

Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου
1.3 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής, Σωστό-Λάθος

1. Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- i) Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος.
- ii) Το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
- 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.

2. 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,
- 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; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

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

- i) αύξηση στην ιδιοπερίοδο T_0
- ii) ελάττωση στην ιδιοπερίοδο T_0
- iii) αύξηση στην περίοδο ταλάντωσης T ,
- iv) ελάττωση στην περίοδο ταλάντωσης T .

Να αιτιολογήσετε όποια απάντηση νομίζετε ότι είναι σωστή.

4. 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 ιδιοσυχνότητά του,
- iii) το σύστημα ταλαντώνεται με τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης,
- iv) το σύστημα ταλαντώνεται με συχνότητα ίση με τη διαφορά της ιδιοσυχνότητάς του και της συχνότητας του διεγέρτη.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

5. Συντονισμός είναι:

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

Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

6. Κατά τον συντονισμό:

- i) το πλάτος της ταλάντωσης είναι μέγιστο
- ii) η ενέργεια του συστήματος είναι μέγιστη
- iii) οι απώλειες ενέργειας είναι μέγιστες
- iv) η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι μέγιστη

Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου
1.3 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

7. Σε σύστημα μάζας-ελατηρίου, εκτός από την ελαστική δύναμη επαναφοράς, ενεργούν δύναμη αντίστασης $F_1 = -bv$ και περιοδική δύναμη $F = F_0 \sin \omega t$ με ω που μπορεί, να μεταβάλλεται. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

- i) Το σύστημα ταλαντώνεται με την ιδιοσυχνότητά του f_0
- ii) Το πλάτος ταλάντωσης είναι ανεξάρτητο της γωνιακής συχνότητας ω .
- iii) Η συχνότητα ταλάντωσης του συστήματος είναι ίση με τη συχνότητα της περιοδικής δύναμης.
- iv) Όταν αυξάνεται η συχνότητα της περιοδικής δύναμης, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται πάντοτε.

8. Η ιδιοσυχνότητα ενός κυκλώματος RLC μεταβάλλεται όταν μεταβληθεί:

- i) η αντίσταση R ,
- ii) η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης που το τροφοδοτεί,
- iii) ο συντελεστής αυτεπαγωγής L ,
- iv) η χωρητικότητα C .

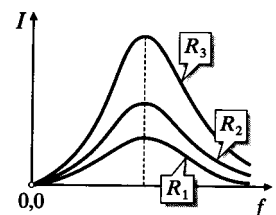
Ποιες από τις προτάσεις αυτές είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

9. Ένα κύκλωμα RLC εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με σταθερό πλάτος έντασης ρεύματος I . Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- i) Η ενέργεια που απορροφά το κύκλωμα από τον διεγέρτη σε κάθε περίοδο είναι ίση με $LI^2/2$.
- ii) Η συχνότητα ταλάντωσης του κυκλώματος είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη.
- iii) Εφόσον το πλάτος της ταλάντωσης δεν μειώνεται, δεν χρειάζεται να προσφέρουμε ενέργεια στο κύκλωμα για να διατηρήσουμε την ταλάντωση.
- iv) Για να διατηρείται το πλάτος της ταλάντωσης σταθερό, πρέπει να προσφέρουμε στο κύκλωμα περιοδικά ενέργεια με συχνότητα απαραίτητα ίση με την ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος.

10. Κύκλωμα LC αποτελείται από πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 1\text{mH}$ και πυκνωτή χωρητικότητας που μπορεί να μεταβάλλεται από $C_1 = 10^{-9}\text{ F}$ έως $C_2 = 16 \cdot 10^{-9}\text{ F}$. Το πηνίο βρίσκεται σε επαγωγική σύζευξη με το πηνίο μιας κεραιάς που δέχεται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από τέσσερις πομπούς A, B, Γ και Δ με συχνότητες αντίστοιχα $f_A = 2/\pi \cdot 10^5\text{ Hz}$, $f_B = 4/\pi \cdot 10^5\text{ Hz}$, $f_\Gamma = 6/\pi \cdot 10^5\text{ Hz}$ και $f_\Delta = 8/\pi \cdot 10^5\text{ Hz}$. Με ποιους από τους πομπούς αυτούς μπορεί να συντονιστεί το κύκλωμα;

11. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει το πλάτος της έντασης του ρεύματος εξαναγκασμένης ταλάντωσης ενός κυκλώματος RLC σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ταλάντωσης. Οι τρεις καμπύλες αντιστοιχούν σε τρεις διαφορετικές αντιστάσεις R_1, R_2 και R_3 (τα L και C είναι ίδια και στις τρεις περιπτώσεις.) Ποια από τις τρεις αντιστάσεις είναι μεγαλύτερη;



12. Ένα σύστημα με ιδιοσυχνότητα f_0 τίθεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση με την επίδραση εξωτερικής δύναμης. Όταν η συχνότητα της εξωτερικής δύναμης αυξάνεται από f_1 σε f_2 (όπου $f_2 > f_1 > f_0$) τότε το πλάτος της ταλάντωσης

- i) μειώνεται
- ii) αυξάνεται
- iii) παραμένει σταθερό.
- iv) αυξάνεται μέχρι να αποκτήσει ορισμένη τιμή και κατόπιν μειώνεται

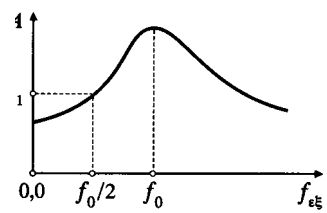
13. Ένας ταλαντωτής μάζας m εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση συχνότητας $f_1 = f_0/2$, όπου f_0 η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή, και το πλάτος ταλάντωσή του είναι A_1 . Αν θεωρήσουμε την ιδιοσυχνότητα

Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου
1.3 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

f_0 του ταλαντωτή ανεξάρτητη της σταθεράς απόσβεσης και διπλασιάσουμε τη μάζα του ταλαντωτή, το πλάτος ταλάντωσής του:

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

Ποια από τις παραπάνω απαντήσεις είναι η σωστή;
Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



14. Η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης του αρμονικού ταλαντωτή είναι

- α) πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητά του
- β) ίση με τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης
- γ) ανεξάρτητη από τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης
- δ) πάντα μικρότερη από την ιδιοσυχνότητά του.

15. Στο σύστημα ελατήριο - σώμα μάζας m απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας και το αφήνουμε ελεύθερο. Αν λόγω των τριβών μετά από κάθε πλήρη ταλάντωση το πλάτος μειώνεται κατά $\frac{3}{4}$ της προηγούμενης τιμής του, η ενέργεια που πρέπει να προσφέρει ο διεγέρτης στον ταλαντωτή ώστε αυτός να εκτελεί αμείωτες ταλαντώσεις είναι

- α) $7/16 E_0$
- β) $15/16 E_0$
- γ) $7/32 E_0$
- δ) $15/32 E_0$

όπου E_0 η αρχική ολική ενέργεια του ταλαντωτή.

16. Το πλάτος μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης γίνεται άπειρο, όταν

- α) υπάρχει συντονισμός
- β) δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας
- γ) υπάρχει συντονισμός και δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας
- δ) δεν υπάρχει συντονισμός

17. Η ιδιοσυχνότητα ενός ταλαντωτή εξαρτάται

- α) από την αρχική φάση
- β) από τη σταθερά απόσβεσης
- γ) από το πλάτος της ταλάντωσης
- δ) από τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος

18. Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Τότε

- α) το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με το χρόνο
- β) το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη
- γ) το σώμα ταλαντώνεται με την ιδιοσυχνότητά του
- δ) το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται γραμμικά με το χρόνο

19. Το πλάτος ενός ταλαντωτή εξαρτάται από το πλάτος της ταλάντωσης του διεγέρτη κατά το συντονισμό.

20. Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος παραμένει σταθερό γιατί ο ρυθμός με τον οποίο ο ταλαντωτής απορροφά ενέργεια από τον διεγέρτη είναι ίσος με το ρυθμό μετατροπής της ενέργειας σε θερμότητα λόγω τριβών.

21. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης αρμονικού ταλαντωτή εξαρτάται από τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης.

Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου
1.3 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

22. Κατά το συντονισμό η απορρόφηση ενέργειας που προσφέρεται από την εξωτερική περιοδική δύναμη γίνεται ελάχιστη.
23. Κατά το συντονισμό, όταν η σταθερά απόσβεσης είναι $b=0$, η κίνηση γίνεται απεριοδική.
24. Κατά το συντονισμό καθώς μειώνεται η απόσβεση, το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μικρότερο.
25. Όταν η απόσβεση είναι πολύ μικρή, το φαινόμενο του συντονισμού δεν παρατηρείται ή γίνεται ελάχιστα αντιληπτό.
26. Εξαναγκασμένη ταλάντωση λέγεται η ταλάντωση που εκτελεί ένας ταλαντωτής, όταν ενεργεί σε αυτόν εκτός από τη δύναμη επαναφοράς και μια περιοδική δύναμη.
27. Η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης του αρμονικού ταλαντωτή είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητά του.

Ασκήσεις

1. Ένας ταλαντωτής με μάζα $m = 4\text{Kg}$, σταθερά επαναφοράς $D = 100\text{N/m}$ και σταθερά απόσβεσης $b = 0,4\text{Kg/s}$ εκτελεί εξαναγκασμένη αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική φάση με συχνότητα ίση με τη συχνότητα της ελεύθερης και αμείωτης ταλάντωσής του. Αν το πλάτος ταλάντωσης είναι $A = 0,8\text{m}$ και η δύναμη της τριβής είναι ανάλογη της ταχύτητας, να γράψετε τη σχέση που δίνει την εξωτερική περιοδική δύναμη σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

2. Ένα σώμα κάνει εξαναγκασμένη ταλάντωση και η απομάκρυνσή του δίνεται σε συνάρτηση με το χρόνο από τη σχέση $x = 10\eta\mu 20t$ (x σε m , t σε s). Η δύναμη F' που αντιστέκεται στην κίνηση του σώματος δίνεται από τη σχέση $F' = -2u$ (F' σε N , u σε m/s). Να βρείτε το έργο που παράγει η F' σε χρόνο $t = \pi\text{s}$.

3. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η ενέργεια που προσφέρεται ανά περίοδο στον ταλαντωτή ώστε να εκτελεί αμείωτες ταλαντώσεις είναι $E = 3,14\text{J}$. Η δύναμη F' που αντιστέκεται στην κίνηση είναι της μορφής $F' = -bu$. Αν η εξίσωση της απομάκρυνσης με το χρόνο είναι $x = 0,1\eta\mu 100t$ (SI), να υπολογιστεί η σταθερά απόσβεσης b .

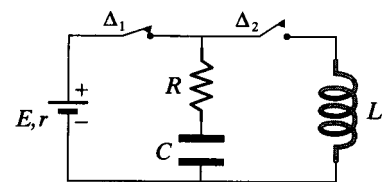
4. Στο κύκλωμα του σχήματος είναι $E = 12\text{V}$, $R = 1000\Omega$, $C = 5\mu\text{F}$ και $L = 5\text{H}$, ο διακόπτης Δ_1 είναι για αρκετό χρόνο κλειστός ενώ ο Δ_2 είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη Δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε το διακόπτη Δ_2 . Το κύκλωμα RLC εκτελεί φθίνουσες ταλαντώσεις λόγω της ωμικής αντίστασης. Να βρείτε την ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε με τη βοήθεια κάποιου εξωτερικού μηχανισμού ανά περίοδο στο ταλαντούμενο κύκλωμα ώστε αυτό να πραγματοποιεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις όταν:

i) το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού,

δηλαδή $I = I_{\max}$ και $f_{\epsilon\xi} = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

ii) η συχνότητα του διεγέρτη είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος RLC, δηλαδή

$$f_{\epsilon\xi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}.$$



5. Το ένα άκρο ελατηρίου σταθερής $K = 500\text{N/m}$ στερεώνεται στην οροφή και στο ελεύθερο κάτω άκρο του προσδένεται σώμα μάζας m οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται κατά $\Delta\ell = 2\text{cm}$. Μετακινούμε το σώμα

Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου
1.3 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

κατά $A = 10 \text{ cm}$ προς τα πάνω και το αφήνουμε ελεύθερο την χρονική στιγμή $t = 0$. Κατά την κίνησή του το σώμα δέχεται δύναμη της μορφής $F_{\text{αντ}} = -bv$ όπου $b = 20 \text{ Kg/s}$. Η κυκλική συχνότητα της φθίνουσας ταλάντωσης υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2}$$

Να υπολογίσετε:

- i) Σε πόσο χρόνο θα βρίσκεται για πρώτη φορά στη θέση ισορροπίας.
- ii) Ασκούμε κατάλληλη εξωτερική περιοδική δύναμη $F_{\text{εξ}}$ με την παραπάνω κυκλική συχνότητα ώστε η ταλάντωση αν είναι αμείωτη. Πόσο είναι το έργο της $F_{\text{αντ}}$ από την ακραία θέση ως τη θέση ισορροπίας;

6. Στο ένα άκρο ιδανικού οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ είναι συνδεδεμένο σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$, το οποίο μπορεί να κινείται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου στερεώνεται σε ακλόνητο σημείο. Απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του, κατά τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, κατά $A_0 = 0,2 \text{ m}$ και το αφήνουμε ελεύθερο. Λόγω τριβών, το πλάτος της ταλάντωσης ελαττώνεται κατά 2% μετά από κάθε πλήρη ταλάντωση.

- i) Ποια είναι η ιδιοσυχνότητα f_0 του ταλαντωτή;
- ii) Πόση ενέργεια αφαιρείται από τον ταλαντωτή μέσω του έργου των τριβών στη διάρκεια της πρώτης περιόδου;
- iii) Πόση ενέργεια πρέπει να μεταφερθεί στον ταλαντωτή, μέσω του έργου εξωτερικής περιοδικής δύναμης, σε χρόνο $t = 62,8 \text{ s}$, ώστε να εκτελεί αμείωτες ταλαντώσεις με συχνότητα f_0 ;