

Στάσιμο 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. Να κάνετε κλικ στο κουμπί **Προσομοίωση** (Εικόνα 1-2), για να δείτε τη χρονική εξέλιξη ενός στάσιμου κύματος σε μονοδιάστατο ελαστικό μέσο.
3. Τι παρατηρείτε;

1 Αρχικοποίηση 2 Προσομοίωση 3 Στάσιμο Κύμα 4 Ρυθμίσεις

5 Προηγούμενο 6 Επόμενο

Στάσιμο κύμα σε μονοδιάστατη χορδή

Επιλογή πειράματος: Δεσμός στη θέση $x=0$ 12

Πλάτος A (m): 2 7

Περίοδος T (s): 2 8

Μήκος κύματος λ (m): 4 9

$u_d = 2.0000$ m/s

x_{\min} (m): -5 10

x_{\max} (m): 5 11

$t = 0.000$ s = $0T = 0.000T$ 13

Επιλογή στιγμιότυπου: 14

0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T
---	---------------	---------------	----------------	---------------	----------------	----------------	----------------	-----

Εικόνα 1

4. Να παρατηρήσετε ότι η πρόσοψη του κουμπιού 2 αλλάζει σε **Παύση**, προκειμένου να μπορείτε να διακόψετε την προσομοίωση.
5. Να παρατηρήσετε ότι στα δεξιά του γραφήματος εμφανίζεται ένα χρονόμετρο (13), το οποίο δείχνει τη χρονική στιγμή που αντιστοιχεί στο εμφανιζόμενο στιγμιότυπο. Η ένδειξη του χρονομέτρου εμφανίζεται:
 - α) ως τιμή στρογγυλοποιημένη σε τρία δεκαδικά ψηφία,
 - β) ως ανάγωγο κλάσμα της περιόδου T και
 - γ) ως γινόμενο της περιόδου T επί τον κατάλληλο πολλαπλασιαστικό συντελεστή με προσέγγιση χιλιοστού.

6. Να παρατηρήσετε ότι ο οριζόντιος άξονας φέρει υποδιαίρεσεις υπό μορφή υποπολλαπλασίων του μήκους κύματος λ . Κατά πόσο απέχουν μεταξύ τους δύο διαδοχικές υποδιαίρεσεις;

7. Το λογισμικό προσαρμόζει το πλήθος των αναγραφόμενων υποδιαίρεσεων, ώστε να παραμένουν ευανάγνωστες. Να αλλάξετε το **Μήκος κύματος (9)** σε 6 m. Πόση είναι τώρα η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών υποδιαίρεσεων;

8. Πόσο απέχουν μεταξύ τους δύο διαδοχικοί δεσμοί (απόσταση Δ-Δ) ή δύο διαδοχικές κοιλίες (απόσταση Κ-Κ);

9. Πόσο απέχει ένας δεσμός από την επόμενη κοιλία (απόσταση Δ-Κ) ή μία κοιλία από τον επόμενο δεσμό (απόσταση Κ-Δ);

10. Να αλλάξετε το μήκος κύματος σε 1 m. Πόση είναι τώρα η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών υποδιαίρεσεων;

11. Να επαναφέρετε το μήκος κύματος σε τιμή 4 m.
12. Να παρατηρήσετε ότι ο κατακόρυφος άξονας φέρει υποδιαίρεσεις υπό μορφή πολλαπλασίων του πλάτους A .
13. Κάθε σημείο που παραμένει διαρκώς ακίνητο ονομάζεται **δεσμός** και κάθε σημείο που ταλαντώνεται με πλάτος $2A$ ονομάζεται **κοιλία**. Πόσοι δεσμοί και πόσες κοιλίες απεικονίζονται στο στιγμιότυπο;

