

### Εξαναγκασμένες Ταλαντώσεις

1. Συντονισμός είναι:

  - i) Η περιοδική απώλεια ενέργειας ενός ταλαντούμενο συστήματος λόγω αντιστάσεων,
  - ii) Η περιοδική προσφορά ενέργειας σ'ένα ταλαντούμενο σύστημα με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος,
  - iii) Η μεγιστοποίηση του πλάτους μια εξαναγκασμένης ταλάντωσης,
  - iv) η ελαχιστοποίηση απωλειών λόγω αντιστάσεων, τριβής κλπ. σ'ένα ταλαντούμενο σύστημα.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (ii) (iii) )
2. Σε μία εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:

  - i) αυξάνεται συνεχώς
  - ii) μειώνεται συνεχώς
  - iii) μένει σταθερό
  - iv) αυξάνεται αρχικά και μετά μειώνεται

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iv) )
3. Σε μία εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μεγαλύτερη της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή. Αν αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:

  - i) μένει σταθερό
  - ii) αυξάνεται συνεχώς
  - iii) μειώνεται συνεχώς
  - iv) αυξάνεται αρχικά και μετά μειώνεται

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iii) )
4. Δίνεται ότι το πλάτος μιας εξαναγκασμένης μηχανικής ταλάντωσης με απόσβεση υπό την επίδραση μια εξωτερικής περιοδικής δύναμης είναι μέγιστο. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα της δύναμης αυτής, το πλάτος της ταλάντωσης θα:

  - i) διπλασιαστεί
  - ii) μειωθεί
  - iii) τετραπλασιαστεί
  - iv) παραμένει το ίδιο

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (ii) )
5. Ένα σώμα κάνει εξαναγκασμένη ταλάντωση. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη παίρνει τις τιμές  $f_1=20\text{Hz}$  και  $f_2=70\text{Hz}$ , το πλάτος ταλάντωσης είναι το ίδιο. Αν  $f_0$  η ιδιοσυχνότητα του ταλαντούμενου συστήματος, ποια από τις επόμενες σχέσεις είναι σωστή;

  - i)  $f_0 < 20\text{ Hz}$
  - ii)  $f_0 > 70\text{ Hz}$
  - iii)  $20\text{Hz} < f_0 < 70\text{Hz}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iii) )
6. Ένας ταλαντωτής μάζας  $m$  εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση συχνότητας  $f_1 = \frac{f_0}{2}$ , όπου  $f_0$  η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή, και το πλάτος της ταλάντωσης του είναι  $A_1$ . Αν διπλασιάσουμε τη μάζα του ταλαντωτή, το πλάτος της ταλάντωσης του:

  - i) θα μείνει το ίδιο
  - ii) θα διπλασιαστεί
  - iii) θα αυξηθεί
  - iv) θα ελαττωθεί

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iii) )
7. Το φαινόμενο του συντονισμού παρατηρείται μόνο στις:

  - i) μηχανικές ταλαντώσεις,
  - ii) ηλεκτρικές ταλαντώσεις,
  - iii) εξαναγκασμένες ταλαντώσεις,
  - iv) ελεύθερες ταλαντώσεις.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iii) )

8. Σε μια οριζόντια σανίδα στερεώνουμε πέντε ελατήρια, διαφορετικής σταθεράς το καθένα, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα. στα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων δένουμε σώματα ίδιας μάζας  $m$ . Η σανίδα τίθεται σε κατακόρυφη ταλάντωση με συχνότητα  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{3m}}$ . Το σύστημα σώμα-ελατήριο που ταλαντώνεται με το μεγαλύτερο πλάτος είναι:
- i) το (α)    ii) το (β)    iii) το (γ)    iv) το (δ)    v) το (ε)
- Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε.  
(Απάντηση: (iii) )

