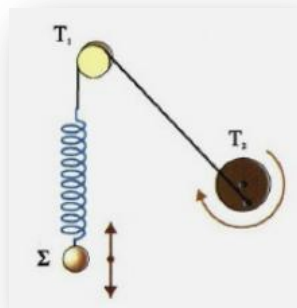
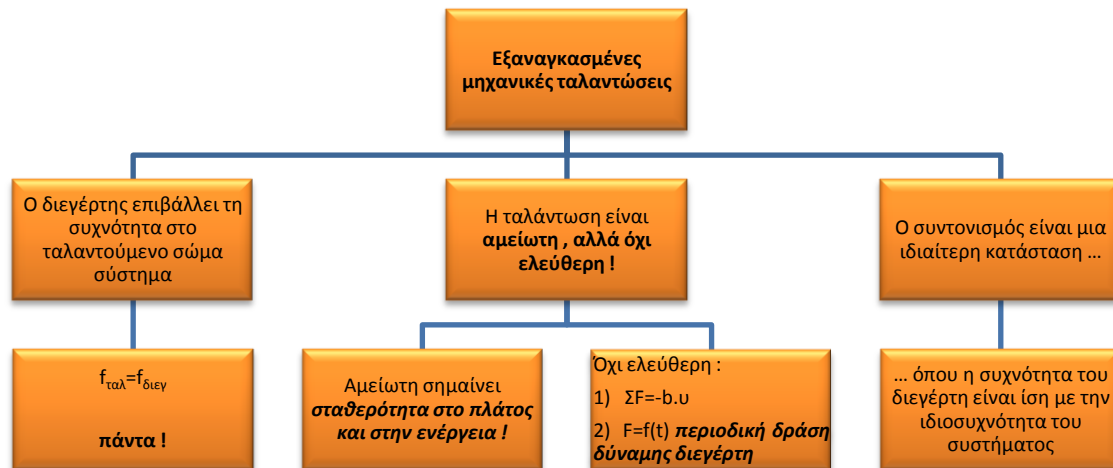


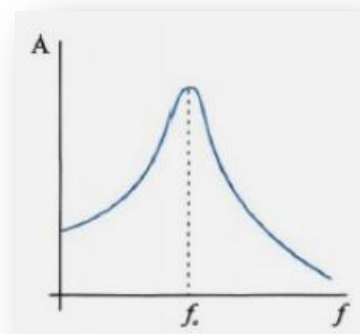
## Εξαναγκασμένες μηχανικές ταλαντώσεις



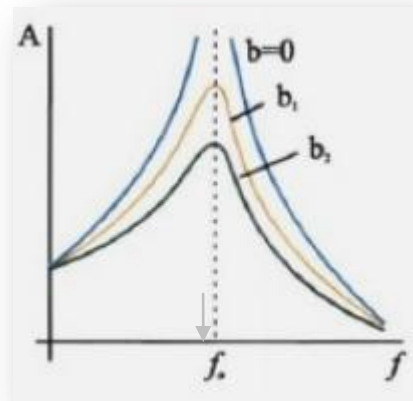
Ο διεγέρτης τροχός ασκεί περιοδική **διεγείρουσα** δύναμη στο σύστημα και υποχρεώνει τη μάζα να κάνει **εξαναγκασμένη** ταλάντωση.

Συχνότητα ταλάντωσης του σφαιριδίου είναι **ίση** με την συχνότητα στροφικής κίνησης του τροχού  $T_1$ .

Το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη τιμή της σταθεράς απόσβεσης  $b$  και από την διαφορά συχνοτήτων  $|f_{\text{διεγέρτη}} - f_{\text{ιδιοσυχνότητα}}|$



Στα διαγράμματα πλάτους  $A$  – συχνότητα  $f$ , ως συχνότητα  $f$  νοείται η συχνότητα του διεγέρτη που είναι ίση με αυτή της ταλάντωσης.



Η εξαναγκασμένη ταλάντωση είναι αμείωτη, διότι η ενέργεια που προσφέρεται στο σύστημα μέσω της διεγείρουσας δύναμης – ανά περίοδο- αντισταθμίζει τις απώλειες, που υπάρχουν λόγω της δύναμης που αντιτίθεται και έτσι το πλάτος της ταλάντωσης διατηρείται σταθερό.

Κατά το συντονισμό η ενέργεια μεταφέρεται στο σύστημα κατά το **βέλτιστο** τρόπο (οι απώλειες αντισταθμίζονται στιγμιαία...), γι αυτό και το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται

μέγιστο.

**ΣΗΜΕΙΩΜΑ** : Η συχνότητα συντονισμού είναι λίγο μικρότερη της  $f_0$ , αλλά στα πλαίσια του σχολικού βιβλίου θα λαμβάνεται ίση με την ιδιοσυχνότητα  $f_0$ .

**ΣΧΟΛΙΟ** : Σε μια σεισμική δόνηση όλες οι κατασκευές ταλαντώνονται με την ίδια συχνότητα, αυτή του διεγέρτη σεισμού. Εκείνη η κατασκευή που έχει ιδιοσυχνότητα κοντά στην συχνότητα του διεγέρτη σεισμού, θα κάνει ταλάντωση με μεγάλο πλάτος, επομένως θα «ταλαιπωρηθεί» και ίσως καταστραφεί.

### Ερωτήσεις

1. Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ;

- I. Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι ~~ίση~~ με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος.
- II. Το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη. (Σ)
- III. Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο.
- IV. Σε κάθε περίοδο η ενέργεια που δίνει ο διεγέρτης στο σύστημα είναι ίση με την ενέργεια που χάνεται λόγω των αποσβέσεων. (Σ)

2. Ένα ταλαντούμενο σύστημα ελατηρίου-μάζας έχει ιδιοπερίοδο  $T_0$  και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με περίοδο  $T$ . Υποθέστε πως με κάποιο τρόπο η μάζα του συστήματος αυξάνεται. Αυτό θα προκαλέσει :

- I. Αύξηση στην ιδιοπερίοδο  $T_0$ . (Σ)  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$
- II. Ελάττωση στην ιδιοπερίοδο  $T_0$ .
- III. Αύξηση στην περίοδο ταλάντωσης  $T$ .
- IV. Ελάττωση στη περίοδο ταλάντωσης  $T$ . Ποια απάντηση είναι σωστή ;

Ο διεγέρτης επιβάλλει ΠΑΝΤΑ την συχνότητα του στο ταλαντούμενο σύστημα. Επομένως αλλαγές στο ταλαντούμενο σύστημα δεν επηρεάζουν τη συχνότητα εξαναγκασμένης ταλάντωσης.

3. Όταν η συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης είναι διαφορετική από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντούμενου συστήματος, τότε :

- I. Δεν υπάρχει ταλάντωση.
- II. Το σύστημα ταλαντώνεται με την ιδιοσυχνότητα του.
- III. Το σύστημα ταλαντώνεται με την συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης. (Σ)**
- IV. Το σύστημα ταλαντώνεται με συχνότητα ίση με τη διαφορά της ιδιοσυχνότητας του και της συχνότητας του διεγέρτη.

Ποια απάντηση είναι σωστή ;

4. Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης :

- I. Ονομάζεται ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης.
- II. Είναι μέγιστη όταν υπάρχει συντονισμός.
- III. Είναι ίση με τη συχνότητα της εξωτερικής δύναμης που προκαλεί την ταλάντωση. (Σ)
- IV. Εξαρτάται από το μέτρο της εξωτερικής δύναμης που προκαλεί την ταλάντωση.
- V. Εξαρτάται από τη μάζα του ταλαντωτή.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή ;

5. Κατά τον συντονισμό :

- I. Το πλάτος της ταλάντωσης είναι μέγιστο. (Σ)
- II. Η ενέργεια του συστήματος είναι μέγιστη. (Σ)
- III. Οι απώλειες ενέργειας είναι μέγιστες. (Σ)
- IV. Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι μέγιστη.

