

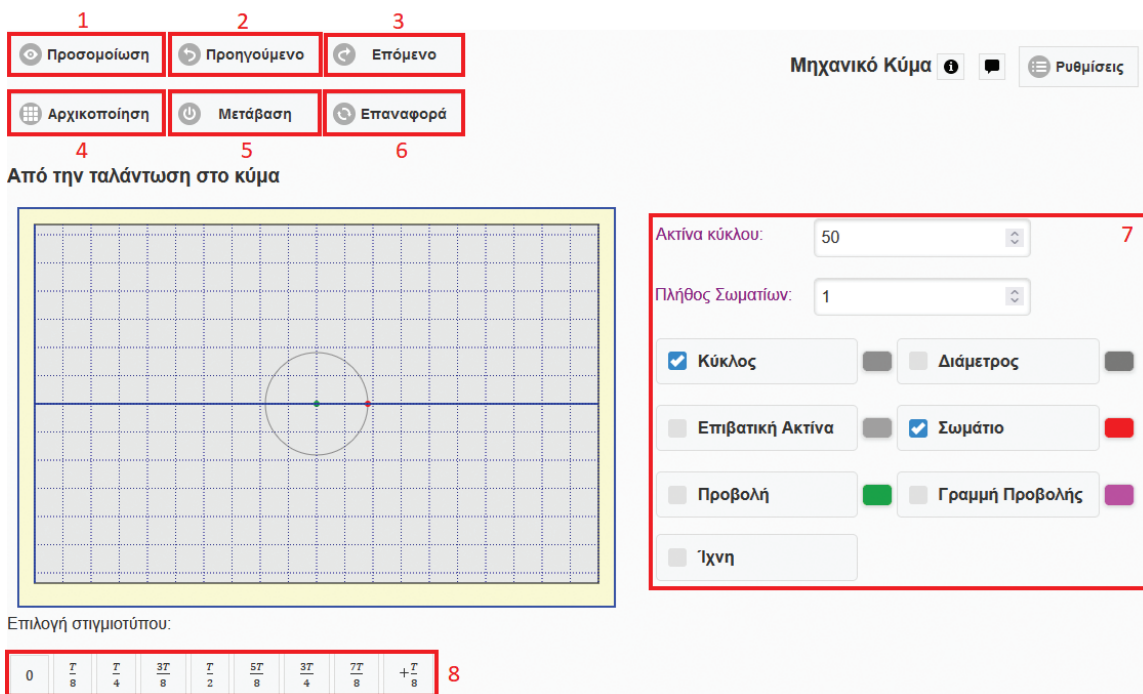
Από την ταλάντωση στο κύμα

Οδηγίες λειτουργίας
με τη μορφή ερωταπαντήσεων



Ερωτήσεις

1. Να εκτελέσετε το λογισμικό είτε από [εδώ](#) είτε χρησιμοποιώντας το QR Code που εμφανίζεται πάνω δεξιά.
2. Στην εισαγωγική οθόνη εμφανίζεται ένα σωμάτιο που βρίσκεται στην περιφέρεια κύκλου, επί της οποίας μπορεί να κινηθεί εκτελώντας ομαλή κυκλική κίνηση. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Προσομοίωση** (Εικόνα 1-1), για να δείτε την κίνηση του σωματίου.
3. Να παρατηρήσετε ότι η πρόσοψη του κουμπιού **2** αλλάζει σε **Παύση**, προκειμένου να μπορείτε να διακόψετε την προσομοίωση.



Εικόνα 1

4. Να κάνετε κλικ στο ομώνυμο κουμπί **7**, ώστε να εμφανίσετε την **Επιβατική ακτίνα** του σωματίου. Πρόκειται για την ακτίνα που συνδέει το κέντρο του κύκλου με την εκάστοτε θέση του σωματίου. Φανταζόμαστε ότι φέρει στο άκρο της το σωμάτιο ως επιβάτη, γεγονός από το οποίο προκύπτει το όνομά της.

5. Να τερματίσετε την προσομοίωση και να πατήσετε το κουμπί **Αρχικοποίηση (4)**. Ποια είναι η αρχική θέση του σωματίου;

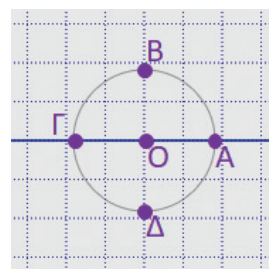
6. Με βάση την **εικόνα 2**, το σωματίο ξεκινά από το σημείο Α και διέρχεται διαδοχικά από τα Β, Γ και Δ. Μπορούμε να περιγράψουμε τη θέση του σωματίου μέσω της γωνίας θ που σχηματίζει η επιβατική ακτίνα και το ευθύγραμμο τμήμα ΟΑ. Ποιες τιμές παίρνει η γωνία αυτή για τα προαναφερθέντα τέσσερα σημεία;

$$\theta_A = \dots\dots\dots$$

$$\theta_B = \dots\dots\dots$$

$$\theta_\Gamma = \dots\dots\dots$$

$$\theta_\Delta = \dots\dots\dots$$



Εικόνα 2

7. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Ίχνη (7)**. Να παρατηρήσετε ότι το λογισμικό επισημαίνει χρωματικά το τόξο που έχει διανύσει το σωματίο. Όταν συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος, η τροχιά διαγράφεται και η διαδικασία ιχνηλασίας ξεκινά από την αρχή.
8. Να διακόψετε την προσομοίωση και να πιστοποιήσετε ότι μπορείτε να την ελέγχετε βηματικά μέσω των κουμπιών **Προηγούμενο (2)** και **Επόμενο (3)**.
9. Να παρατηρήσετε ότι το κέντρο Ο του κύκλου βρίσκεται επί του οριζόντιου άξονα ενός συστήματος αναφοράς. Ο κατακόρυφος άξονας βρίσκεται στο αριστερό άκρο της επιφάνειας σχεδίασης.
10. Να κάνετε κλικ στο κόκκινο κουμπί **(7)** που βρίσκεται στα δεξιά του διακόπτη **Σωματίο**, ώστε να αλλάξετε το χρώμα του.

11. Στο πλαίσιο που εμφανίζεται, μπορείτε να επιλέξετε τη βασική απόχρωση από την παλέτα (**Εικόνα 3-9**) και την απόκλιση από το μαύρο (**10**). Ολοκληρώνετε την επιλογή με **ΟΚ (11)**. Το χρώμα που επιλέγετε χρησιμοποιείται και για τη σχεδίαση του ίχνους.



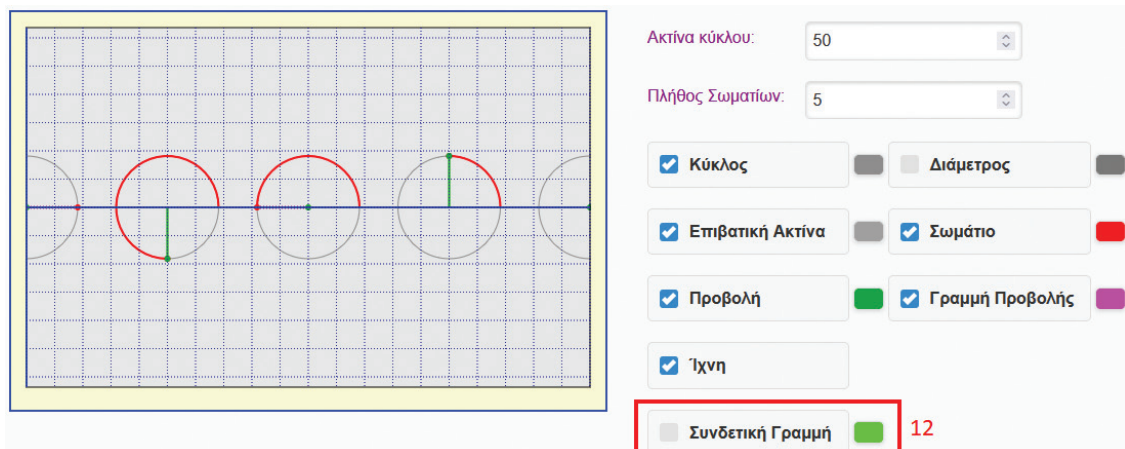
Εικόνα 3

12. Με τον ίδιο τρόπο μπορείτε να αλλάξετε το χρώμα οποιουδήποτε στοιχείου οπτικοποίησης χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα κουμπιά **(7)**. Να κάνετε όποιες χρωματικές τροποποιήσεις επιθυμείτε.
13. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Προβολή**. Να παρατηρήσετε ότι την κίνηση του σωματίου παρακολουθεί ένα δεύτερο σωματίο που κινείται στην κατακόρυφη διάμετρο του κύκλου. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Διάμετρος (7)** για να την εμφανίσετε.
14. Αν έχετε ενεργοποιήσει τον διακόπτη **Ίχνη**, το λογισμικό απεικονίζει την απομάκρυνση της προβολής από το σημείο Ο.
15. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Γραμμή προβολής (7)**, για να απεικονίσετε ένα οριζόντιο ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει το σωματίο με την προβολή του.
16. Αν έχετε διακόψει την προσομοίωση, να την επανεκκινήσετε. Να παρατηρήσετε ότι το σωματίο διανύει ίσα τόξα σε ίσους χρόνους, ιδιότητα που χαρακτηρίζει την ομαλή κυκλική κίνηση.
17. Να παρατηρήσετε την κίνηση της προβολής. Τι μπορείτε να πείτε για την ταχύτητά της;

18. Αποδεικνύεται ότι η προβολή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
Να πατήσετε το κουμπί **Αρχικοποίηση (4)**. Ποια είναι η αρχική θέση της προβολής;
-
19. Να διακόψετε την προσομοίωση και να την αρχικοποιήσετε.
20. Να πατήσετε το κουμπί $\frac{T}{8}$ **(8)**, το οποίο αλλάζει το χρονόμετρο της προσομοίωσης σε τιμή ίση με το $1/8$ της περιόδου της κυκλικής κίνησης. Ποια τιμή λαμβάνει η γωνία θ ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
-
-
21. Ποιο κλάσμα της περιφέρειας του κύκλου αντιστοιχεί στο μήκος του τόξου που έχει διαγράψει το σωματίο;
-
22. Να απαντήσετε στα ίδια ερωτήματα, αφού πατήσετε το κουμπί $\frac{T}{4}$ **(8)**.
-
-
23. Να γενικεύσετε τα συμπεράσματά σας, πατώντας και τα υπόλοιπα κουμπιά. Να παρατηρήσετε ότι το τελευταίο κουμπί αυξάνει την ένδειξη του ρολογιού κατά $T/8$ κάθε φορά που το πατάτε.
24. Να αρχικοποιήσετε την προσομοίωση.
25. Να αλλάξετε το **Πλήθος σωματίων (7)** από 1 σε 3. Να παρατηρήσετε ότι το πλήθος λαμβάνει μόνο περιττές τιμές.
26. Έστω r_1 η διάκεντρος του μεσαίου με τον αριστερό κύκλο και r_2 η διάκεντρος του μεσαίου με τον δεξιό. Ποια σχέση έχουν οι r_1 , r_2 ;
-
27. Αν θεωρήσουμε πρώτο το σωματίο στα αριστερά, ποιες είναι οι τιμές των θ_1 , θ_2 και θ_3 ;
- $\theta_1 = \dots\dots\dots$, $\theta_2 = \dots\dots\dots$, $\theta_3 = \dots\dots\dots$
28. Πώς μπορείτε να καταγράψετε με βεβαιότητα την τιμή της θ_3 , παρ' ότι το τρίτο σωματίο είναι εκτός ορατών ορίων;
-
-
29. Τι σχέση έχουν μεταξύ τους οι διαφορές $\theta_2 - \theta_1$, $\theta_3 - \theta_2$;
-
30. Να αλλάξετε το **Πλήθος σωματίων (7)** από 3 σε 5. Τι σχέση έχουν οι αποστάσεις διαδοχικών κύκλων;
-
31. Κατά πόσο διαφέρουν οι τιμές των διαδοχικών θ ;
-

32. Μπορείτε να διατυπώσετε ένα γενικότερο συμπέρασμα που να ισχύει ανεξάρτητα από το πλήθος των σωματίων;

33. Να παρατηρήσετε ότι μόλις το πλήθος των σωματίων έγινε μεγαλύτερο από 1, εμφανίστηκε ο διακόπτης **Συνδετική γραμμή** (Εικόνα 4-12). Να τον ενεργοποιήσετε.



Εικόνα 4

34. Να παρατηρήσετε ότι το λογισμικό συνδέει με μια τεθλασμένη γραμμή όλες τις προβολές.
35. Να ενεργοποιήσετε την προσομοίωση. Τι παρατηρείτε;
36. Ενώ η προσομοίωση συνεχίζεται, να αυξήσετε το πλήθος από 5 σε 7. Να συγκρίνετε τη νέα τεθλασμένη που σχηματίζεται με την προηγούμενη.
37. Πώς μπορείτε να αιτιολογήσετε την απάντησή σας;
38. Για να ελέγξετε τον ισχυρισμό σας, να αυξήσετε το πλήθος σε 11. Τι παρατηρείτε;
39. Να πατήσετε το κουμπί **Μετάβαση** (5), ώστε το λογισμικό να αρχίσει αυτόματα να αυξάνει σταδιακά το πλήθος των σωματίων, ενώ κάνει εντονότερο το χρώμα της συνδετικής γραμμής και πιο αχνά τα χρώματα των υπόλοιπων στοιχείων οπτικοποίησης. Ποια εικόνα βλέπετε μετά την ολοκλήρωση της χρωματικής μετάβασης;
40. Μόλις ολοκληρωθεί η μετάβαση, εμφανίζεται ξανά το κουμπί **Επαναφορά** (6), μέσω του οποίου μπορείτε να αποκαταστήσετε τα χρώματα των υπόλοιπων στοιχείων οπτικοποίησης καθιστώντας τα και πάλι ορατά.

5. Το σωματίο ξεκινά από το σημείο τομής του δεξιού ημικυκλίου με τον οριζόντιο άξονα.
6. $\theta_A = 0^\circ$, $\theta_B = 90^\circ$, $\theta_\Gamma = 180^\circ$, $\theta_\Delta = 270^\circ$.
17. Η ταχύτητα αυξάνεται καθώς η προβολή κινείται προς το κέντρο του κύκλου και μειώνεται όταν πλησιάζει στα άκρα της διαμέτρου.
18. Η προβολή ξεκινά από το κέντρο του κύκλου.
20. Από όσο μπορούμε να διακρίνουμε, η επιβατική ακτίνα είναι η διαγώνιος ενός τετραγωνιδίου της διαγραμμισμένης επιφάνειας σχεδίασης. Άρα $\theta = 45^\circ$.
Εναλλακτικά, αφού το σωματίο έχει κινηθεί για το $1/8$ της περιόδου, θα έχει διαγράψει το $1/8$ του κύκλου. Άρα:

$$\theta = \frac{1}{8} \cdot 360^\circ = 45^\circ$$

21. Το μήκος του τόξου είναι το $1/8$ της περιφέρειας του κύκλου.
22. $\theta = 90^\circ$. Το μήκος του τόξου είναι το $1/4$ της περιφέρειας του κύκλου.
26. Είναι ίσες.
27. $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 180^\circ$, $\theta_3 = 360^\circ$.
28. Η προβολή βρίσκεται στο κέντρο του τρίτου κύκλου. Συνεπώς, το τρίτο σωματίο θα πρέπει να βρίσκεται είτε στο σημείο Α είτε στο σημείο Γ. Αφού δεν απεικονίζεται στο Γ, συμπεραίνουμε ότι είναι στο σημείο Α.
29. Είναι ίσες προς 180° , άρα και μεταξύ τους.
30. Είναι και πάλι ίσες.
31. Διαφέρουν κατά 90° .
32. Αν έχουμε N σωματία, σχηματίζονται $N - 1$ διάκενα και κάθε γωνία διαφέρει από τις γειτονικές της κατά:

$$\Delta\theta = \frac{360^\circ}{N - 1}$$

35. Κάθε προβολή εκτελεί την ίδια κίνηση με αυτήν που κάνει η προηγούμενη (προς τα αριστερά) προβολή, με κάποια χρονική καθυστέρηση. Η χρονική καθυστέρηση, έστω Δt , είναι ίδια μεταξύ δύο οποιωνδήποτε γειτονικών προβολών. Αν μεταξύ δύο μη γειτονικών προβολών μεσολαβούν N κύκλοι, τότε η χρονική καθυστέρηση είναι $(N - 1)\Delta t$.
36. Η νέα τεθλασμένη μοιάζει πιο ομαλή.
37. Οι κύκλοι είναι πυκνότεροι, οπότε η $\Delta\theta$ μειώνεται.
38. Η τεθλασμένη προσεγγίζει ακόμη περισσότερο μια ομαλή καμπύλη που θυμίζει κύμα.
39. Βλέπουμε την εικόνα ενός κύματος.