### A. Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

1. Σύστημα κατακόρυφου ελατηρίου-σώματος που παρουσιάζει μικρή σταθερά απόσβεσης  $b$  εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι  $f_0$  και η συχνότητα του διεγέρτη είναι  $f$ . Η συχνότητα ταλάντωσης είναι:
- α. Ελάχιστα μικρότερη της  $f_0$       β. Ίση με  $f_0$       γ. Ίση με  $f$ .      δ. Ίση με τη διαφορά  $|f - f_0|$
2. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με σταθερά απόσβεσης  $b$ . Στο συντονισμό το πλάτος της ταλάντωσης είναι:
- α. μέγιστο.      β. ελάχιστο.      γ. μηδέν.      δ. άπειρο.
3. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Παρατηρείται ότι για δύο διαφορετικές συχνότητες  $f_1$  και  $f_2$  του διεγέρτη με  $f_1 < f_2$  το πλάτος της ταλάντωσης είναι το ίδιο. Για την ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του συστήματος ισχύει:
- α.  $f_0 < f_1$ .      β.  $f_0 > f_2$ .      γ.  $f_1 < f_0 < f_2$ .      δ.  $f_1 = f_0$ .
4. Σύστημα κατακόρυφου ελατηρίου - σώματος εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με σταθερά απόσβεσης  $b$ . Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι  $f_0 = 10\text{Hz}$ . Η συχνότητα του διεγέρτη είναι αρχικά  $f = 15\text{Hz}$  και την μειώνουμε σταδιακά μέχρι την τιμή  $f = 7\text{Hz}$ . Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης
- α. αρχικά αυξάνεται, παίρνει μία μέγιστη τιμή και μετά μειώνεται.  
β. αυξάνεται συνεχώς.  
γ. μειώνεται συνεχώς.  
δ. είναι ανεξάρτητο της συχνότητας του διεγέρτη.
5. Ένα μηχανικό σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Με κατάλληλη διάταξη μεταβάλλουμε την σταθερά απόσβεσης  $b$  του συστήματος. Αυξάνοντας τη σταθερά απόσβεσης  $b$ , παρατηρούμε στο συντονισμό
- α. αύξηση του πλάτους.      β. μείωση του πλάτους.  
γ. το πλάτος γίνεται άπειρο.      δ. το πλάτος στο συντονισμό δεν εξαρτάται από το  $b$ .
6. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση κατά τον συντονισμό ισχύει:
- α. Ο διεγέρτης προσφέρει ανά περίοδο στο σύστημα ενέργεια ίση με  $E_0 = \frac{1}{2}DA^2$ , όπου  $A$  το πλάτος της ταλάντωσης κατά τον συντονισμό.  
β. ασκείται στο σύστημα μια περιοδική εξωτερική δύναμη.  
γ. Ελαχιστοποιούνται οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών, αντιστάσεων κτλ.  
δ. Η ενέργεια μεταφέρεται από τον διεγέρτη στο ταλαντούμενο σύστημα κατά τον βέλτιστο τρόπο.
7. Αν θέλουμε να διατηρείται σταθερό το πλάτος της ταλάντωσης ενός συστήματος, πρέπει να:
- α. ασκείται στο σύστημα συνεχώς μια σταθερή εξωτερική δύναμη.  
β. Όταν η σταθερά απόσβεσης είναι  $b=0$ , το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται θεωρητικά ίσο με μηδέν.  
γ. ασκείται στο σύστημα μια δύναμη που το μέτρο της να αυξάνεται με το χρόνο.  
δ. ασκηθεί στο σύστημα στιγμιαία μια δύναμη μεγάλου μέτρου.

8. Σύστημα ελατηρίου – μάζας εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η συχνότητα του διεγέρτη είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος. Αν τετραπλασιάσουμε τη μάζα στο σύστημα, τότε η ιδιοσυχνότητά του:
- α. γίνεται μέγιστη                      β. υποδιπλασιάζεται                      γ. διπλασιάζεται                      δ. υποτετραπλασιάζεται.

### Β. Ερωτήσεις Σωστού – Λάθους

Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις να επιλέξετε ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές.

- Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση ισχύει:
  - Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι ίση με την συχνότητα του διεγέρτη.
  - Όταν αυξάνεται συνεχώς η συχνότητα του διεγέρτη, αυξάνεται συνεχώς και το πλάτος της ταλάντωσης.
  - Το πλάτος της ταλάντωσης είναι μέγιστο στην κατάσταση συντονισμού.
  - Όταν η σταθερά απόσβεσης  $b$  αυξάνεται, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται.
  - Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται με το χρόνο.
- Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.
  - Στη διάρκεια ενός σεισμού τα κτήρια εξαναγκάζονται να εκτελέσουν ταλάντωση με συχνότητα ίση με την ιδιοσυχνότητά τους  $f_0$ .
  - Μία γέφυρα μπορεί να συντονιστεί με τη συχνότητα βηματισμού μιας ομάδας ανθρώπων που κινούνται πάνω της και να καταρρεύσει.
  - Η βαρυτική έλξη της Σελήνης εξαναγκάζει τη μάζα του νερού στην επιφάνεια της γης σε ταλάντωση (φαινόμενο παλίρροιας).
  - Το φαινόμενο του συντονισμού μπορεί να προκαλέσει το σπάσιμο ενός κρυστάλλινου ποτηριού.
  - Στην κούνια δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί συντονισμός γιατί οι αποσβέσεις είναι αμελητέες.
- Σύστημα κατακόρυφου ελατηρίου-σώματος με μικρή σταθερά απόσβεσης  $b$  εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η συχνότητα του διεγέρτη  $f$  είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του συστήματος. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες είναι λανθασμένες; (Επιλέξτε τουλάχιστον μία απάντηση.)
  - Το σύστημα βρίσκεται σε συντονισμό.
  - Το σύστημα αποδέχεται την ενέργεια με τον βέλτιστο τρόπο.
  - Το πλάτος της ταλάντωσης απειρίζεται.
  - Οι μονάδες της σταθεράς απόσβεσης  $b$  είναι N.m/s.

