



# Γεωμετρικοί μετασχηματισμοί

## Φενακιστοσκόπιο: περιστροφές και κινούμενα σχέδια

Τα φενακιστοσκόπια είναι οπτικά παιχνίδια του 19ου αιώνα που δημιουργούν την ψευδαίσθηση της κίνησης. Θα λέγαμε δηλαδή ότι είναι τα πρώτα κινούμενα σχέδια.

Ας δούμε μερικά ερωτήματα και απαντήσεις:

### A. Πώς λειτουργεί;

Το φενακιστοσκόπιο είναι ένας κυκλικός δίσκος που περιφερειακά έχει σχισμές σε ίσες αποστάσεις. Για να δούμε την κινούμενη εικόνα, αφενός περιστρέφουμε επανειλημμένα το φενακιστοσκόπιο γύρω από το κέντρο του και αφετέρου βλέπουμε το είδωλό του σε έναν καθρέπτη, αλλά με την ματιά μας να διέρχεται μέσα από τις σχισμές του. Λίγη εξάσκηση χρειάζεται για αυτό το «κρυφοκοίταγμα», για όσους δεν έχουν κοιτάξει ποτέ μέσα από κλειδαρότρυπα, αρχικά χωρίς τον καθρέπτη.

### B. Μπορούμε να φτιάξουμε ένα φενακιστοσκόπιο;

Δεν χρειάζεται να είστε καλλιτέχνες για να κατασκευάσετε ένα απλό φενακιστοσκόπιο. Ας δούμε τι χρειάζεστε από υλικά και δεξιότητες και αργότερα θα σας καθοδηγήσουμε να σχεδιάσετε το δικό σας φενακιστοσκόπιο:

#### Υλικά:

- χοντρό χαρτόνι
- χαρτί μεγέθους A4
- ψαλίδι ή κοπίδι
- κόλλα
- ένα ξύλινο ραβδί (ή μολύβι με γομολάστιχα για μικρότερα φενακιστοσκόπια)
- μια πινέζα
- γεωμετρικά όργανα και μολύβι

#### Δεξιότητες:

- να ξέρετε να διαιρείτε έναν κύκλο σε ίσα τόξα (σχεδιάζοντας ίσες επίκεντρες γωνίες με μοιρογνωμόνιο)
- να σχεδιάζετε κύκλους με διαβήτη

## Σύνθεση:

1. Σχεδιάζουμε το φενακιστοσκόπιο στο χαρτί, το οποίο το κόβουμε πρόχειρα για να το κολλήσουμε στο χαρτόνι (παρακάτω δίνονται και δύο έτοιμα σχέδια).
2. Με πολλή προσοχή, κόβουμε με το ψαλίδι το χαρτόνι, ακολουθώντας το περίγραμμα του δίσκου. Έπειτα κόβουμε και τις σχισμές του φενακιστοσκόπιου με το κοπίδι.
3. Με την πινέζα τρυπάμε το κέντρο του δίσκου και την στερεώνουμε στο ξύλο ή στη γομολάστιχα του μολυβιού, αλλά αφήνοντας μικρό περιθώριο για την ομαλή περιστροφή του δίσκου.

## Γ. Συζητάμε για σχέδια και τις κινήσεις που προκαλούν

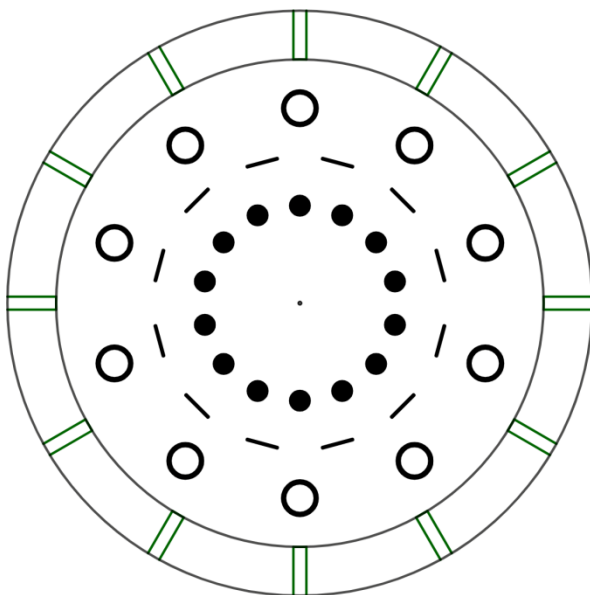
Η κίνηση της περιστροφής είναι η πιο απλή. Έχει όμως τα μυστικά της. Δείτε το παρακάτω φενακιστοσκόπιο και τα σχέδια επάνω σε αυτό και παρατηρήστε:

- Έχει 12 σχισμές
- Οι μεγάλοι λευκοί κύκλοι έχουν την διάταξη κορυφών κανονικού 10-γώνου.
- Οι μικρότεροι μαύροι κύκλοι έχουν την διάταξη κορυφών κανονικού 14-γώνου.
- Τα ευθύγραμμα τμήματα ανάμεσα στις δύο ομάδες κύκλων έχουν την διάταξη πλευρών κανονικού 12-γώνου.

