκου είναι ακριβείς, επειδή οι αποστάσεις πιο κοντά στο άκρο είναι μειωμένες.

Από εδώ, οι ομάδες μαθητών μπορούν να ακολουθήσουν αυτά τα βήματα:

- 1) Επιλέξτε δύο διαδοχικές εικόνες της αριθμημένης ηλιακής κηλίδας τους κοντά στο κέντρο του δίσκου.
- 2) Σκεφτείτε μια μέθοδο για να μετρήσετε όσο το δυνατόν ακριβέστερα την απόσταση που διανύθηκε d (cm) από το σημείο μεταξύ των δύο διαδοχικών εικόνων, με τη βοήθεια ενός χάρακα. Για παράδειγμα, το Σχήμα 5 δείχνει τη μετατόπιση της ηλιακής κηλίδας 12218 μεταξύ 29 και 30 Νοεμβρίου. (Με την έντυπη έκδοση της δραστηριότητας, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το αριστερό άκρο των εικόνων ως αναφορά για να τοποθετήσουν τον χάρακα ή τις λευκές γραμμές γεωγραφικού μήκους στις εικόνες ως βοήθεια για να τοποθετήσουν τους χάρακες τους.)
- 3) Βρείτε το χρονικό διάστημα t (h) μεταξύ των δύο διαδοχικών εικόνων (ο χρόνος κατά τον οποίο τραβήχτηκε μια εικόνα υποδεικνύεται στην κορυφή κάθε εικόνας).
- 4) Υπολογίστε την ταχύτητα v .
- 5) Γράψτε τις μετρήσεις στον πίνακα ή σε ένα υπολογιστικό φύλλο google.

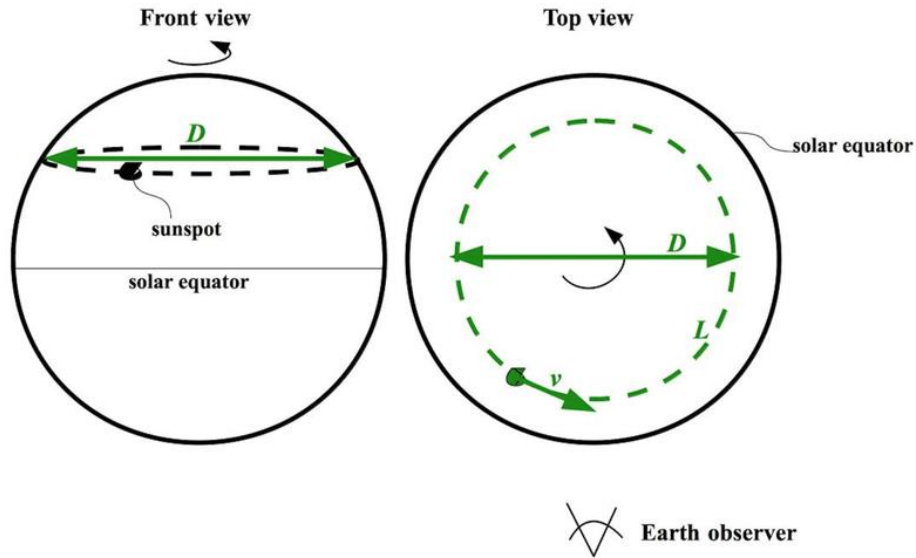


Σχήμα 5: Μέτρηση μετατόπισης. Το γράμμα "d" αντιπροσωπεύει την απόσταση που διανύει ένα σημείο μεταξύ δύο διαδοχικών εικόνων (δείτε το κείμενο για περισσότερες πληροφορίες).

4. Μέτρηση του μήκους της τροχιάς

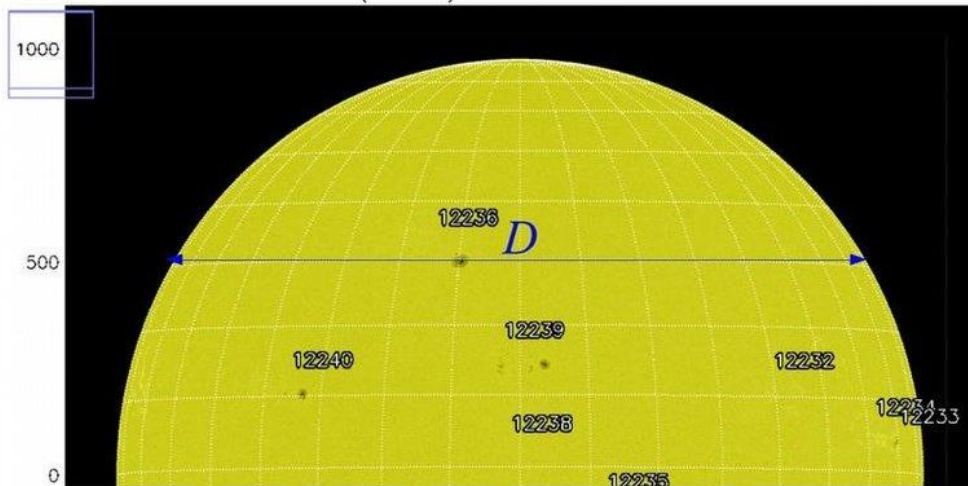
Οι μαθητές θα πρέπει:

- Να σχεδιάσουν τη διάμετρο D της τροχιάς στην μπροστινή και την επάνω όψη των σκίτσων που έκαναν στην αρχή της δραστηριότητας (βλ. Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Σκίτσο της πλήρους διαμέτρου που διανύεται από μια ηλιακή κηλίδα.

- Μετρήστε τη διάμετρο D της τροχιάς της ηλιακής κηλίδας στις εικόνες όπως φαίνεται στο σχήμα 7. Πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέτρηση για τον υπολογισμό του μήκους της τροχιάς L . Οι μαθητές αναμένεται να χρησιμοποιήσουν τη σχέση περιμέτρου-διαμέτρου για έναν κύκλο: $L = \pi D$



Σχήμα 7: Μέτρηση της διαμέτρου D της τροχιάς του σημείου (σε αυτή την περίπτωση της ηλιακής κηλίδας 12236)

5. Υπολογισμός της περιόδου περιστροφής

- Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις προηγούμενες μετρήσεις τους για να υπολογίσουν την περίοδο περιστροφής T σε ώρες και σε επίγειες ημέρες (1 ημέρα = 24 ώρες) χρησιμοποιώντας τον τύπο: $T = L/v$.
- Όταν τελειώσουν, οι μαθητές θα πρέπει να γράψουν όλες τις τιμές τους στον πίνακα μαυροπίνακα ή στο υπολογιστικό φύλλο Google.
- Η χρήση του μαυροπίνακα ή ενός υπολογιστικού φύλλου Google θα κάνει όλα τα αποτελέσματά τους ορατά στην τάξη και θα διευκολύνει τη συζήτηση (δείτε τον Πίνακα 1 για παράδειγμα).

Sunspot number	d (cm)	t_{el} (h)	v (cm/h)	D (cm)	L (cm)	T (h)	T (d)
12216	1,3	24	0,054	10,9	34,2	632,2	26,3
12217	1,2	24	0,050	10,6	33,3	666,0	27,8
12218	1,2	24	0,050	10,9	34,2	684,9	28,5
12222	1,2	24	0,050	10,6	33,3	666,0	27,8
12227	1,3	24	0,054	11,3	35,5	655,4	27,3
12234	1,4	24	0,058	11,3	35,5	608,6	25,4
12235	1,3	24	0,054	11,3	35,5	655,4	27,3
12237	1,2	24	0,050	11,1	34,9	697,4	29,1
12239	1,3	24	0,054	11,0	34,6	638,0	26,6
12236	0,7	14	0,050	9,7	30,5	609,5	25,4
12242	0,8	14	0,057	10,9	34,2	599,3	25,0
12241	1,4	24	0,058	11,2	35,2	603,2	25,1
							26,8

Πίνακας 1: Μετρήσεις που έγιναν για όλες τις ηλιακές κηλίδες που ήταν κοντά στο κέντρο του δίσκου για δύο συνεχόμενες ημέρες. Η μέση τιμή του T είναι 26,8 επίγειες ημέρες για αυτό το σύνολο δεδομένων.

6. Σύγκριση και συζήτηση των μετρήσεων

Τώρα οι ομάδες μαθητών θα συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους μεταξύ τους και με την επίσημη τιμή της περιόδου. Θα πρέπει να λαμβάνουν τιμές περιόδου εναλλαγής κοντά σε 26 ή 27 ημέρες, διαφορετικά, ελέγξτε για σφάλματα υπολογισμού.