Ποιες από τις παραπάνω σχέσεις είναι σωστές ;

6. Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές ; Συντονισμός είναι :

- I. Η περιοδική απώλεια ενέργειας ενός ταλαντούμενου συστήματος λόγω αντιστάσεων.
- II. Η περιοδική προσφορά ενέργειας σε ένα ταλαντούμενο σύστημα με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος. (Σ)
- III. Η μεγιστοποίηση του πλάτους μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης. (Σ)
- IV. Η ελαχιστοποίηση απωλειών λόγω αντιστάσεων, τριβών,... σε ένα ταλαντούμενο σύστημα.

7. Σε σύστημα μάζας-ελατήριο, εκτός από την ελαστική δύναμη εναφοράς, ενεργούν δύναμη αντίστασης  $F_1 = -b \cdot v$  και περιοδική δύναμη  $F = F_o \cdot \eta \mu \omega t$ , όπου το  $\omega$  μπορεί να μεταβάλλεται. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή ;

- I. Το σύστημα ταλαντώνεται με την ~~ιδιο~~συχνότητα  $f_o$ .
- II. Το πλάτος της ταλάντωσης είναι ~~ανεξάρτητο~~ της γωνιακής συχνότητας  $\omega$ .
- III. **Η συχνότητα ταλάντωσης είναι ίση με τη συχνότητα της περιοδικής δύναμης. (Σ)**
- IV. Όταν αυξάνεται η συχνότητα της περιοδικής δύναμης, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται πάντοτε.

8. Ένα ταλαντευόμενο σύστημα έχει ιδιοσυχνότητα  $f_o = 10$  Hz και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με δύναμη διέγερσης  $F = F_o \eta \mu 12\pi t$ . Τι θα πάθει το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης αν αυξήσουμε λίγο τη συχνότητα διέγερσης ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

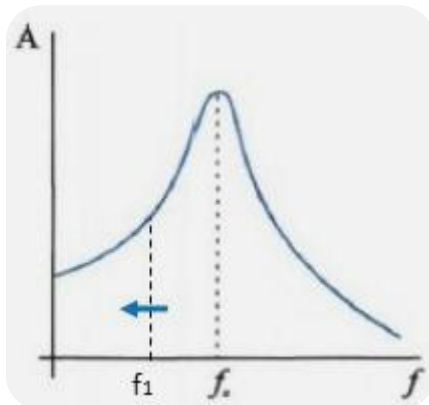
Η συχνότητα ταλάντωσης είναι ίση με την συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης F.

$$2\pi \cdot f_{\text{ταλ}} = 12\pi \rightarrow f_{\text{ταλ}} = 6 \text{ Hz}$$

Το διάγραμμα πλάτος-συχνότητα διεγέρτη, λέει ότι θα έχουμε αύξηση του πλάτους μιας και η συχνότητα ταλάντωσης είναι μικρότερη από την συχνότητα συντονισμού...

9. Σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση σταθερού πλάτους. Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι  $f_o$  και η περίοδος του διεγέρτη  $T_1$ , όπου  $T_1 > \frac{1}{f_o}$ . Αν η περίοδος του διεγέρτη αυξηθεί, τότε το πλάτος της ταλάντωσης

- α. μικραίνει
- β. παραμένει ίδιο
- γ. μεγαλώνει



Ισχύει ...

$$T_1 > \frac{1}{f_o} \rightarrow \frac{1}{f_1} > \frac{1}{f_o} \rightarrow f_1 < f_o \quad (\text{σχήμα})$$

Αν η περίοδος του διεγέρτη αυξηθεί, τότε η συχνότητά του θα μειωθεί και όπως φαίνεται στο διάγραμμα, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης μειώνεται.