## Τι κίνηση θα παρατηρήσουμε στον καθρέπτη;

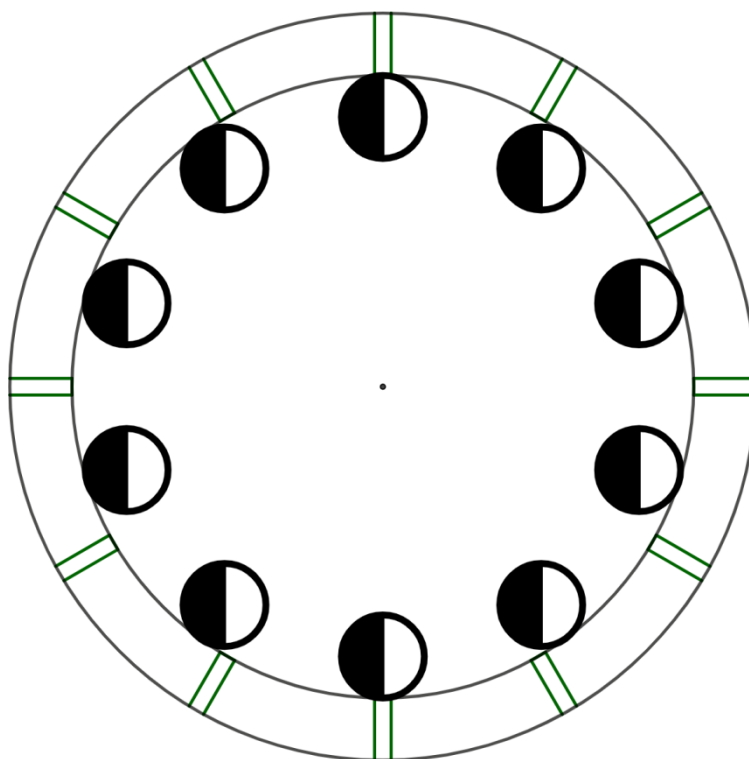
Επειδή βλέπουμε μέσα από τις 12 σχισμές το είδωλο,

- οι σχισμές και τα τμήματα που έχουν διάταξη κανονικού 12-γώνου θα παραμένουν ακίνητα,
- οι δύο ομάδες κύκλων θα περιφέρονται γύρω από το κέντρο του φενακιστοσκόπιου με αντίθετη φορά, αφού το πλήθος τους είναι στην μία ομάδα μεγαλύτερο του 12 (14) και στην άλλη ομάδα μικρότερο του 12 (10).



Και εδώ έχουμε μια ομάδα κύκλων, 10 στο πλήθος, άρα θα φαίνεται να περιφέρονται γύρω από το κέντρο του φενακιστοσκόπιου.

Όμως, παρατηρήστε την διχρωμία. Μάλιστα, όλοι οι κύκλοι είναι μεταφορά ενός κύκλου. Αυτό έχει ως συνέπεια να φαίνεται στον καθρέπτη ότι **οι κύκλοι κυλιόνται μέσα στον μεγαλύτερο κύκλο-όριο του φενακιστοσκόπιου**



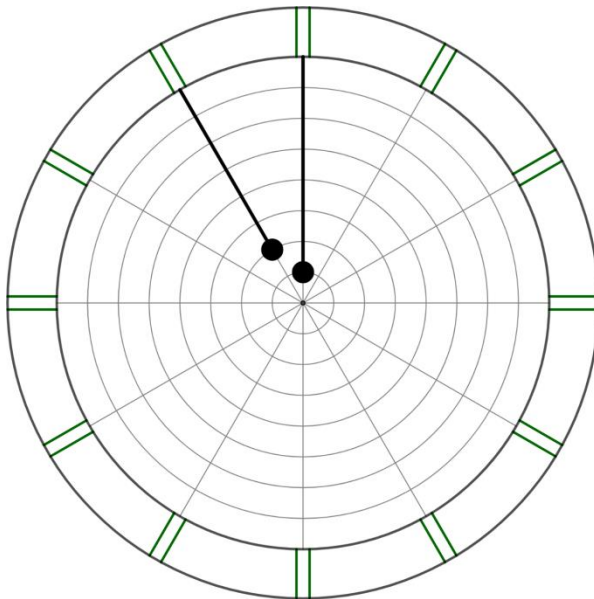
#### **Δ. Η δική σας κατασκευή για την ευθύγραμμη κίνηση:**

Παρατηρήστε ότι διαιρέσαμε τον δίσκο του φενακιστοσκόπιου με 12 ακτίνες και 7 ομόκεντρους κύκλους. Δύο διαδοχικές ακτίνες σχηματίζουν γωνία  $30^\circ$ , ενώ οι ακτίνες των ομόκεντρων κύκλων έχουν σταθερή αύξηση (από τον μικρότερο στον μεγαλύτερο). Θυμηθείτε ότι τόσο οι κύκλοι όσο και οι ακτίνες θα φαίνονται ακίνητοι κατά την περιστροφή του φενακιστοσκόπιου.