14. Να διακόψετε την προσομοίωση, πατώντας το κουμπί **Παύση (2)**.
15. Να χρησιμοποιήσετε τα κουμπιά **Προηγούμενο (5)** και **Επόμενο (6)**, για να μειώσετε ή για να αυξήσετε αντίστοιχα την ένδειξη του χρονομέτρου. Να παρατηρήσετε ότι η μεταβολή γίνεται με προσέγγιση χιλιοστού ανά 0,008 s.
16. Να πατήσετε το κουμπί **Αρχικοποίηση (1)**. Πόση είναι η απομάκρυνση κάθε κοιλίας;

17. Να πατήσετε επαναληπτικά το κουμπί **Επόμενο**, μέχρις ότου οι κοιλίες να μετακινηθούν κατά μία κατακόρυφη υποδιαίρεση. Ποια είναι η ένδειξη του χρονομέτρου; Πόσες φορές πατήσατε το κουμπί **Επόμενο**;

18. Να επαναλάβετε τη διαδικασία, ώστε οι κοιλίες να μετακινηθούν επιπλέον κατά μία κατακόρυφη υποδιαίρεση. Ποια είναι η ένδειξη του χρονομέτρου; Πόσες φορές πατήσατε το κουμπί **Επόμενο**;

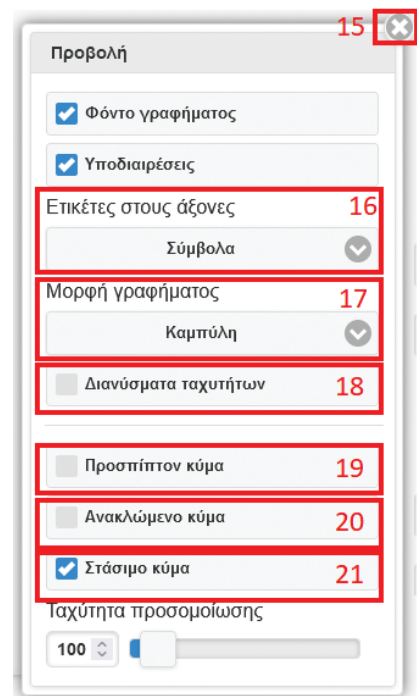
19. Τι συμπεραίνετε;

20. Να κάνετε κλικ στο ομώνυμο κουμπί **4**, ώστε να εμφανίσετε τις **Ρυθμίσεις** της εφαρμογής.
21. Να ενεργοποιήσετε την εμφάνιση των **Διανυσμάτων ταχύτητας (Εικόνα 2-18)**.

22. Να κλείσετε το παράθυρο των ρυθμίσεων είτε πατώντας το πλήκτρο **ESCAPE** είτε κάνοντας κλικ στο κουμπί που βρίσκεται πάνω δεξιά (15).

23. Να πατήσετε το κουμπί **Προσομοίωση**. Επιβεβαιώνεται το προηγούμενο συμπέρασμά σας;

24. Πώς πρέπει να μεταβληθεί η **Περίοδος ταλάντωσης** (8), ώστε η μέγιστη ταχύτητα των σημείων να αυξηθεί; Να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό, για να επαληθεύσετε την απάντησή σας. Στη συνέχεια, να την αιτιολογήσετε με λογικά επιχειρήματα.



Εικόνα 2

25. Ποια άλλη παράμετρο μπορείτε να μεταβάλετε και με ποιον τρόπο, ώστε να πετύχετε το ίδιο αποτέλεσμα;

26. Αν η προσομοίωση εκτελείται, να πατήσετε τα κουμπιά **Παύση** και **Αρχικοποίηση**. Να δώσετε στο πλάτος και στην περίοδο την τιμή 2 (SI) και στο μήκος κύματος την τιμή 4 (SI).

27. Στην ενότητα ρυθμίσεων **Επιλογή στιγμιοτύπου** (14) να επιλέξετε τη χρονική στιγμή $T/4$. Τι παρατηρείτε;

28. Να επιλέξετε τη χρονική στιγμή $3T/4$. Τι παρατηρείτε;

29. Να αρχικοποιήσετε την προσομοίωση.

30. Να μεταβείτε στις **Ρυθμίσεις** του λογισμικού. Να απενεργοποιήσετε την εμφάνιση των **Διανυσμάτων ταχύτητας**. Να ενεργοποιήσετε την οπτικοποίηση του **Προσπίπτοντος (19)** και του **Ανακλώμενου (20)** κύματος. Τι παρατηρείτε;

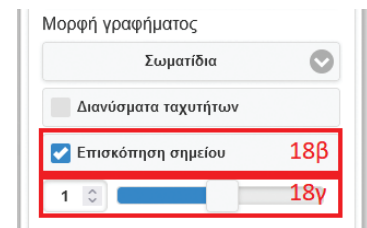
31. Να πατήσετε το κουμπί **Προσομοίωση**.

32. Τι παρατηρείτε στα σημεία όπου το στάσιμο κύμα παρουσιάζει κοιλίες;

33. Τι παρατηρείτε στα σημεία όπου το στάσιμο κύμα παρουσιάζει δεσμούς;

34. Χωρίς να διακόψετε την προσομοίωση, να μεταβείτε στις **Ρυθμίσεις** και να αλλάξετε την οπτικοποίηση των κυμάτων (**Μορφή γραφήματος, 17**) από **Καμπύλη** σε **Σωματίδια**.

35. Στο παράθυρο των ρυθμίσεων να εντοπίσετε την πρόσθετη επιλογή **Επισκόπηση σημείου (Εικόνα 3-18β)**, που μόλις εμφανίστηκε και να την ενεργοποιήσετε.



Εικόνα 3

36. Να παρατηρήσετε ότι το γράφημα σκιάζεται εκτός από μια στενή στήλη που επιτρέπει τη θέαση ενός επιλεγμένου σημείου που βρίσκεται στα δεξιά του κεντρικού δεσμού.

37. Με την ενεργοποίηση του διακόπτη **Επισκόπηση σημείου** στο παράθυρο των ρυθμίσεων εμφανίζεται μια μπάρα κύλισης (**18γ**) που αντιστοιχεί στο επιλεγμένο σημείο. Να επιλέξετε το σημείο με αριθμό 0 που αντιστοιχεί στον κεντρικό δεσμό.

38. Τι σχέση έχουν οι απομακρύνσεις των δύο συνιστώντων κυμάτων (μπλε και πράσινο σημείο);

39. Να επιλέξετε το σημείο με αριθμό 10. Τι παρατηρείτε;

40. Να απενεργοποιήσετε την **Επισκόπηση σημείου**.

41. Να επαναφέρετε τη **Μορφή γραφήματος (17)** σε **Καμπύλη** και να κλείσετε το παράθυρο των ρυθμίσεων.

42. Να διακόψετε και να αρχικοποιήσετε την προσομοίωση. Τι παρατηρείτε;

43. Στην πτυσσόμενη λίστα **Επιλογή πειράματος (12)** να ενεργοποιήσετε την περίπτωση **Κοιλία στη θέση $x = 0$** . Τι παρατηρείτε;

44. Να συγκρίνετε τις νέες θέσεις των δεσμών με τις θέσεις που είχαν παραπάνω στο πείραμα.

45. Ισχύει το ίδιο για τις κοιλίες;

46. Τι σημαίνει αυτό για τις αποστάσεις Δ-Δ, Κ-Κ και Δ-Κ;

47. Να περιγράψετε πώς τα δύο συνιστώντα κύματα δημιουργούν κοιλία στο σημείο με $x = 0$. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κατά βούληση τις δυνατότητες προσομοίωσης και οπτικοποίησης του λογισμικού, για να διατυπώσετε την απάντησή σας.