### Γ. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών.

- Στις εξαναγκασμένες μηχανικές ταλαντώσεις με απόσβεση η συχνότητα συντονισμού είναι λίγο ..... από την ιδιοσυχνότητα. Η αύξηση της σταθεράς απόσβεσης συνεπάγεται ..... του μέγιστου πλάτους και ταυτόχρονα μικρή ..... της συχνότητας συντονισμού. Για πολύ μικρές τιμές της απόσβεσης το μέγιστο πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θεωρητικά γίνεται .....

### Δ. Ερωτήσεις με αιτιολόγηση.

- Ένα σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση πλάτους  $A$  και συχνότητας  $f=15\text{Hz}$ . Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι  $17\text{ Hz}$ . Αν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει  $16\text{Hz}$ , τότε το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης:
  - θα γίνει μικρότερο από  $A$ .
  - θα γίνει μεγαλύτερο από  $A$ .
  - θα παραμείνει  $A$ .
 Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

2. Ένα σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση συχνότητας  $f=30\text{Hz}$  και πλάτους  $A$ . Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι  $25\text{ Hz}$ . Αν αυξήσουμε τη σταθερά απόσβεσης  $b$  του συστήματος χωρίς να μεταβάλλουμε τη συχνότητα του διεγέρτη, τότε:
- το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα μειωθεί.
  - η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα γίνει λίγο μικρότερη από  $30\text{Hz}$ .
  - η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα γίνει λίγο μικρότερη από  $25\text{Hz}$ .
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.
3. Για ένα σύστημα που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα  $f=10\text{Hz}$ , βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού και έχει πλάτος ταλάντωσης  $A=8\text{cm}$ , ισχύουν τα εξής:
- έχει σταθερά απόσβεσης  $b=0$ .
  - έχει απώλειες ενέργειας ανά περίοδο λιγότερες, από αυτές που θα είχε αν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει  $6\text{ Hz}$ .
  - το πλάτος ταλάντωσης μπορεί να γίνει μεγαλύτερο από αυτό που έχει, αρκεί να ελαττώσουμε τη σταθερά απόσβεσης.
- Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

### Ε. Ασκήσεις. Γ΄ ΘΕΜΑ

1. Σύστημα κατακόρυφου ελατηρίου-σώματος που παρουσιάζει μικρή απόσβεση εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η συχνότητα του διεγέρτη είναι  $f = \frac{5}{\pi}\text{ Hz}$ . Η μάζα του ταλαντούμενου σώματος είναι  $m=1\text{kg}$  και η σταθερά του ελατηρίου είναι  $k=400\text{N/m}$ .
- Να υπολογιστεί η συχνότητα του διεγέρτη ώστε να έχουμε συντονισμό.
  - Αν αυξήσουμε σταδιακά τη συχνότητα του διεγέρτη από την τιμή  $f = \frac{5}{\pi}\text{ Hz}$  ως την τιμή  $f = \frac{12}{\pi}\text{ Hz}$ , να περιγράψετε τι συμβαίνει σε σχέση με το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.
2. Σύστημα ελατηρίου-σώματος εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Το σύστημα παρουσιάζει σταθερά απόσβεσης  $b$ . Το σώμα περνάει από τη θέση ισορροπίας κάθε  $0,5\text{s}$ . Η μάζα του σώματος είναι  $m=1\text{kg}$  και η σταθερά του ελατηρίου  $k=400\text{N/m}$ . Να υπολογιστούν:
- Η συχνότητα  $f$  του διεγέρτη.
  - Η ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του συστήματος.
  - Η σταθερά του ελατηρίου, το οποίο θα αντικαταστήσει το αρχικό ώστε να επιτευχθεί συντονισμός. Δίνεται:  $\pi^2=10$ .
3. Σώμα μάζας  $m=2\text{kg}$  ισορροπεί δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς  $k=32\text{N/m}$ , το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Το σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση και η δύναμη απόσβεσης που επενεργεί πάνω του είναι της μορφής  $F=-0,5v$  (S.I.). Εφαρμόζουμε στο σύστημα περιοδική δύναμη διέγερσης με συχνότητα  $\frac{5}{\pi}\text{ Hz}$ , οπότε αποκαθίσταται ταλάντωση σταθερού πλάτους που είναι ίσο με  $0,2\text{m}$ . Αν η αρχική φάση της ταλάντωσης σταθερού πλάτους είναι  $\varphi_0=0$ , τότε:
- Να γράψετε τις εξισώσεις της απομάκρυνσης και της ταχύτητας της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.
  - Να υπολογίσετε το μέγιστο ρυθμό απορρόφησης ενέργειας του ταλαντωτή από τον διεγέρτη.
  - Αν αυξήσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη το πλάτος της ταλάντωσης θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί;