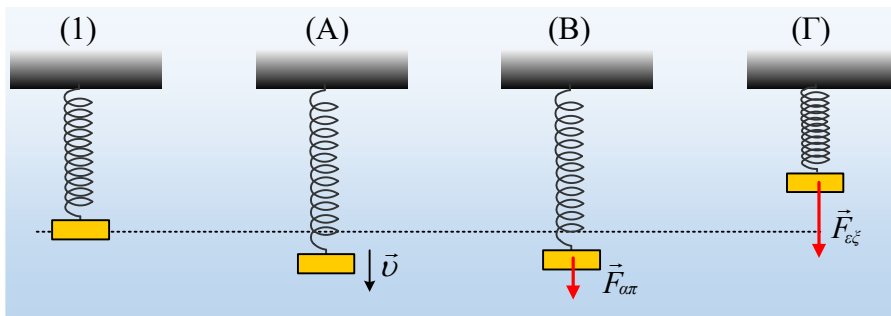


**Θέσεις ισορροπίας και τρεις ταλαντώσεις**

Στο σχήμα βλέπουμε ένα σώμα να ηρεμεί στο κάτω άκρο ενός ιδανικού ελατηρίου (σχήμα 1).



Στο σχήμα (A) το σώμα εκτελεί ΑΑΤ, στο σχήμα (B), εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με την επίδραση δύναμης απόσβεσης της μορφής  $F_{απ}=-bv$ , ενώ στο σχήμα (Γ) εκτός της παραπάνω δύναμης απόσβεσης, δέχεται και αρμονική εξωτερική δύναμη  $F_{εξ}$ , με αποτέλεσμα να εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση, σταθερού πλάτους.

- i) Στο σχήμα (A) η δύναμη επαναφοράς έχει φορά προς τα πάνω, ενώ το σώμα αποκτά μέγιστη κατά μέτρο ταχύτητα, όταν περνά από την θέση (1).
- ii) Στο σχήμα (B) το σώμα κινείται προς τα πάνω, ενώ αποκτά μέγιστη ταχύτητα κατά μέτρο, όταν περνά από την θέση (1), θέση στην οποία τελικά θα σταματήσει.
- iii) Στο σχήμα (γ) το σώμα αποκτά μέγιστη κατά μέτρο ταχύτητα, όταν περνά από την θέση (1), στην οποία η εξωτερική δύναμη έχει μέτρο  $F_{εξ}=0$ .

Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, δίνοντας και σύντομες δικαιολογήσεις.

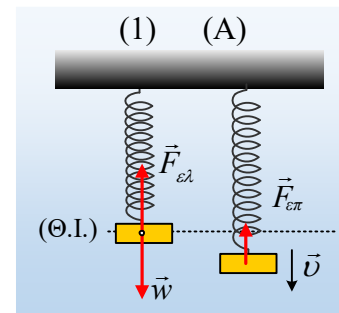
**Απάντηση:**

- i) Όταν ένα σώμα εκτελεί ΑΑΤ, η ταλάντωση πραγματοποιείται γύρω από την θέση ισορροπίας, όπου  $\Sigma F=0$  και αυτή είναι η θέση (1), όπου  $F_{ελ}=w$  (μέτρα). Σε κάθε άλλη θέση στο σώμα ασκείται δύναμη επαναφοράς με τιμή:

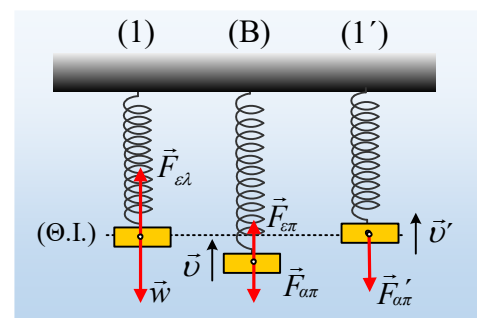
$$\Sigma F = F_{επ} = -Dx$$

η οποία τείνει να το επαναφέρει στην θέση ισορροπίας του, όπου  $x=0$ .

Σωστή η πρόταση.



- ii) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, στην θέση B, αλλά και τη στιγμή που περνά από την θέση (1). Στην θέση (B), αφού μας δόθηκε η κατεύθυνση της δύναμης απόσβεσης, αντίθετη κατεύθυνση θα έχει η ταχύτητα, δηλαδή το σώμα κινείται προς τα πάνω. Στην θέση (1') η δύναμη επαναφοράς μηδενίζεται (αυτή είναι και εδώ η θέση ισορροπίας, στην οποία τελικά το σώμα θα ηρεμήσει, μόλις πάψει να ταλαντώνεται!), ενώ αντίθετα το σώμα δέχεται δύναμη απόσβεσης, με αποτέλεσμα το σώμα να έχει επιτάχυνση και συνεπώς όχι μέγιστη ταχύτητα. Αν κινείται προς τα πάνω, μέγιστη ταχύτητα αποκτά λίγο



πιο πριν, στη θέση εκείνη όπου θα ισχύει στιγμιαία:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow |F_{\varepsilon\pi}| = |F_{\alpha\pi}| \rightarrow |kx| = |bv|$$

Όπου  $x$  η απομάκρυνσή του από την θέση ισορροπίας (1).

Η πρόταση είναι λανθασμένη.

- iii) Ας υποθέσουμε ότι το σώμα ηρεμεί στην θέση ισορροπίας του (θέση (1)). Αν ασκηθεί πάνω του η διεγείρουσα εξωτερική δύναμη  $F_{\varepsilon\xi}$ , αυτό θα αρχίσει να ταλαντώνεται γύρω από αυτήν την θέση. Δηλαδή και πάλι η θέση ισορροπίας της εξαναγκασμένης ταλάντωσης, είναι αυτή όπου η δύναμη επαφής είναι μηδενική, όπως και στη φθίνουσα ταλάντωση.

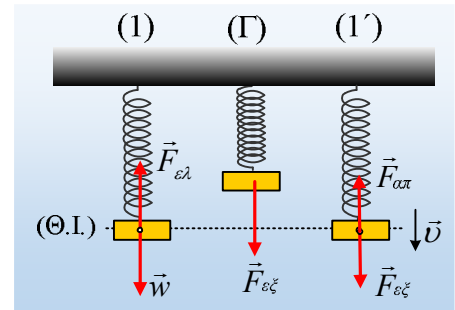
Στο σχήμα έχουν σημειωθεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα,

στην παραπάνω θέση ισορροπίας, καθώς κινείται προς τα κάτω. Στην θέση αυτή η ταχύτητα έχει μέγιστο μέτρο, ενώ δέχεται δύναμη απόσβεσης με μέγιστο μέτρο  $F_{\alpha\pi}=b \cdot v_{\max}$ . Στη θέση αυτή όμως η επιτάχυνση είναι μηδενική, οπότε:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow |F_{\varepsilon\xi}| = |F_{\alpha\pi}| = b\omega A$$

Όπου  $A$  το σταθερό πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης και  $\omega$  η γωνιακή συχνότητα της εξωτερικής αρμονικής δύναμης  $F_{\varepsilon\xi}$ .

Η πρόταση είναι λανθασμένη.



### Συμπέρασμα.

Και στις τρεις ταλαντώσεις που μελετάμε (ΑΑΤ, φθίνουσα ταλάντωση, εξαναγκασμένη ταλάντωση) η θέση ισορροπίας είναι η ίδια, είναι η θέση όπου μηδενίζεται η δύναμη επαφής  $F=-Dx$  και από αυτήν την θέση μετράμε τις απομακρύνσεις σε όλες τις περιπτώσεις.

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