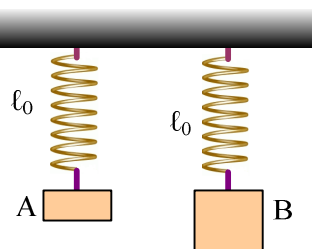


Φθίνουσες και εξαναγκασμένες

1) Φθίνουσα ταλάντωση και απώλεια ενέργειας.

Στα κάτω άκρα δύο όμοιων κατακόρυφων ελατηρίων δένουμε δύο σώματα A και B από το ίδιο υλικό και με τις ίδιες μετωπικές επιφάνειες με μάζες M και 2M και τα αφήνουμε να κινηθούν από τις θέσεις φυσικού μήκους των ελατηρίων.



Τα σώματα εκτελούν φθίνουσες ταλαντώσεις εξαιτίας της αντίστασης του αέρα και τελικά σταματούν.

- i) Να παραστήσετε γραφικά την απομάκρυνση σε συνάρτηση με το χρόνο (ποιοτικά διαγράμματα), στους ίδιους άξονες x-t και για τα δύο σώματα.
- ii) Αν η μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική κατά την κίνηση του A σώματος είναι 10J, η αντίστοιχη ενέργεια κατά την κίνηση του B σώματος θα είναι:

- α) 5J, β) 10J, γ) 20J, δ) 40J

Απάντηση:

- i) Τα σώματα θα σταματήσουν τελικά σε μια θέση όπου $\Sigma F=0$.

Έτσι για το πρώτο σώμα θα έχουμε:

$$\Sigma F=0 \rightarrow Mg=k \cdot A_1 \rightarrow$$

$$A_1=Mg/k$$

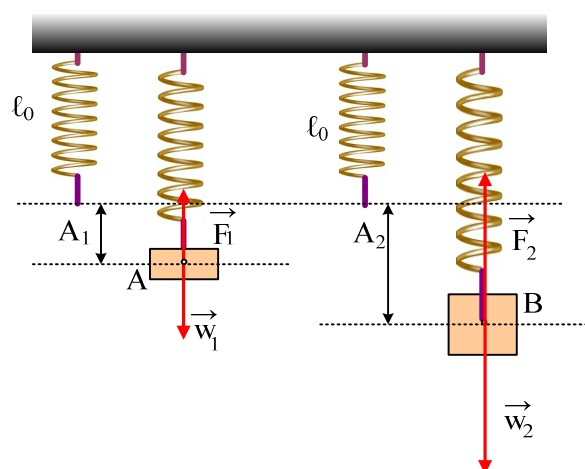
Ενώ αντίστοιχα για το B σώμα:

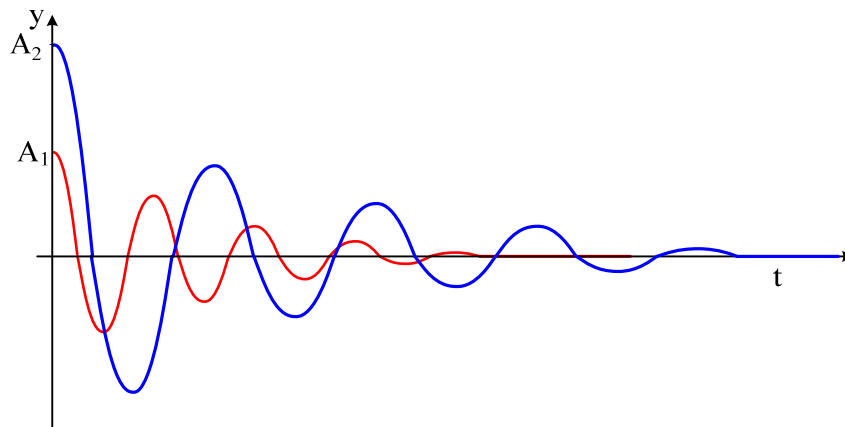
$$\Sigma F=0 \rightarrow 2Mg=k \cdot A_2 \rightarrow$$

$$A_2=2Mg/k = 2A_1.$$

Εξάλλου το B σώμα θα ταλαντώνεται με μεγαλύτερη περίοδο, λόγω μεγαλύτερης μάζας, ενώ θα έχει και μικρότερη σταθερά $\Lambda=b/2\pi$, με αποτέλεσμα να διαρκεί περισσότερο χρόνο η κίνησή του μέχρι να σταματήσει στην θέση που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Έτσι τα ζητούμενα διαγράμματα θα είναι της μορφής:





ii) Το ποσό της ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμική είναι ίσο με την αρχική ενέργεια ταλάντωσης κάθε σώματος.

