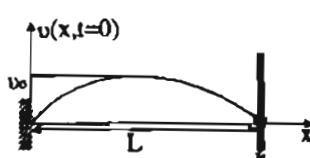
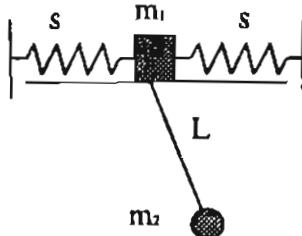
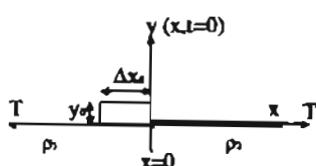


Θέμα 1. Διατομικό μόριο αποτελείται από δύο άτομα με μάζες $m_1=m_0$ και $m_2=2m_0$, τα οποία αλληλεπιδρούν με ένα δυναμικό της μορφής $U = U_0 \left[e^{2\alpha(r_r-r)} - 2e^{\alpha(r_r-r)} \right]$, όπου U_0 , α , r_r θετικές σταθερές και r η μεταξύ τους απόσταση. Να δείξετε α) ότι υπάρχει απόσταση ευσταθούς ισορροπίας μεταξύ των ατόμων και να την υπολογίσετε, β) ότι για μικρές απομακρύνσεις από την κατάσταση ευσταθούς ισορροπίας, κατά μήκος της ευθείας π/ν ενώνει τα δύο άτομα, το σύστημα εκτελεί αρμονική ταλάντωση, και γ) να υπολογίσετε την ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης του συστήματος.



Θέμα 3. Χορδή μήκους L και γραμμικής πυκνότητας ρ , τείνεται με τάση T , έχει το ένα άκρο της στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο ενώ το άλλο άκρο της είναι ελεύθερο νικιτείται, με τη βοήθεια δακτυλιδιού, πάνω σε κάθετη στη χορδή ράβδο, χωρίς τριβές. Τη χρονική στιγμή $t=0$, και ενώ όλα τα σημεία της χορδής βρίσκονται στην θέση ισορροπίας τους ($y(x,t=0)=0$), η χορδή διεγείρεται με μία κατανομή ταχυτήτων η οποία παίρνει μέγιστη τιμή u_0 στο σημείο $x=L/2$ και μειώνεται σε ημιτονοειδώς (όπως στο σχήμα), μηδενιζόμενη στα άκρα της χορδής. Να βρείτε την απομάκρυνση ($y=y(x,t)$) της χορδής για $t>0$.

$$[2\sin A \sin B = \cos(A-B) - \cos(A+B), \quad 2\sin A \cos B = \sin(A-B) + \sin(A+B)]$$



Θέμα 4. Δύο ημιάπειρες ιδανικές χορδές, με γραμμικές πυκνότητες ρ_1 και $\rho_2=4\rho_1$, συνδέονται στο σημείο $x=0$ και τείνονται με τάση T . Στην αριστερή ημιχορδή διαδίδεται προς τα δεξιά ένας τετραγωνικός παλμός, ύψους $y_0 > 0$ και πλάτους Δx_0 , του οποίου το δεξιό μέτωπο (έναρξη) φτάνει στο σημείο $x=0$ τη χρονική στιγμή $t=0$. Κατά τη χρονική στιγμή $t_0 = \frac{4\Delta x_0}{5(\sqrt{T/\rho_1})}$,

δώστε τις τιμές ύψουνς και πλάτουνς, α) του προστίπτοντος στην ασυνέχεια, β) του ανακλώμενου και γ) του διερχόμενου παλμού, ως συναρτήσεις των y_0 , Δx_0 , (σχεδιάστε την αντίστοιχη εικόνα διαταραχής των δύο χορδών, για $t=t_0$)

Θέμα 5. Η διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε ιονισμένα αέρια (θερμοπυρηνικό πλάσμα, ιονόσφαιρα) περιγράφεται από την εξίσωση $\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \omega_p^2 E$, όπου c η ταχύτητα του φωτός στο κενό, και ω_p η χαρακτηριστική "συχνότητα πλάσματος". α) Να προσδιορίσετε τη σχέση διασποράς των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο πλάσμα. β) Να δείξετε ότι καθώς $\omega \rightarrow \omega_p$, η φασική ταχύτητα υπερβαίνει την ταχύτητα του φωτός, αλλά η ομαδική ταχύτητα (δηλ. η ταχύτητα διάδοσης της ενέργειας) παραμένει πάντοτε μικρότερη του c . γ) Να προσδιορίσετε την περιοχή μηκών κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που μπορεί να διαδοθεί σε θερμοπυρηνικό πλάσμα το οποίο έχει χαρακτηριστική συχνότητα πλάσματος $\omega_p = 6.5 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$.