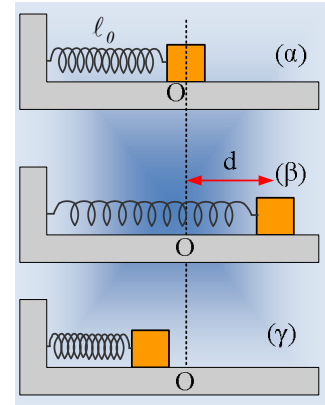


Η απομάκρυνση στις ταλαντώσεις

Ένα σώμα ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένο στο άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου, στη θέση O , όπως στο (α) σχήμα.

- i) Να εξηγήσετε γιατί το ελατήριο έχει το φυσικό μήκος του.
- ii) Εκτρέπουμε το σώμα προς τα δεξιά κατά d και αφήνοντάς το, αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Στο (γ) σχήμα φαίνεται το σώμα σε μια τυχαία θέση. Γράφοντας την εξίσωση της απομάκρυνσης $x=A\cdot\eta\mu(\omega t+\varphi_0)$, ποια ακριβώς είναι η απομάκρυνση x ; Να σχεδιαστεί το διάνυσμά της πάνω στο σχήμα.



- iii) Σε μια άλλη περίπτωση το σώμα εκτρέπεται κατά d προς τα δεξιά, αλλά αφήνοντάς το, αυτό εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, αφού δέχεται δύναμη απόσβεσης της μορφής $F=-bv$. Στη θέση K (σχήμα (δ)) $F_{ελ}=F_{απ}$, όπου $F_{ελ}$ το μέτρο της δύναμης από το ελατήριο και $F_{απ}$ το μέτρο της δύναμης απόσβεσης. Μας δίνεται τώρα η εξίσωση της απομάκρυνσης, η οποία έχει τη μορφή:

$$x = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_0)$$

Ποια είναι τώρα η απομάκρυνση x , με βάση το διπλανό σχήμα (ε), το διάνυσμα x_1 ή το διάνυσμα x_2 ;

- iv) Το ίδιο σώμα, τίθεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση, με την επίδραση οριζόντιας εξωτερικής δύναμης της μορφής $F_{εξ}=F_0\cdot\eta\mu(\omega_δ t)$, ενώ ταυτόχρονα δέχεται και δύναμη απόσβεσης $F_{απ}=-bv$. Αν η απομάκρυνση του σώματος δίνεται από την εξίσωση $x=A\cdot\eta\mu(\omega_δ t+\varphi_0)$, τότε η απομάκρυνση x αντιστοιχεί:

α) στο διάνυσμα x_1 , β) στο διάνυσμα x_2 , γ) σε άλλο διάνυσμα

του σχήματος (ε).

- v) Ποια θα ήταν η απάντηση στο προηγούμενο ερώτημα, αν η εξωτερική δύναμη είχε τη μορφή:

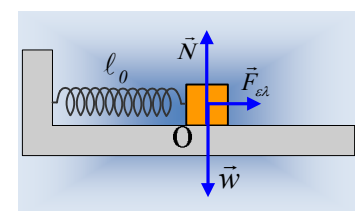
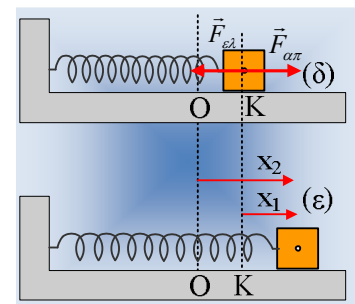
$$F_{εξ}=F_0\cdot\sigma\upsilon\nu(\omega_δ t);$$

Απάντηση:

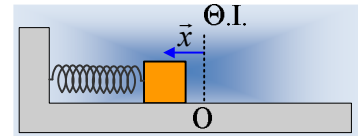
- i) Το σώμα ηρεμεί, πράγμα που σημαίνει ότι παραμένει ακίνητο, ισορροπεί και $\Sigma\vec{F}=0$. Αλλά στο διπλανό σχήμα, έχουν οι δυνατές δυνάμεις που ασκούνται πάνω του. Αλλά αφού $\Sigma\vec{F}=0$ θα έχουμε και:

$$\Sigma F_x=0 \text{ ή } F_{ελ}=0 \text{ ή } k\cdot\Delta l=0 \text{ ή } \Delta l=0$$

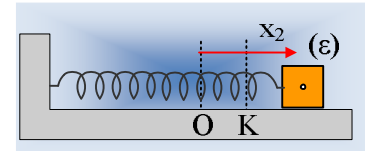
Άρα το ελατήριο δεν έχει κάποια παραμόρφωση και η θέση ισορροπίας συμπίπτει με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.



ii) Η απομάκρυνση ενός σώματος που εκτελεί ΑΑΤ, μετριέται από τη θέση ισορροπίας και είναι ένα διάνυσμα με αρχή τη θέση ισορροπίας (βλέπε προηγούμενο ερώτημα) και τέλος τη θέση που βρίσκεται το σώμα, όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα.

