

Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση κίνησης

$$x = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right). \text{ Τη χρονική στιγμή } \frac{3T}{4}, \text{ όπου } T \text{ η περίοδος της κίνησής}$$

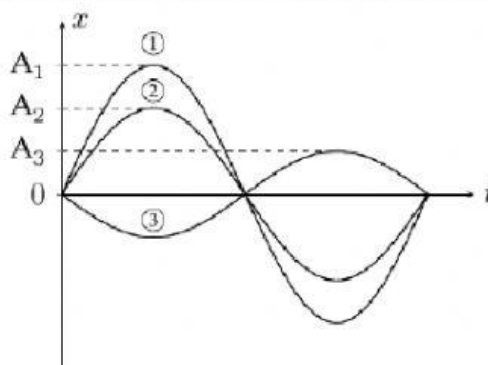
του, για το σώμα ισχύει ότι:

- α. διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική φορά κίνησης.
- β. το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας του είναι μέγιστο.
- γ. το μέτρο της ορμής του είναι μέγιστο.
- δ. είναι ακίνητο.

Σύστημα μάζας – ελατηρίου, εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση μικρής απόσβεσης, με συχνότητα  $f_1$ . Με την αύξηση της συχνότητας  $f_1$  και μέχρι τον διπλασιασμό της, παρατηρούμε ότι το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης συνεχώς αυξάνεται. Με την μείωση της συχνότητας  $f_1$  και μέχρι τον υποδιπλασιασμό της, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:

- α. μειώνεται συνεχώς. γ. μειώνεται αρχικά και μετά θα αυξάνεται.
- β. αυξάνεται συνεχώς. δ. αυξάνεται αρχικά και μετά θα μειώνεται.

Από τη σύνθεση δυο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας διεύθυνσης και συχνότητας που εκτελούνται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας προκύπτει μια συνισταμένη ταλάντωση. Στο παρακάτω σχήμα παριστάνονται οι



γραφικές παραστάσεις της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με το χρόνο για τις δυο συνιστώσες ταλαντώσεις και τη συνισταμένη τους. Η γραφική παράσταση που εκφράζει τη συνισταμένη ταλάντωση είναι:

- α. 1 β. 2 γ. 3 δ. οποιαδήποτε από τα παραπάνω

Αγώγιμο ορθογώνιο ανοιχτό πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδο του πλαισίου και διέρχεται από τα μέσα των απέναντι πλευρών του. Ο άξονας περιστροφής του πλαισίου είναι κάθετος στις δυναμικές μαγνητικές γραμμές. Αν διπλασιάσουμε ταυτόχρονα την περίοδο περιστροφής του πλαισίου και την ένταση του μαγνητικού πεδίου, τότε το πλάτος της ΗΕΔ λόγω επαγωγής που αναπτύσσεται στα άκρα του:

- α. δε θα μεταβληθεί. γ. θα υποδιπλασιαστεί.
- β. θα διπλασιαστεί. δ. θα τετραπλασιαστεί.

- α. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση το έργο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι πάντα αρνητικό.
- β. Στο φαινόμενο του διακροτήματος το πλάτος της ιδιόμορφης ταλάντωσης παραμένει σταθερό.
- γ. Η μαγνητική ροή είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος.
- δ. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, που δημιουργείται γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, είναι ευθείες παράλληλες και ισαπέχουσες.
- ε. Όταν δυο σώματα συγκρούονται, για παράδειγμα όταν χτυπάνε δυο μπάλες του μπυλιάρδου, η κινητική κατάστασή τους ή τουλάχιστον ενός από αυτά μεταβάλλεται απότομα.

Για τη μελέτη των φαινομένων της κρούσης, πραγματοποιούμε μεταξύ των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1$  και  $m_2$  αντίστοιχα, τις παρακάτω δύο κρούσεις:

**A κρούση:** Το σώμα μάζας  $\Sigma_1$  κινείται με ταχύτητα  $\bar{v}$  και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα  $\Sigma_2$  που είναι ακίνητο. Λόγω κρούσης, η απώλεια στη μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων, έχει τιμή  $Q_A$ .

**B κρούση:** Το σώμα  $\Sigma_2$  κινείται με την ίδια ταχύτητα  $\bar{v}$  και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα  $\Sigma_1$  που είναι ακίνητο. Λόγω κρούσης, η απώλεια στη μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων, έχει τιμή  $Q_B$ .

