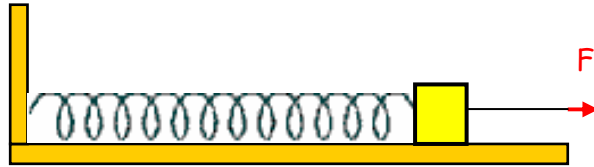


### Ταλάντωση με τη βοήθεια νήματος

Σώμα μάζας  $m=0.2\text{kg}$ , βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και ισορροπεί δεμένο στο άκρο οριζοντίου ελατηρίου σταθεράς  $k=20\text{N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο.

Κάποια χρονική στιγμή, που θεωρείται αρχή των χρόνων, το σώμα δέχεται, μέσω νήματος αντοχής  $F_0=30\text{N}$ , οριζόντια δύναμη  $F=10+20x$ , (S.I.), όπου  $x$  η μετατόπιση του σώματος,



που έχει διεύθυνση τον άξονα του ελατηρίου και φορά όπως φαίνεται στην εικόνα.

A. i) ναδειχτεί ότι το σώμα θα αρχίσει να κινείται

ii) να βρεθεί η μετατόπιση και η χρονική στιγμή που σπάζει το νήμα

iii) να γραφεί η εξίσωση της μετατόπισης και της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο

B. μετά το σπάσιμο του νήματος

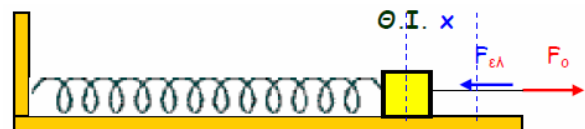
ii) ναδειχτεί ότι το σώμα θα πραγματοποιήσει γραμμική αρμονική ταλάντωση

iii) να βρεθεί η περίοδος, η κυκλική συχνότητα και το πλάτος αυτής της ταλάντωσης

iv) να γραφεί η εξίσωση της απομάκρυνσης και της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο

#### Απάντηση

A. i) Τη χρονική στιγμή μηδέν το σώμα δέχεται τη δύναμη  $F=(10+20\cdot 0)\text{N}=10\text{N}$  από το νήμα (από το ελατήριο δεν δέχεται δύναμη, διότι αυτό δεν είναι παραμορφωμένο) η οποία και είναι και η συνισταμένη που θα αναγκάσει το σώμα δέχεται να κινηθεί (προς τα δεξιά)



ii) Το νήμα θα κοπεί όταν συμβεί

$$F=F_0 \text{ ή } 30=10+20x \text{ (S.I.)}$$

απ' όπου με εκτέλεση πράξεων:  $x_0=1\text{m}$

Μέχρι να κοπεί το νήμα η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται το σώμα είναι:  $\Sigma F=F-F_{\text{ελ}}$ , και επειδή  $F_{\text{ελ}}=kx=20x$  (S.I.)

$$\Sigma F=10+20x-20x \text{ (S.I.)}, \text{ άρα } \Sigma F=10\text{N}=\text{σταθ},$$

επομένως το σώμα πραγματοποιεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση:

$$a=\Sigma F/m=10\text{N}/0.2\text{kg}=50\text{m/s}^2$$

και από την εξίσωση  $x=1/2at^2$  προκύπτει:  $t_0=0.2\text{s}$

iii)  $v=at$  ή  $v=50t$  (S.I.) για  $0 \leq t \leq 0.2\text{s}$ , και

$$x=1/2at^2 \text{ ή } x=25t^2 \text{ (S.I.) για } 0 \leq t \leq 0.2\text{s}$$

B. i) η μόνη δύναμη που θα δέχεται το σώμα, η οποία θα είναι και η συνισταμένη, είναι η δύναμη από το ελατήριο, η οποία σε τυχαία θέση  $x$  από τη θέση Φ.Μ., που τώρα είναι η (“νόμιμη”) Θ.Ι. είναι:  $F_{\text{ελ}}=kx$ , με διεύθυνση και φορά που φαίνεται στην εικόνα, επομένως η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται το σώμα σε τυχαία θέση της τροχιάς του:

έχει φορά προς τη Θ.Ι. και

είναι ανάλογη με την απομάκρυνση (με συντελεστή αναλογίας  $k$ )

$$\text{ii) } T = 2\pi\sqrt{m/D} \quad \text{ή} \quad T = 2\pi\sqrt{m/k}$$

απ' όπου με εκτέλεση πράξεων  $T=0.2\pi\text{s}$

$$\text{και } \omega=2\pi/T$$

απ' όπου με εκτέλεση πράξεων  $\omega=10\text{rad/s}$

τη στιγμή που σπάει το νήμα το σώμα αρχίζει να πραγματοποιεί ταλάντωση και η απομάκρυνσή του είναι  $x=1\text{m}$  και η ταχύτητά του  $v=25.0.2\text{m/s}=10\text{m/s}$

$$\text{από τη σχέση } \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}Dx^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{προκύπτει ότι } A=\sqrt{2}\text{ m}$$

iii) η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι:

$$x=A\eta\mu(\omega(t-t_0)+\varphi_0)$$

άρα τη χρονική στιγμή  $t_0=0.2\text{s}$ :

$$1=\sqrt{2}\eta\mu(10(0.2-0.2)+\varphi_0) \quad (\text{S.I.})$$

απ' όπου,  $\varphi_0=\pi/4$

επομένως:

$$x=\sqrt{2}\eta\mu(10(t-0.2)+\pi/4) \quad (\text{S.I.}), \text{ για } t\geq 0.2\text{s}$$

και η εξίσωση της ταχύτητας:

$$v=\omega A\sigma\upsilon\nu(\omega(t-t_0)+\varphi_0)$$

επομένως:

$$v=10\sqrt{2}\sigma\upsilon\nu(10(t-0.2)+\pi/4) \quad (\text{S.I.}), \text{ για } t\geq 0.2\text{s}$$

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

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

Επιμέλεια

*Βαγγέλης Κουντούρης*