3. Κάποια σημεία του ελαστικού μέσου παραμένουν διαρκώς ακίνητα, ενώ τα υπόλοιπα ταλαντώνονται με διαφορετικά πλάτη.
6. Απέχουν κατά $\lambda / 2$.
7. Η απόσταση γίνεται $\lambda / 4$.
8. Απέχουν κατά $\lambda / 2$.
9. Απέχουν κατά $\lambda / 4$.
10. Η απόσταση γίνεται λ .
13. Απεικονίζονται 5 δεσμοί και 6 κοιλίες.
16. Η απομάκρυνση κάθε κοιλίας είναι $2A$.
17. Η ένδειξη του ρολογιού είναι $0,133 \text{ s}$. Το κουμπί πατήθηκε 16 φορές. Δεκτή είναι και η απάντηση $0,142 \text{ s}$ και 17 φορές.
18. Η ένδειξη του ρολογιού είναι $0,192 \text{ s}$. Το κουμπί πατήθηκε 7 φορές. Δεκτή είναι και η απάντηση $0,200 \text{ s}$ και 8 φορές.
19. Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη, αφού απαιτείται μικρότερο χρονικό διάστημα για να διανυθεί η ίδια απόσταση.
23. Πράγματι, τα μέτρα των ταχυτήτων μειώνονται, καθώς τα σημεία του ελαστικού μέσου κινούνται προς τις ακραίες θέσεις και μεγιστοποιούνται, όταν τα σημεία διέρχονται από τις θέσεις ισορροπίας τους.
24. Η περίοδος θα πρέπει να μειωθεί. Η μέγιστη ταχύτητα αυξάνεται, επειδή τα σημεία θα πρέπει να διανύσουν την ίδια απόσταση σε μικρότερο χρονικό διάστημα.
25. Εναλλακτικά, μπορούμε να αυξήσουμε το πλάτος της ταλάντωσης.
27. Το ελαστικό μέσο γίνεται ευθεία γραμμή και οι ταχύτητες των σημείων του μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών αυξομειώνονται κατά συστηματικό τρόπο. Εκατέρωθεν ενός δεσμού, οι ταχύτητες είναι συμμετρικές και έχουν αντίθετα πρόσημα.
28. Το ελαστικό μέσο διατηρεί το σχήμα ευθείας γραμμής, ενώ οι νέες τιμές των ταχυτήτων είναι αντίθετες των προηγούμενων.
30. Το λογισμικό σχεδιάζει τα δύο κύματα που συνδυάζονται (υπερτίθενται), για να δώσουν το στάσιμο κύμα.
32. Τα συνιστώσα κύματα παρουσιάζουν ομόσημες απομακρύνσεις, οπότε η υπέρθεσή τους λειτουργεί ενισχυτικά.
33. Τα συνιστώσα κύματα παρουσιάζουν ετερόσημες (συγκεκριμένα, αντίθετες) απομακρύνσεις, οπότε η υπέρθεσή τους λειτουργεί αποσβετικά.
38. Είναι αντίθετες κάθε χρονική στιγμή.
39. Οι απομακρύνσεις των συνιστωσών ταλαντώσεων συμπίπτουν (συγκεκριμένα, το μπλε σωματίδιο καλύπτει διαρκώς το πράσινο), οπότε λειτουργούν προσθετικά (ενισχυτικά).
42. Η μπλε καμπύλη καλύπτει εξ ολοκλήρου την πράσινη.
43. Οι δύο συνιστώσες καμπύλες είναι συμμετρικές ως προς τον οριζόντιο άξονα.

44. Οι δεσμοί μετατοπίζονται κατά $\lambda / 4$.
45. Ναι, και οι κοιλίες μετατοπίζονται κατά $\lambda / 4$.
46. Παραμένουν αναλλοίωτες.
47. Το κύμα που απεικονίζεται με την μπλε καμπύλη διαδίδεται προς τα δεξιά και εκείνο που απεικονίζεται με την πράσινη διαδίδεται προς τα αριστερά. Κατά τη διέλευσή τους από το σημείο 0, τα κύματα αναγκάζουν το σημείο του ελαστικού μέσου να ταλαντωθεί προς την ίδια κατεύθυνση και με ίσες απομακρύνσεις, δηλαδή οι ταλαντώσεις αλληλοενισχύονται.