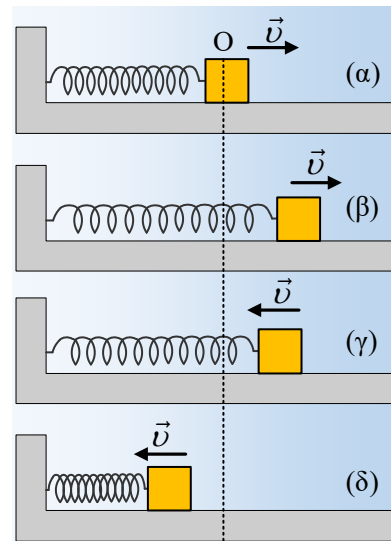


**Μια θέση σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση**

Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου, γύρω από την θέση ισορροπίας  $O$ , σε λείο οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση αρμονικής εξωτερικής δύναμης  $F_{\delta}$ . Στο σχήμα δίνονται 4 θέσεις με σημειωμένες τις ταχύτητες του σώματος. Σε μια από τις θέσεις αυτές η δύναμη του ελατηρίου είναι αντίθετη της δύναμης απόσβεσης ( $F_{ελ} = -F_{απ}$ ).



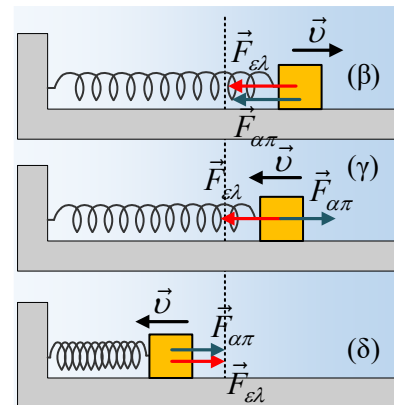
- i) Σε ποια από τις θέσεις του σχήματος βρίσκεται το σώμα.
- ii) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στην θέση που θα επιλέξετε.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**Απάντηση:**

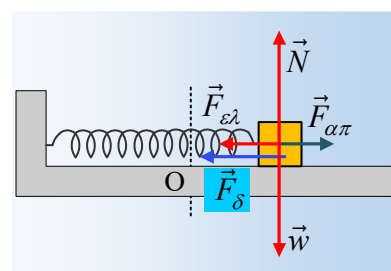
- i) Στη θέση (α), θέση ισορροπίας η δύναμη του ελατηρίου είναι μηδενική, πράγμα που δεν συμβαίνει με την δύναμη απόσβεσης που έχει μέγιστο μέτρο ( $F_{απ} = -bv$ ), αφού η ταχύτητα έχει μέγιστο μέτρο.

Η δύναμη απόσβεσης έχει πάντα αντίθετη κατεύθυνση από την ταχύτητα ( $F_{απ} = -bv$ ), όπως στα διπλανά σχήματα, ενώ η δύναμη επαναφοράς, η δύναμη του ελατηρίου κατευθύνεται πάντα προς την θέση ισορροπίας. Αλλά τότε οι δυο δυνάμεις μπορεί να είναι αντίθετες μόνο στην θέση (γ), αφού στις δύο άλλες περιπτώσεις έχουν την ίδια κατεύθυνση.



- ii) Στη θέση (γ) εκτός από τις δύο παραπάνω δυνάμεις, ασκούνται κατά τα γνωστά το βάρος και η κάθετη αντίδραση του επιπέδου, καθώς και η δύναμη του διεγέρτη. Αυτή μπορεί να έχει κατεύθυνση είτε προς τα δεξιά, είτε προς τα αριστερά. Εδώ προς τα πού είναι;

Καθώς το σώμα στη θέση (γ) πλησιάζει προς την θέση ισορροπίας του η ταχύτητά του αυξάνεται, όπως αυξάνεται και η κινητική ενέργεια του σώματος. Συνεπώς η εξωτερική δύναμη, η δύναμη του διεγέρτη πρέπει να έχει θετική ισχύ (στιγμιαία), ίση με τον ρυθμό αύξησης της κινητικής ενέργειας του σώματος. Για να συμβαίνει αυτό πρέπει να κατευθύνεται προς την θέση ισορροπίας όπως στο τελευταίο σχήμα, αφού τότε:



$$P_{F_{\delta}} = |F_{\delta}| \cdot |v| > 0$$

Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να σκεφτούμε με βάση την επιτάχυνση. Το σώμα επιταχύνεται προς τα αριστερά (η επιτάχυνση κατευθύνεται πάντα προς την θέση ισορροπίας  $a = -\omega^2 \cdot x$  και στην εξαναγκασμένη ταλάντωση, μετά το πέρας των μεταβατικών φαινομένων). Αλλά τότε η συνισταμένη των ασκούμενων δυνάμεων, πρέπει να έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά. Όμως  $\vec{F}_{ελ} + \vec{F}_{απ} = 0$ , οπότε την επιτάχυνση στη

θέση αυτή την προκαλεί η δύναμη του διεγέρτη, η οποία θα έχει και αυτή φορά προς τα αριστερά, αφού:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \vec{F}_\delta = m\vec{a}$$

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)