Επίσης, δώστε προσοχή στο αν οι μαθητές έχουν επιλέξει εικόνες όπου το σημείο τους είναι κοντά στο κέντρο του δίσκου, διαφορετικά θα υποτιμήσουν την απόσταση που διανύουν τα σημεία μεταξύ των δύο εικόνων και επομένως θα υποτιμήσουν την ταχύτητα και θα υπερεκτιμήσουν την περίοδο περιστροφής (βλ. παρακάτω).

- Δείξτε τους την επίσημη τιμή από τη Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_rotation) ή τη NASA (https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/science/solar-rotation.html) ή πείτε τους να την αναζητήσουν εάν βρίσκονται σε υπολογιστή. Πρέπει να αναζητήσετε την "συνοδική" περίοδο περιστροφής (περίπου 27 ημέρες).

Πόσο κοντά είναι από την επίσημη τιμή;

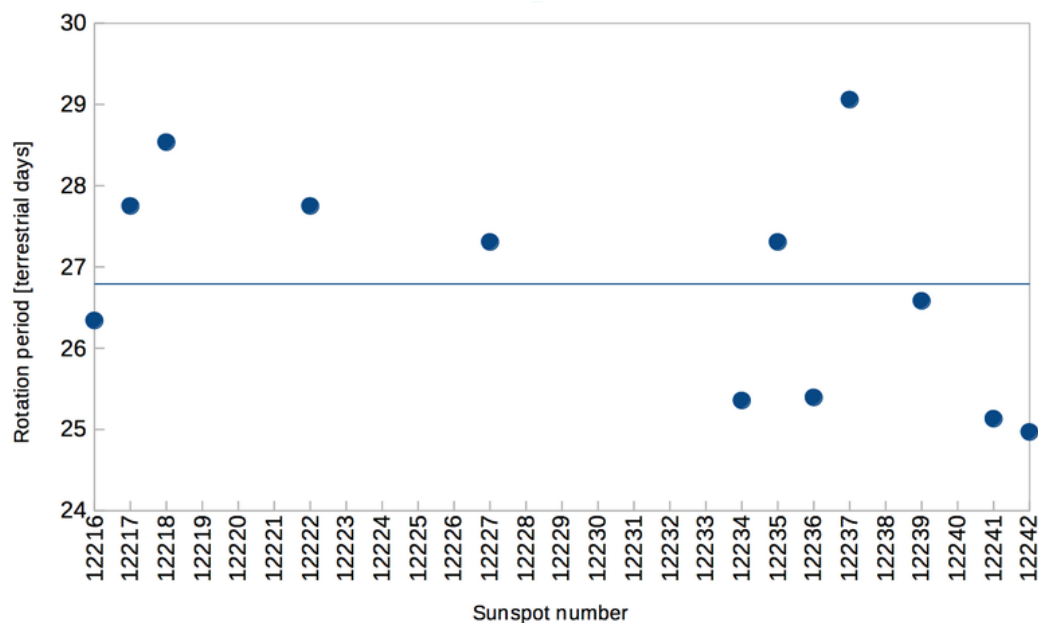
Μπορείτε να τους κάνετε να υπολογίσουν ένα σχετικό σφάλμα.

- Ζητήστε τους να εξετάσουν όλα τα αποτελέσματα του T: Συμφώνησαν όλα τα ζευγάρια μαθητών στην ίδια τιμή; Ας μάθουμε γιατί!
- Κάθε ομάδα πρέπει να εξηγήσει στην υπόλοιπη τάξη πώς πραγματοποίησε τη μέτρησή της (ειδικά της απόστασης που διανύθηκε d).

Μπορείτε να βρείτε κάποια σφάλματα μέτρησης ή σφάλματα υπολογισμού;

Ως επιστήμονες, είναι σημαντικό να συζητήσουμε γιατί δεν λάβαμε ούτε μία «αληθινή» απάντηση στο ερώτημά μας. Η πειραματική φύση της επιστήμης σημαίνει ότι ποτέ δεν παίρνουμε μια μοναδική απάντηση. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων μεταβάλλονται είτε επειδή το ίδιο το φαινόμενο παρουσιάζει διακυμάνσεις είτε επειδή εμείς αλλάζουμε στον τρόπο μέτρησης των πραγμάτων. Ας εξετάσουμε λοιπόν τις εξηγήσεις για τις αποκλίσεις.

- Εάν καταγράψατε τις μετρήσεις των μαθητών σε ένα υπολογιστικό φύλλο, μπορείτε να σχεδιάσετε τις τιμές του T σε συνάρτηση με τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων για να τους κάνετε να δουν τη διασπορά στα αποτελέσματά τους (βλ. Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Περίοδος περιστροφής έναντι αριθμού ηλιακών κηλίδων για όλες τις κηλίδες που μετρήθηκαν στον Πίνακα 1. Η οριζόντια γραμμή είναι η μέση τιμή του συνόλου δεδομένων.

- Κάντε τους μαθητές να σκεφτούν το φαινόμενο της ηλιακής περιστροφής και το μοντέλο που χρησιμοποίησαν για να το περιγράψουν:

Σκεφτείτε το μοντέλο με το οποίο σκεφτήκαμε να ξεκινήσουμε... Μπορούμε πραγματικά να μοντελοποιήσουμε τον Ήλιο ως ένα άκαμπτο σώμα; Γιατί ή γιατί όχι;

Τι γίνεται με τις ηλιακές κηλίδες, φαίνονται ακριβώς οι ίδιες σε δύο συνεχόμενες ημέρες; Γιατί ή γιατί όχι;

Οι επιστήμονες έχουν δείξει ότι η περίοδος περιστροφής είναι μεγαλύτερη κοντά στους πόλους (αστρική περίοδος περιστροφής έως 38 ημέρες) από ό, τι στον ισημερινό (περίπου 25 ημέρες), ένα φαινόμενο που ονομάζεται διαφορική περιστροφή ή μη άκαμπτη περιστροφή. Ωστόσο, οι μαθητές δεν θα μπορούν να το δουν καθαρά στο σύνολο δεδομένων σας, επειδή τα περισσότερα σημεία βρίσκονται κοντά στον ισημερινό.

- Ρωτήστε τους μαθητές: Πώς μπορούμε να συνδυάσουμε όλες τις μετρήσεις για να τις συγκρίνουμε με την επίσημη τιμή;

Μπορούμε να υπολογίσουμε μια μέση τιμή και την αβεβαιότητά της. Σε σχολικό επίπεδο, η αβεβαιότητα μπορεί απλά να εκληφθεί ως «διασπορά», φροντίζοντας να αφαιρεθούν οι ακραίες μετρήσεις: (μέγιστη τιμή - ελάχιστη τιμή)/2. Εδώ βρίσκουμε μια διασπορά ± 2 ημερών (μια πιο σωστή τυπική απόκλιση αποδίδει 1,4 ημέρες).

- Υπολογίστε κατά μέσο όρο τις μετρήσεις του T που λαμβάνονται από όλες τις ομάδες για να πάρετε έναν μέσο όρο κατηγορίας (βλ. Πίνακα 1 και Σχήμα 9). Συγκρίνετε ξανά με την επίσημη τιμή.

Πόσο κοντά είναι στην επίσημη τιμή;

Συμφωνούν μέσα στην αβεβαιότητα των μετρήσεών μας; Αυτό είναι μεγάλη ομαδική εργασία!

- Κάντε τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι κατάφεραν να μετρήσουν την περίοδο περιστροφής ενός αστέρα χρησιμοποιώντας μόνο μία Κινηματική εξίσωση (μέση ταχύτητα)!
- Κάντε τους μαθητές να προβληματιστούν σχετικά με τη σημασία της μέσης τιμής του T:

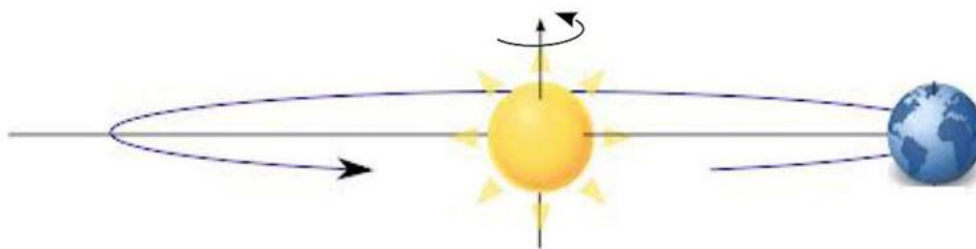
Συγκρίνετε την περίοδο περιστροφής του Ήλιου που υπολογίσατε με την περίοδο περιστροφής της Γης: είναι μικρότερη; Έχει νόημα για εσάς (σκεφτείτε τα σχετικά μεγέθη);

Ας υποθέσουμε ότι είστε ηλιακός φυσικός και βρείτε μια νέα ηλιακή κηλίδα που εμφανίζεται κοντά στο αριστερό περίγραμμα του ηλιακού δίσκου. Πόσο καιρό πρέπει να παρατηρήσετε αυτό το σημείο πριν εξαφανιστεί στη δεξιά πλευρά;

- Τέλος, ας αμφισβητήσουμε την άποψη του παρατηρητή σχετικά με τη μέση περίοδο εναλλαγής. Αντιπροσωπεύει πραγματικά το χρόνο που χρειάζεται πραγματικά ο Ήλιος για να περιστραφεί στον εαυτό του, ή είναι επίσης θέμα της προοπτικής του παρατηρητή; Σκεφτείτε το γεγονός ότι οι εικόνες ελήφθησαν από τη Γη, η οποία περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο.

Δεδομένου ότι δεν έχουμε λάβει υπόψη την κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο στους υπολογισμούς μας, το μόνο που μπορούμε να πούμε είναι ότι όπως φαίνεται από τη Γη (σε αυτή την περίπτωση, από τον δορυφόρο SDO που περιφέρεται γύρω από τη Γη), ένα χαρακτηριστικό στην επιφάνεια του Ήλιου ολοκληρώνει μια περιστροφή γύρω από τον Ήλιο σε περίπου 27 γήινες ημέρες (η οποία ονομάζεται "συνοδική" περίοδος περιστροφής). Ωστόσο, επειδή η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο προς την ίδια κατεύθυνση που περιστρέφεται ο Ήλιος (βλ. Σχήμα 9), αυτή

η περίοδος περιστροφής όπως φαίνεται από τη Γη είναι μεγαλύτερη από την περίοδο περιστροφής του Ήλιου που φαίνεται από έναν στατικό παρατηρητή, η οποία είναι περίπου 25 ημέρες (που ονομάζεται «αστρική» περίοδος περιστροφής).



Εικόνα 9: Σκίτσο που δείχνει πώς η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο προς την ίδια κατεύθυνση με την περιστροφή του Ήλιου.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές ξεκινούν τη δραστηριότητα με κάποιες ενδείξεις ότι το αστέρι μας, ο Ήλιος, περιστρέφεται επίσης γύρω από τον άξονά του, όπως η Γη. Με στόχο τον προσδιορισμό της περιόδου περιστροφής του Ήλιου, χρησιμοποιούν σύγχρονες δορυφορικές εικόνες του Ήλιου και εφαρμόζουν απλές έννοιες κινηματικής (μέση ταχύτητα) και γεωμετρίας (περίμετρος κυκλικής τροχιάς).

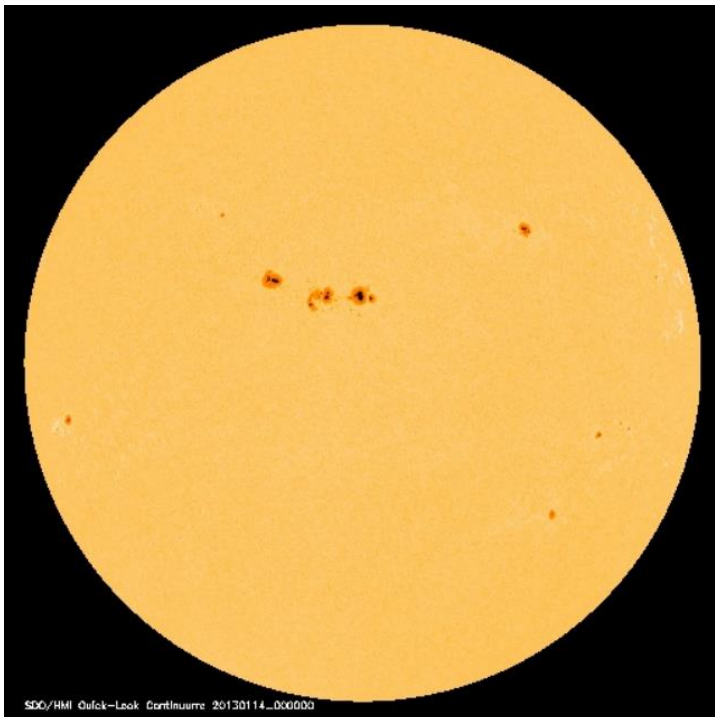
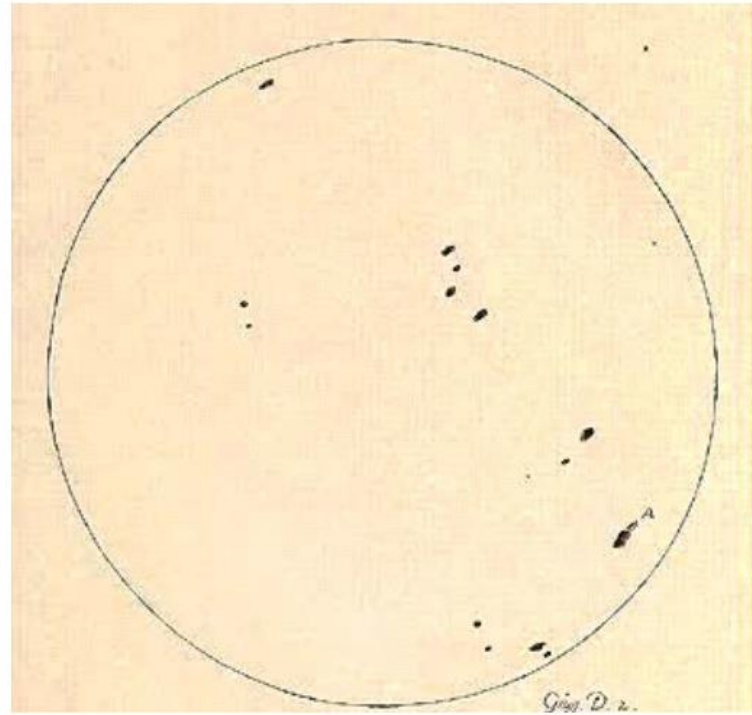
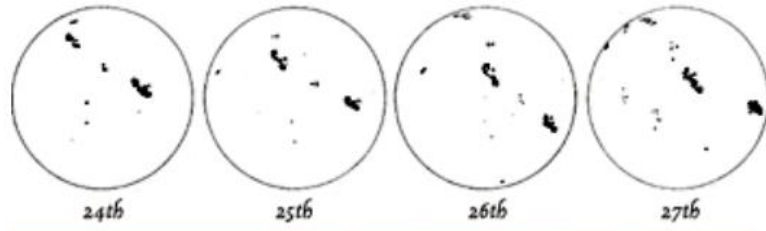
Βρίσκοντας μια τιμή κοντά στην επίσημη συνοδική τιμή των 27 ημερών, συνειδητοποιούν πόσο ισχυρές είναι οι κινηματικές εξισώσεις για να περιγράψουν την κίνηση.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματά τους, συνειδητοποιούν επίσης τη διασπορά τους και τις πιθανές πηγές της: σφάλματα μέτρησης από αυτούς και μη άκαμπτη περιστροφή από τον Ήλιο.

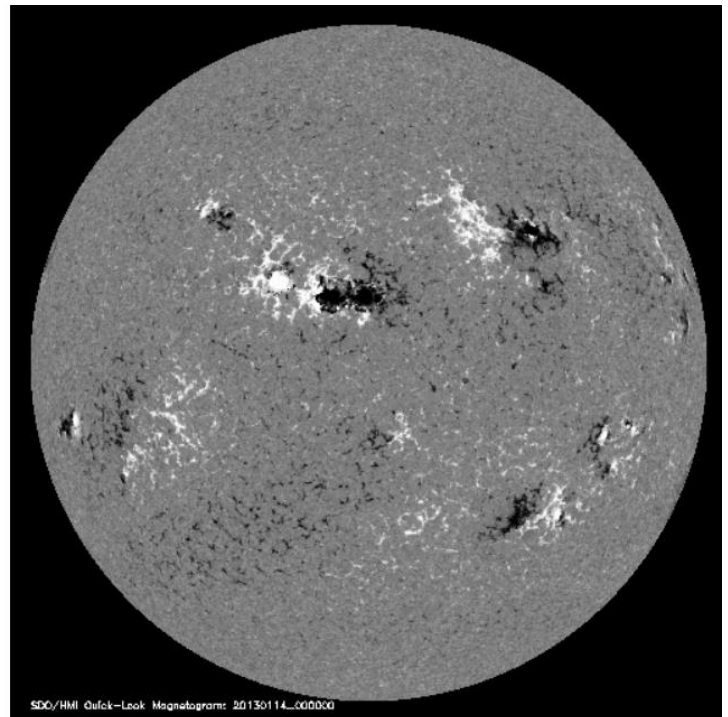


Galileo portrait in crayon by Leon.

Sunspots drawn by Galileo, June 1612



SDO/HMI Quick-Look Continuum: 20130114_000000



SDO/HMI Quick-Look Magnetogram: 20130114_000000