# Οι επιταχύνσεις με ή χωρίς ολίσθηση

Ένα σώμα Σ1 ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο δεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k, με φυσικό μήκος l0. Εκτρέπουμε το σώμα προς τα δεξιά κατά d και αφήνοντάς το να κινηθεί, παρατηρούμε ότι η μέγιστη επιτάχυνση που αποκτά, έχει μέτρο α0.

i) Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία, αλλά τώρα τοποθετούμε πάνω στο σώμα Σ1, ένα δεύτερο σώμα Σ2, όπως στο μεσαίο σχήμα και παρατηρούμε ότι για την ίδια αρχική απομάκρυνση d, οριακά δεν υπάρχει ολίσθηση και τα δυο σώματα κινούνται μαζί. Η μέγιστη επιτάχυνση που αποκτά τώρα το σώμα Σ1 έχει μέτρο:

α) α1 < α0, β) α1 = α0, γ) α1 > α0.

ii) Αυξάνουμε την αρχική απομάκρυνση σε d1= 4d/3 και αφήνουμε το σύστημα των σωμάτων να κινηθεί. Αν ο συντελεστής οριακής στατικής τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων είναι ίσος με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης, ενώ m1=2m2, τότε:

a) Η αρχική επιτάχυνση του σώματος Σ2 έχει μέτρο:

α) α2 < α0, β) α2 = α0, γ) α2  > α0.

b) Η αρχική επιτάχυνση που αποκτά το σώμα Σ1 έχει μέτρο:

α) α΄1 < α0, β) α΄1  = α0, γ) α΄1  > α0.

iii) Να εξηγήσετε γιατί στην τελευταία περίπτωση, τελικά το σύστημα θα εκτελέσει μια ΑΑΤ με ενέργεια ταλάντωσης μικρότερη από .

Απάντηση:

Στο σχήμα βλέπουμε ότι το σώμα επιταχύνεται από την δύναμη του ελατηρίου, προς την θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου Ο, όπου είναι και η θέση ισορροπίας για την ΑΑΤ που θα εκτελέσει, πλάτους Α=d. Αλλά τότε η επιτάχυνση θα έχει μέγιστο μέτρο στην ακραία θέση, με μέτρο:

 (1)

1. Αν τώρα έχουμε το σύστημα των δύο σωμάτων, όπου κινούνται μαζί σαν ένα σώμα, θα έχουμε την ίδια δύναμη του ελατηρίου να επιταχύνει το «σώμα» με μάζα m=m1+m2, όπου m1, m2 οι μάζες των σωμάτων Σ1 και Σ2 αντίστοιχα. Αλλά τότε δουλεύοντας όπως προηγουμένως, θα έχουμε για την μέγιστη κατά μέτρο επιτάχυνση:

 (2)

Από τη σύγκριση των (1) και (2) προκύπτει ότι α1 < α0. Σωστό το α).

Εναλλακτικά χρησιμοποιώντας την θεωρία των ταλαντώσεων, θα έχουμε ότι μέγιστες επιταχύνσεις (κατά μέτρο) θα έχουμε στις θέσεις πλάτους, όπου για τα μέτρα τους έχουμε:

 ενώ



1. Αφήνοντας χωρίς σχεδιασμό τις κατακόρυφες δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα, οι οποίες δεν επηρεάζουν τηνκίνηση, έχουμε τις οριζόντιες δυνάμεις του διπλανού σχήματος. Με αρχική απομάκρυνση d, η δύναμη που επιταχύνει το σώμα Σ2 είναι η τριβή και αφού οριακά δεν έχουμε ολίσθηση, αυτή η τριβή είναι ίση με την οριακή τριβή Τορ=Τολ=μΝ. Αλλά ίση δύναμη τριβής θα ασκηθεί στο Σ2 και όταν εκτρέψουμε το σύστημα κατά d1, ενώ «απαιτείται» δύναμη μεγαλύτερου μέτρου από πριν, αφού αν υποθέσουμε ότι τα δυο σώματα κινούνται μαζί, θα απαιτηθεί η εξάσκηση δύναμης:



Αλλά η τριβή δεν μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω, οπότε τα δυο σώματα θα κινηθούν ανεξάρτητα ή ισοδύναμα θα υπάρξει ολίσθηση του σώματος Σ2 πάνω στο Σ1.

a) Έτσι από το 2ο νόμο του Νεύτωνα, για το μέτρο της επιτάχυνσης του Σ2 θα έχουμε:



Ίση δηλαδή με την αρχική επιτάχυνση που απέκτησε το σώμα στο i) ερώτημα, επιτάχυνση μικρότερη από α0. Σωστό το α).

b) Με την ίδια συλλογιστική για το σώμα Σ1 ο 2ος νόμος δίνει:



Σωστό το β).

1. Η ενέργεια που προσφέραμε στο ελατήριο για να το επιμηκύνουμε κατά d1 είναι ίση με την δυναμική ενέργεια που αποκτά το ελατήριο:



Από τη στιγμή όμως που υπάρχει ολίσθηση του σώματος Σ2 πάνω στο σώμα Σ1 ένα μέρος της παραπάνω ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική, μέσω του έργου της τριβής ολίσθησης, ίσο με:



Όπου s η συνολική απόσταση που ολισθαίνει το σώμα Σ2 πάνω στο Σ1. Αλλά τότε η ενέργεια που τελικά (μόλις σταματήσει κάθε ολίσθηση του Σ2 ) θα έχει το σύστημα εκτελώντας ΑΑΤ θα είναι μικρότερη από .

Προσοχή στην παραπάνω πρόταση! Το έργο της δύναμης Τ΄, μετράει την ενέργεια που αφαιρείται από το σώμα Σ1, μέσω της τριβής. Το έργο της τριβής Τ, (W=Tx2 όπου x2 η μετατόπιση του σώματος Σ2) εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται στο Σ2 και μετατρέπεται σε κινητική του ενέργεια, ενώ το γινόμενο Τs μετράει την ενέργεια που αφαιρείται από το Σ1 και εμφανίζεται ως θερμική, θερμαίνοντας τις τριβόμενες επιφάνειες των δύο σωμάτων. Και ένα σχήμα σε … μεγέθυνση του κάτω σώματος, δίπλα.

dmargaris@gmail.com