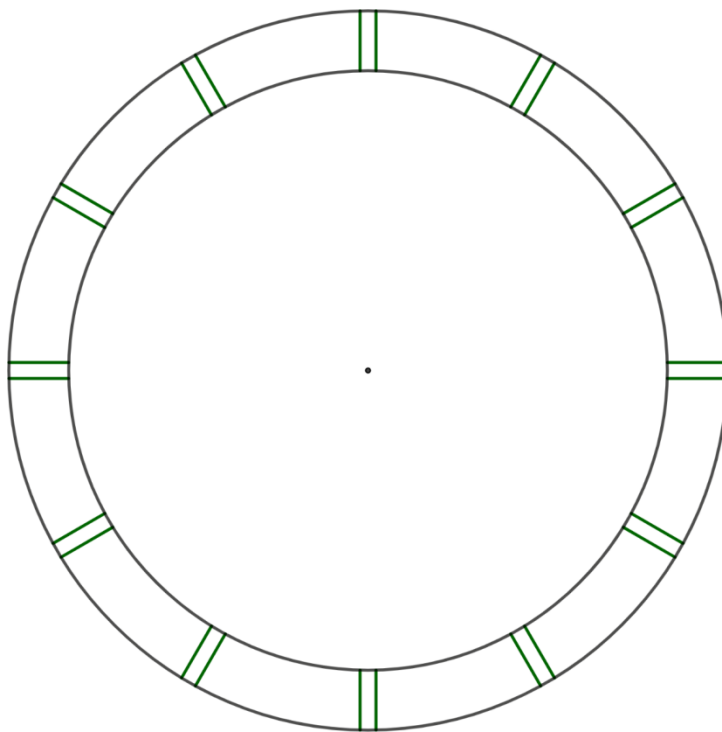
Στόχος μας είναι να σχεδιάσουμε ένα κινητό που θα κινείται ευθύγραμμα (μέσα-έξω) χωρίς να περιφέρεται. Γι' αυτό ακολουθούμε τις εξής οδηγίες.

1. Αρχικά σχεδιάστε μια κουκκίδα στον μικρότερο κύκλο και επάνω σε μια ακτίνα.
2. Την επόμενη κουκκίδα την βρίσκουμε εάν περιστρέψουμε (νοερώς) την πρώτη κουκκίδα αριστερά κατά  $30^\circ$  γύρω από το κέντρο του φενακιστοσκόπιου και την μετακινήσουμε ακτινικά προς στα έξω στον αμέσως μεγαλύτερο κύκλο.

3. Το ίδιο κάνουμε στην δεύτερη κουκκίδα για να σχεδιάσουμε την τρίτη κουκκίδα. Μόλις συμπληρώσουμε 7 κουκκίδες με τον ίδιο τρόπο, αντιστρέφουμε την πορεία προς μικρότερους κύκλους, αλλά πάντα ακολουθώντας στροφή κατά την θετική φορά.
4. Έτσι σχηματίζεται μια «καρδιά» από 12 κουκκίδες. Για έμφαση στην κίνηση «μέσα-έξω» μαυρίστε και το εξωτερικό τμήμα κάθε ακτίνας όπως εικονίζεται στο σχήμα.



**Ε. ένα κενό φενακιστοσκόπιο για περισσότερες δημιουργίες.**



## ΣΤ. Τα φενακιστοσκόπια εν κινήσει

1. Περιστροφική κίνηση <https://www.geogebra.org/m/kje9qkj9>
2. Περιστροφική κίνηση και κύλιση <https://www.geogebra.org/m/pbgmqrie>
3. Ευθύγραμμη κίνηση <https://www.geogebra.org/m/cfmnbkyr>

## ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ:** Φενακιστοσκόπιο: περιστροφές και κινούμενα σχέδια

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ / ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ / ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ:**

Δημήτρης Διαμαντίδης

Ελισσάβετ Καλογερία

Ειρήνη Περυσινάκη

Γιάννης Σταμπόλας

Κώστας Στουραΐτης

Βαγγέλης Φακούδης

Γιώργος Ψυχάρης

**ΕΚΔΟΣΗ:** 1.0

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:** 28-12-2024

Το παρόν αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 6010165, του Προγράμματος «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή 2021-2027» που υλοποιείται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων  
και Αθλητισμού



Με τη συγχρηματοδότηση  
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα  
Ανθρώπινο Δυναμικό και  
Κοινωνική Συνοχή