Τότε ισχύει:      α.  $\frac{Q_A}{Q_B} > 1$       β.  $\frac{Q_A}{Q_B} = 1$       γ.  $\frac{Q_A}{Q_B} < 1$

Στο παρακάτω σχήμα τα δύο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  είναι δεμένα μεταξύ τους μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος και ισορροπούν πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Τα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  είναι δεμένα στα άκρα οριζόντιων ιδανικών ελατηρίων με σταθερές  $k_1$  και  $k_2$  αντίστοιχα, οι άλλες άκρες των οποίων είναι στερεωμένες σε ακλόνητα σημεία, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Για τις σταθερές των ελατηρίων ισχύει ότι  $k_1 = 4k_2$ . Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει τα δύο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$ , οπότε εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερές επαναφοράς  $D_1 = k_1$  και  $D_2 = k_2$  αντίστοιχα.

Έστω  $E_1$  και  $E_2$  οι ενέργειες των δυο ταλαντώσεων, τότε ισχύει :

α.  $E_1 = E_2$       β.  $E_1 = 4E_2$       γ.  $E_2 = 4E_1$

Το σωληνοειδές του σχήματος διαρρέεται αρχικά από ρεύμα έντασης  $i_1$  σταθερής

τιμής. Γύρω από το σωληνοειδές

βρίσκονται δυο μεταλλικοί κυκλικοί

αγωγοί  $K_1$ ,  $K_2$  ακτίνων  $R_1$  και  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) αντίστοιχα, με το επίπεδό τους να είναι κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς. Οι ακτίνες τους είναι μεγαλύτερες από την ακτίνα μια σπείρας του σωληνοειδούς και τα κέντρα τους είναι σημεία του άξονα του σωληνοειδούς.

Οι δυο κυκλικοί αγωγοί είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο σύρμα (ίδια ωμική αντίσταση ανά μονάδα μήκους). Κάποια στιγμή ελαττώνουμε το ρεύμα στο πηνίο με σταθερό ρυθμό και τελικά μηδενίζεται μετά από χρονικό διάστημα  $\Delta t$ . Έστω  $E_{επ(1)}$ ,  $E_{επ(2)}$  οι ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσονται στους κυκλικούς αγωγούς  $K_1$ ,  $K_2$  αντίστοιχα και  $q_1$ ,  $q_2$  το ηλεκτρικό φορτίο που μετακινείται σε αυτούς.

Τότε ισχύει:

α.  $q_1 > q_2$  και  $E_{επ(1)} = E_{επ(2)}$

β.  $q_1 = q_2$  και  $E_{επ(1)} < E_{επ(2)}$

γ.  $q_1 = q_2$  και  $E_{επ(1)} = E_{επ(2)}$

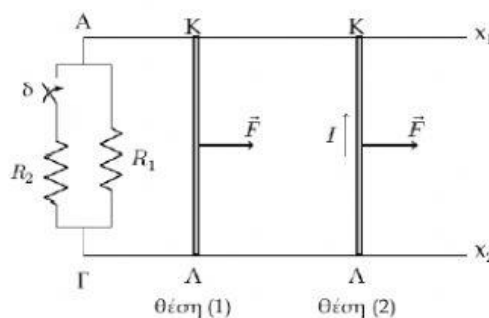
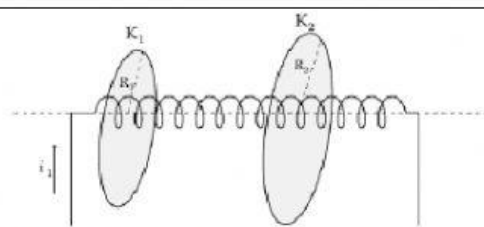
Δυο παράλληλοι, οριζόντιοι μεταλλικοί αγωγοί  $Ax_1$  και  $\Gamma x_2$  μεγάλου μήκους, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση  $\ell = 2 \text{ m}$ . Τα άκρα τους  $A$  και  $\Gamma$  συνδέονται μέσω του κυκλώματος των αντιστάτων  $R_1$ ,  $R_2$  με τιμές ωμικών αντιστάσεων  $3 \Omega$  και  $6 \Omega$  αντίστοιχα. Ευθύγραμμος αγωγός  $ΚΛ$  μήκους  $\ell = 2 \text{ m}$  και ωμικής αντίστασης  $R = 1 \Omega$ , μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους οριζόντιους αγωγούς  $Ax_1$  και  $\Gamma x_2$ . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι οριζόντιοι αγωγοί  $Ax_1$  και  $\Gamma x_2$ . Αρχικά ο αγωγός  $ΚΛ$  συγκρατείται ακίνητος (θέση (1)) και ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ασκείται στον αγωγό  $ΚΛ$  σταθερή οριζόντια δύναμη  $\vec{F}$  μέτρου  $6 \text{ N}$ , παράλληλη στα σύρματα  $Ax_1$  και  $\Gamma x_2$  με φορά προς τα δεξιά όπως στο σχήμα, που φαίνεται η κάτοψη της διάταξης.

Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα αποκτά σταθερή τιμή  $I = 3 \text{ A}$ , με φορά στον αγωγό  $ΚΛ$ , από το σημείο  $\Lambda$  προς το σημείο  $K$  (θέση (2)), όπως φαίνεται στο σχήμα.

Γ1. Να προσδιορίσετε τη φορά και την τιμή της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Γ2. Να δικαιολογήσετε γιατί η ενέργεια που προσφέρει στη διάταξη η δύναμη  $F$  μέσω του έργου της, μεταξύ των θέσεων (1) και (2), έχει μεγαλύτερη τιμή, από την τιμή της κινητικής ενέργειας του αγωγού  $ΚΛ$  στη θέση (2).

Γ3. Όταν ο αγωγός  $ΚΛ$  κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v = 2 \text{ m/s}$  να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού  $V_{ΚΛ}$  στα άκρα του αγωγού (μονάδες 3) και το ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας τότε. (μονάδες 3)

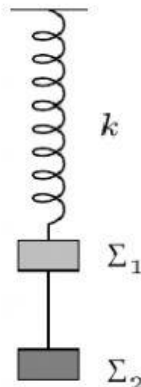


Κάποια στιγμή και αφού ο αγωγός ΚΛ έχει περάσει από τη θέση (2) κλείνουμε τον διακόπτη δ, χωρίς να σχηματισθεί σπινθήρας.

- Γ4. Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ, να μελετηθεί η κίνηση που θα εκτελέσει ο αγωγός (μονάδες 5) και να υπολογίσετε τη μικρότερη τιμή της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στο σύστημα των αντιστατών  $R_1$  και  $R_2$ .

Σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = 1 \text{ kg}$  είναι δεμένο στο ελεύθερο κάτω άκρο ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς  $k = 100 \text{ N/m}$ , το πάνω άκρο του οποίου είναι σταθερά στερεωμένο σε οριζόντια οροφή. Μέσω αβαρούς, αμελητέων διαστάσεων και μη ελαστικού νήματος μήκους  $\ell$ , προσδένεται κάτω από το σώμα  $\Sigma_1$  ένα δεύτερο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 3 \text{ kg}$ . Αρχικά το σύστημα ισορροπεί, ακίνητο, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Μετατοπίζουμε το σύστημα προς τα κάτω κατά  $d = 0,4 \text{ m}$  και κατόπιν το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί, χωρίς αρχική ταχύτητα, τη χρονική στιγμή  $t = 0$ . Το σύστημα των δύο σωμάτων εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$ .



- Δ1. Να γραφεί η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος  $\Sigma_1$  από τη θέση ισορροπίας του.
- Δ2. Να υπολογιστεί η ενέργεια που δαπανήσαμε για να θέσουμε το σύστημα σε ταλάντωση.
- Δ3. Να δείξετε ότι ο λόγος των μέτρων των συνολικών δυνάμεων  $\Sigma \vec{F}_1$  και  $\Sigma \vec{F}_2$  που ασκούνται στα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους έχει σταθερή τιμή.
- Δ4. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της τάσης του νήματος που ασκείται στο σώμα  $\Sigma_2$  και να την παραστήσετε γραφικά σε βαθμολογημένους άξονες, για χρονικό διάστημα δύο περιόδων.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και να θεωρήσετε ότι  $\pi^2 = 10$ .

Θετική φορά να θεωρηθεί η αρχική φορά κίνησης του σώματος  $\Sigma_1$ . Οι αντιστάσεις του αέρα και η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέες.