|  |
| --- |
| Δυο ισορροπίες, η μία με ράβδο |

Ένα σώμα Σ μάζας m ηρεμεί δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου, στη θέση (1) του σχήματος. Δένουμε μέσω νήματος, το σώμα Σ στο άκρο ομογενούς ράβδου μάζας Μ=2m, το άλλο άκρο της οποίας στηρίζεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και αφήνουμε το σύστημα να ταλαντωθεί. Εξαιτίας αποσβέσεων, μετά από λίγο το σώμα Σ ηρεμεί ξανά στη θέση (2).

i) Στη θέση (2) το ελατήριο είναι κατακόρυφο ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ii) Αν U1 η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου στη θέση (1) και U2 η αντίστοιχη στη θέση (2), ισχύει:

α) U2=2U1, β) U2=3U1, γ) U2=4U1, δ) U2=5U1.

iii) Να αποδείξτε ότι η απώλεια της μηχανικής ενέργειας, εξαιτίας των αποσβέσεων, είναι ίση με την αρχική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου U1.

***Απάντηση:***

* 1.  Στην τελική θέση ισορροπίας, θέση (2), η ράβδος ισορροπεί. Αλλά τότε δέχεται τις δυνάμεις του διπλανού σχήματος, όπου Ν η αντίδραση του επιπέδου και Τ η τάση του νήματος. Από την ισορροπία της ράβδου παίρνουμε:



Αλλά αφού το βάρος και η Ν είναι κατακόρυφες δυνάμεις και η τάση του νήματος είναι επίσης κατακόρυφη.

Στο δεύτερο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Σ, όπου Τ΄ η τάση του νήματος δύναμη κατακόρυφη. Οπότε και πάλι, από την ισορροπία του Σ, προκύπτει ότι και η δύναμη του ελατηρίου είναι κατακόρυφη, συνεπώς και ο άξονας του ελατηρίου θα είναι κατακόρυφος.

* 1.  Από την ισορροπία της ράβδου στην τελική θέση (2) παίρνουμε:

 ΣF=0 και Στ=0, ως προς οποιοδήποτε σημείο. Τότε ως προς το άκρο Α, έχουμε:



Παίρνουμε την ισορροπία στις θέσεις (1) και (2) του σώματος Σ:

*ΣF1=0 → Fελ,1=mg → k∙Δl= mg (1)*

*ΣF2= 0 → Fελ=mg+Τ΄ → k∙(Δl+d) = mg+Τ → k∙d =mg (2)*

Από (1) και (2) προκύπτει ότι d=Δl, όπου d η επιπλέον επιμήκυνση του ελατηρίου στη θέση (2).

Για τις δυναμικές ενέργειες του ελατηρίου έχουμε:

 και



Σωστό το γ).

* 1. Για την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας έχουμε:

Του σώματος Σ:

*ΔU1=Uτελ-Uαρχ=-mgh = -mg∙d = - mg∙Δl*

 Της ράβδου:

Ας θεωρήσουμε U=0 στο έδαφος. Αρχικά, όταν δένουμε τη ράβδο στο σώμα Σ, το άκρο Β βρίσκεται σε ύψος y από το έδαφος. Τότε το μέσον Μ της ράβδου βρίσκεται σε ύψος ½ y και η ράβδος έχει δυναμική ενέργεια:

*Uρ,αρχ=Μg∙h=2mg∙ ½ y = mgy*

*Uρ,τελ=Μg∙h΄= 2mg∙ ½ (y-d) = mg(y-d) →*

*ΔU2=mg(y-d)-mgy = - mg∙d= -mg∙Δl*

Ενώ παραπάνω βρήκαμε ότι η μεταβολή τη δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου είναι:



Συνεπώς η συνολική μεταβολή της μηχανικής ενέργειας, μεταξύ των θέσεων (1) και (2), είναι:

*ΔΕμηχ =ΔUολ=ΔU1+ΔU2+ΔUελ→*



Συνεπώς η απώλεια της μηχανικής ενέργειας λόγω αποσβέσεων, είναι:



***Σχόλιο:***

Η παραπάνω επεξεργασία μας δείχνει ότι το κρέμασμα της ράβδου, μέσω νήματος, είναι ισοδύναμη με το κρέμασμα ενός άλλου υλικού σημείου μάζας m1= ½ Μ, οπότε αφήνουμε το σύστημα να εκτελέσει φθίνουσα ταλάντωση, πλάτους Α=d=Δl.

Έτσι αν χρησιμοποιήσουμε λογική ταλάντωσης, η μηχανική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε θερμική εξαιτίας των αποσβέσεων είναι ίση με την αρχική ενέργεια ταλάντωσης, οπότε:



***dmargaris@gmail.com***