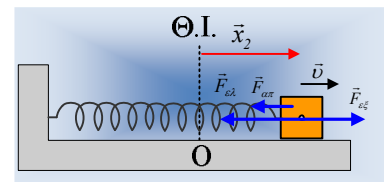


iii) Κατά την φθίνουσα ταλάντωση που πραγματοποιεί το σώμα, ΔΕΝ αλλάζει η **θέση ισορροπίας** της ταλάντωσης. Η θέση ισορροπίας είναι η ίδια, όπως και προηγούμενα, η θέση O, οπότε η απομάκρυνση μετριέται ξανά από τη θέση O και είναι το διάνυσμα x_2 . Μπορεί με άλλα λόγια τη



στιγμή που το σώμα περνά από το σημείο K, να ισχύει $\Sigma F=0$ και αυτό μεταφράζεται στη φράση «το σώμα ισορροπεί καθώς περνά από το K», αλλά δεν είναι αυτή η θέση, **θέση ισορροπίας**.

iv) Έστω ότι αρχικά το σώμα ηρεμεί στη θέση ισορροπίας του O. Με την εξάσκηση της αρμονικής δύναμης θα τεθεί σε εξαναγκασμένη ταλάντωση, η οποία θα πραγματοποιείται, γύρω από αυτή τη θέση O. Ξανά δηλαδή δεν έχουμε αλλαγή στη θέση ισορροπίας, οπότε μιλώντας για απομάκρυνση x , αυτή μετράται από **τη θέση ισορροπίας**, θέση O (φυσικού μήκους του ελατηρίου). Και πάλι δηλαδή η απομάκρυνση είναι το διάνυσμα x_2 , όπως στο σχήμα.



v) Δεν θα αλλάξει κάτι, όσον αφορά τη θέση ισορροπίας, γύρω από την οποία πραγματοποιείται η εξαναγκασμένη ταλάντωση. Δεν έχει καμιά σημασία η φάση της δύναμης. Και πάλι το σώμα θα ταλαντωθεί γύρω από τη θέση ισορροπίας O, θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, οπότε η απομάκρυνση είναι ξανά η x_2 στο παραπάνω σχήμα.

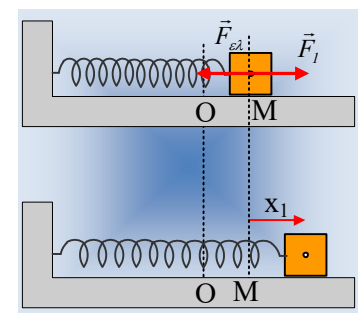
Σχόλιο.

Και τελικά πότε μπορούμε να έχουμε μια άλλη θέση ισορροπίας, διαφορετική από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου;

- Αν στο σώμα ασκηθεί μια σταθερή οριζόντια δύναμη F_1 , όπως στο σχήμα. Τότε το σώμα θα εκτελέσει μια ταλάντωση (ΑΑΤ ή φθίνουσα) γύρω από τη θέση M, η οποία είναι η νέα θέση ισορροπίας και για την οποία ισχύει $\Sigma F_x=0$ ή $F_1=k \cdot \Delta l$.

Αλλά τότε η απομάκρυνση x θα είναι αυτή που δείχνει το κάτω σχήμα.

- Αν τώρα στο σώμα, το οποίο αρχικά είναι ακίνητο, ασκηθεί μια οριζόντια δύναμη της μορφής $F=F_1+F_0 \cdot \eta \mu(\omega_0 t)$ (ενώ στο σώμα ασκείται και δύναμη απόσβεσης $F_{\text{ασ}}=-bv$), θα έχουμε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση, γύρω από την αντίστοιχη θέση M, όπου $F_1=k \cdot \Delta l$.



dmargaris@gmail.com