Έτσι για το A:

$$E_1 = \frac{1}{2} k A_1^2$$

Ενώ για το B:

$$E_2 = \frac{1}{2} k A_2^2 = \frac{1}{2} k \cdot (2A_1)^2 = 4 \cdot E_1.$$

Συνεπώς η μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική εξαιτίας της κίνησης του B σώματος θα είναι 40J.

2) Φθίνουσα Ταλάντωση και μέγιστη ταχύτητα.

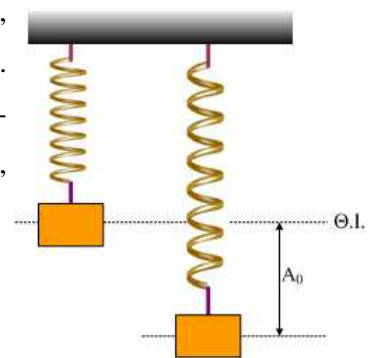
Ένα σώμα Σ μάζας m ηρεμεί στο κάτω άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι σταθερά δεμένο, όπως στο σχήμα. Εκτρέπουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα κάτω κατά A_0 και για $t=0$, το αφήνουμε να κινηθεί. Η ταλάντωση, λόγω αντίστασης του αέρα είναι φθίνουσα, με σταθερά απόσβεσης b .

Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:

i) Η αρχική επιτάχυνση του σώματος έχει μέτρο ίσο με $a = k \cdot \frac{A_0}{m}$.

ii) Το σώμα έχει μέγιστη ταχύτητα, για πρώτη φορά, τη στιγμή που περνά από την αρχική θέση ισορροπίας του.

iii) Η μέγιστη ταχύτητα του σώματος, για πρώτη φορά, έχει μέτρο ίσο με $v_{\max} = A_0 \cdot \omega$, όπου ω η γωνιακή συχνότητα η οποία υπολογίζεται από την σχέση $k = m\omega^2$.



Απάντηση:

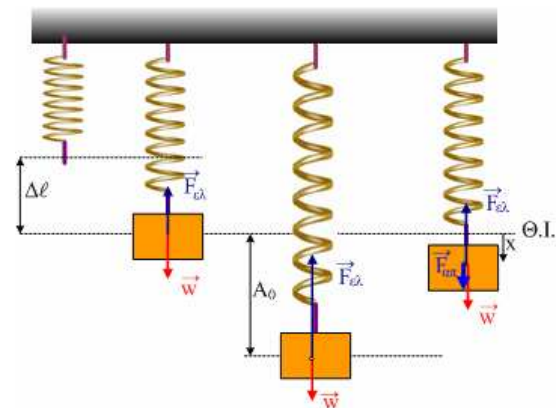
i) Στην αρχική θέση ισορροπίας έχουμε $\Sigma F = 0 \rightarrow F_{\text{ελ}} = mg \rightarrow k\Delta = mg$, όπου Δ : η επιμήκυνση του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος. Στην κάτω ακραία θέση, αμέσως μόλις αφηθεί να κινηθεί, οι μόνες δυνάμεις που δέχεται είναι η δύναμη από το ελατήριο και το βάρος του. Η δύναμη απόσβεσης είναι μηδενική αφού $F_{\text{ατ}} = -bv$ και εδώ $v=0$.

Συνεπώς $\Sigma F = -Dx$ ή

Κατά μέτρο $k \cdot A_0 = ma \rightarrow a = k \cdot \frac{A_0}{m}$.

Η πρώτη πρόταση είναι σωστή.

- ii) Η πρόταση είναι λάθος. Πριν το σώμα φτάσει στην αρχική θέση ισορροπίας του, απέχοντας κατά κατάλληλο x_1 από την Θ.Ι. οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του είναι η $F_{ελ}$ και το βάρος του, όπου η συνισταμένη τους είναι η δύναμη επαναφοράς, δηλαδή $mg - F_{ελ} = -kx_1$, με φορά προς τα πάνω και την δύναμη απόσβεσης $F_{ατ} = -bv$ με φορά προς τα κάτω, όπως στο σχήμα. Στη θέση λοιπόν που θα ισχύει (για τα μέτρα τους) $kx_1 = bv$, η ταχύτητα θα είναι μέγιστη.

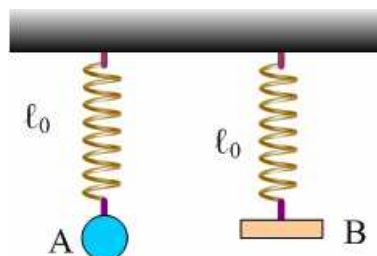


Προσοχή: Η μέγιστη ταχύτητα δεν είναι στη θέση που μηδενίζεται η απομάκρυνση, αλλά σε μια προηγούμενη θέση. Δηλαδή με άλλα λόγια όταν $x=0$ η ταχύτητα δεν είναι μέγιστη!!

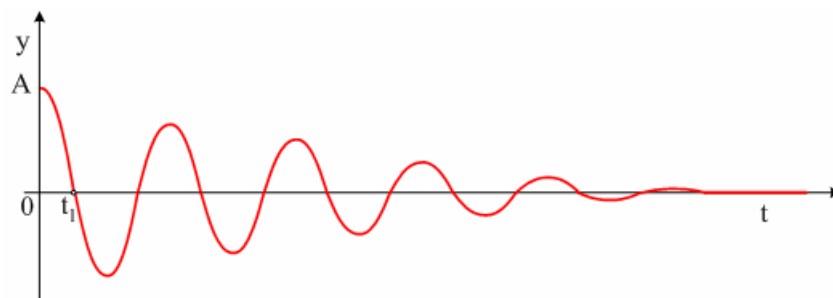
- iii) Η πρόταση προφανώς είναι λάθος αφού ισχύει για την αμείωτη απλή αρμονική ταλάντωση.

3) Φθίνουσα ταλάντωση και σταθερά απόσβεσης.

Στα κάτω άκρα δύο όμοιων κατακόρυφων ελατηρίων δένουμε δύο σώματα Α και Β της ίδιας μάζας και τα αφήνουμε να κινηθούν από τις θέσεις φυσικού μήκους των ελατηρίων, όπως στο παρακάτω σχήμα. Τα σώματα εκτελούν φθίνουσα ταλάντωση εξαιτίας του αέρα.



Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του Α σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



- i) Τη χρονική στιγμή t_1 το Α σώμα έχει επιτάχυνση ή όχι; Αν ναι ποια η κατεύθυνσή της;
 ii) Την παραπάνω στιγμή το Β βρίσκεται στη θέση $x=0$ ή όχι;

iii) Πάνω στο παραπάνω διάγραμμα να σχεδιάσετε την απομάκρυνση του σώματος B σε συνάρτηση με το χρόνο (ποιοτικό διάγραμμα).

Απάντηση:

i) Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα τη στιγμή που περνάει από την (τελική θέση ηρεμίας του) παρουσιάζονται στο διπλανό σχήμα:

Μετά το τέλος της ταλάντωσης το σώμα θα ηρεμήσει στην θέση αυτή, συνεπώς:

$$\Sigma F=0 \text{ ή}$$

για τα μέτρα τους

$$F_{ελ}=mg$$

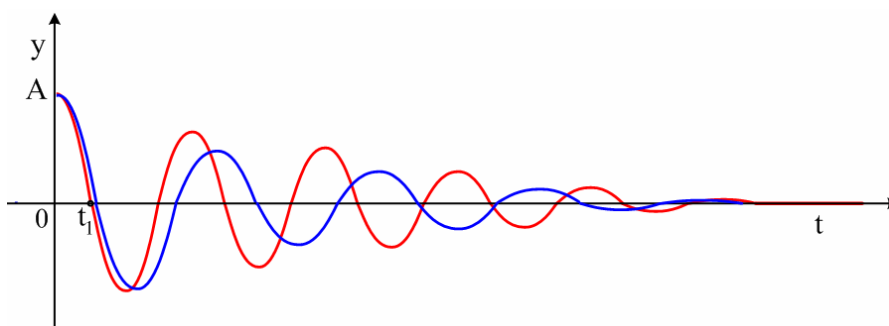
Τη στιγμή όμως t_1 εκτός από τις δυνάμεις αυτές ασκείται και η δύναμη απόσβεσης $F=-b \cdot v$, με φορά προς τα πάνω, συνεπώς το σώμα έχει επίσης επιτάχυνση με φορά προς τα πάνω και μέτρο:

$$a=bv/m$$

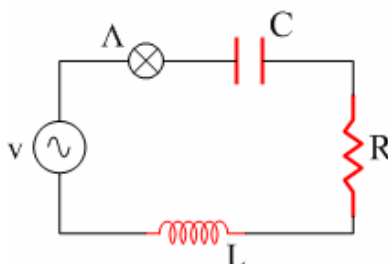
Ας προσέξουμε αυτή τη στιγμή, η θέση $x=0$, δεν είναι η θέση ισορροπίας της φθίνουσας ταλάντωσης.

ii) Το B σώμα έχει μεγαλύτερη σταθερά απόσβεσης b λόγω σχήματος (μεγαλύτερη μετωπική επιφάνεια αλλά και επίπεδη μορφή) συνεπώς και λίγο μεγαλύτερη περίοδο από το A σώμα. Συνεπώς δεν έχει φτάσει ακόμη στη θέση $x=0$.

iii) Αφού το σώμα B έχει μεγαλύτερη σταθερά απόσβεσης θα μειώνεται πιο γρήγορα η ενέργεια ταλάντωσής του, οπότε θα ηρεμήσει κάνοντας λιγότερες ταλαντώσεις και το αντίστοιχο διάγραμμα θα είναι περρίπου όπως στο παρακάτω διάγραμμα.



4) Φωτοβολία λαμπτήρα και συντονισμός.



Το κύκλωμα του σχήματος κάνει εξαναγκασμένη ταλάντωση σε συντονισμό. Στην αντίσταση R συνδέουμε παράλληλα μια όμοια αντίσταση· τότε η φωτοβολία του λαμπτήρα :

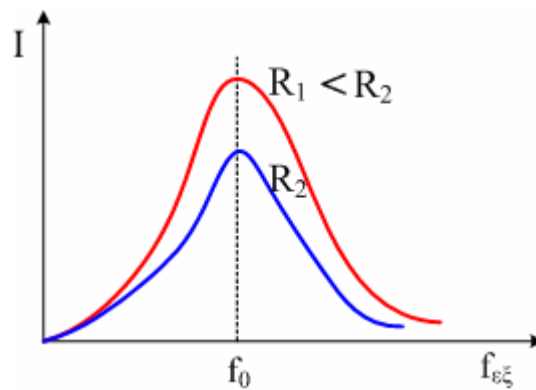
α. μειώνεται

β. αυξάνεται

γ. δεν μεταβάλλεται

Η απάντηση να δικαιολογηθεί.

Απάντηση:



Συνδέοντας μια δεύτερη αντίσταση R παράλληλα η ισοδύναμη αντίσταση $R_{\text{ισ}} = R \cdot R / 2R = R/2$ μειώνεται. Με βάση την καμπύλη συντονισμού, βλέπε σχήμα, αφού μικραίνει η αντίσταση $R_{\text{ολ}} = R_{\text{ισ}} + R_{\Lambda}$, αυξάνεται το πλάτος της έντασης, συνεπώς η φωτοβολία του λαμπτήρα αυξάνεται.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης