

Ταλάντωση μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

Σώμα μάζας $m=1\text{kg}$, φορτισμένο με φορτίο $q=+6.4 \cdot 10^{-3}\text{C}$ βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και ισορροπεί δεμένο στο άκρο οριζοντίου ελατηρίου σταθεράς $k=64\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο.

Στην περιοχή υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που η έντασή του $E=10^3\text{N/C}$ έχει διεύθυνση τον άξονα του ελατηρίου και φορά όπως φαίνεται στην εικόνα.

A. i) ναδειχτεί ότι το ελατήριο είναι παραμορφωμένο

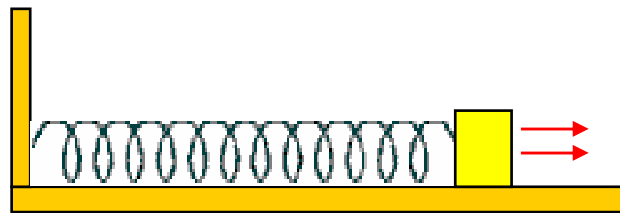
ii) να βρεθεί η παραμόρφωση του ελατηρίου

B. κάποια χρονική στιγμή που θεωρείται αρχή των χρόνων καταργείται το ηλεκτρικό πεδίο

i) ναδειχτεί ότι το σώμα θα πραγματοποιήσει στη συνέχεια γραμμική αρμονική ταλάντωση

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

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



Απάντηση

A. i) στη $\Theta.Ι.ο$ το σώμα δέχεται δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο, διότι είναι φορτισμένο, και, επειδή ισορροπεί, θα δέχεται και δεύτερη δύναμη που θα εξουδετερώνει την πρώτη, την οποία θα ασκεί, ελλείψει άλλου, το ελατήριο, το οποίο για αυτό και θα είναι παραμορφωμένο

ii) επειδή η δύναμη $F_{\pi}=Eq$ που δέχεται το σώμα από το ηλεκτρικό πεδίο έχει φορά προς τα δεξιά, η δύναμη $F_{\epsilon\lambda,ο}=k\Delta l_ο$ που δέχεται το σώμα από το ελατήριο θα έχει φορά προς τα αριστερά, άρα το ελατήριο είναι επιμηκυμένο και επειδή λόγω ισορροπίας: $F_{\pi}=F_{\epsilon\lambda,ο}$ ή $Eq=k\Delta l_ο$

η επιμήκυνση θα είναι: $\Delta l_ο = Eq/k$

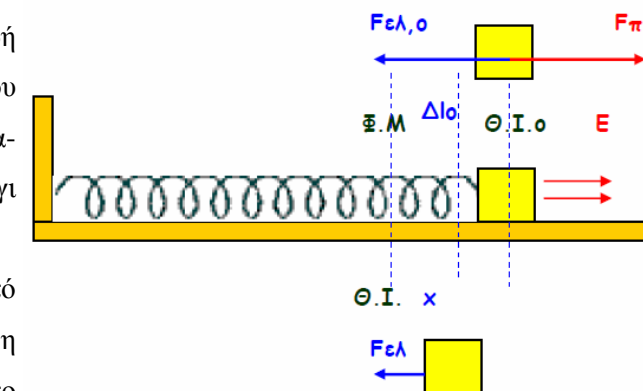
απ' όπου με εκτέλεση πράξεων $\Delta l_ο = 0.1\text{m}$

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 $\Phi.Μ.$, που τώρα είναι η (“νόμιμη”) $\Theta.Ι.$ είναι: $F_{\epsilon\lambda}=kx$, 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 $\Theta.Ι.$ και

είναι ανάλογη με την απομάκρυνση (με συντελεστή αναλογίας k)

ii) τη χρονική στιγμή μηδέν το σώμα είναι ακίνητο άρα, βρίσκεται σε απομάκρυνση ίση με το πλάτος,



άρα $A=0.1\text{m}$

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

απ' όπου με εκτέλεση πράξεων $T=\pi/4\text{s}$

$$\text{και } \omega=2\pi/T$$

απ' όπου με εκτέλεση πράξεων $\omega=8\text{rad/s}$

iii) στη γενική περίπτωση η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι:

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

άρα τη χρονική στιγμή μηδέν:

$$0.1=0.1\eta\mu(\omega\cdot 0+\varphi_0) \quad (\text{S.I.})$$

απ' όπου, $\varphi_0=\pi/2$

$$\text{επομένως } x=0.1\eta\mu(8t+\pi/2) \quad (\text{S.I.})$$

και αντίστοιχα η εξίσωση της ταχύτητας είναι

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

$$\text{επομένως } v=0.8\sigma\upsilon\nu(8t+\pi/2) \quad (\text{S.I.})$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Βαγγέλης Κουντούρης