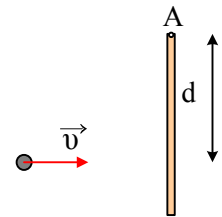


Διατήρηση ορμής και στροφορμής στην κρούση

Ράβδος μήκους L και μάζας M μπορεί να στρέφεται ελεύθερα σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από ένα στήριγμα που βρίσκεται στο πάνω άκρο της A . Ένα βλήμα μάζας m με ταχύτητα v , χτυπάει τη ράβδο σε απόσταση d από το άκρο A και σφηνώνεται σε αυτή. Αν το κέντρο μάζας του συστήματος ράβδος-βλήμα μετά την κρούση βρίσκεται σε από-



σταση $x = \frac{md + M \frac{L}{2}}{m + M}$ από το άκρο A , να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις

παρακάτω προτάσεις:

- i) Το σύστημα ράβδος-βλήμα μετά την κρούση στρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από το στήριγμα που βρίσκεται στο άκρο A με αρχική γωνιακή ταχύτητα:

$$\omega = \frac{3mv}{ML^2 + 3md^2}$$

- ii) Η ορμή του συστήματος ράβδος-βλήμα αμέσως μετά την κρούση δίνεται από τη σχέση:

$$p = (md + M \frac{L}{2})\omega,$$

όπου ω η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος ράβδος-βλήμα, αμέσως μετά την κρούση.

- iii) Η ορμή του συστήματος ράβδος-βλήμα είναι αδύνατο να διατηρείται κατά την κρούση.

- iv) Η απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση είναι ίση με:

$$|\Delta E_M| = \frac{1}{2}mv^2 \frac{ML^2}{ML^2 + 3md^2}$$

Δίνεται η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς άξονα που διέρχεται από το μέσο της και είναι κάθε-

τος σε αυτή: $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$.

Απάντηση:

- i) Επειδή κατά την κρούση δεν αναπτύσσονται ροπές εξωτερικών δυνάμεων, διατηρείται η στροφορμή του συστήματος ράβδος-βλήμα ως προς άξονα περιστροφής που διέρχεται από το στήριγμα στο άκρο A :

$$L_{ολ(πριν)} = L_{ολ(μετα)} \Rightarrow mvd = \left(\frac{1}{12}ML^2 + M \frac{L^2}{4} + md^2 \right) \omega \Rightarrow mvd = \frac{ML^2 + 3md^2}{3} \omega \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{3mv}{ML^2 + 3md^2}$$

Άρα η πρόταση είναι λανθασμένη

- ii) Θεωρούμε όλη τη μάζα του συστήματος ράβδος-βλήμα συγκεντρωμένη στο κέντρο μάζας, το οποίο εκτελεί κυκλική κίνηση γύρω από το άκρο A , με γραμμική ταχύτητα:

$$v = \omega x = \omega \frac{md + M \frac{L}{2}}{M + m}$$

Η ορμή του συστήματος εκφράζεται:

$$p = (M + m)v = (M + m)\omega \frac{md + M \frac{L}{2}}{M + m} \Rightarrow p = (md + M \frac{L}{2})\omega$$

όπου $\omega = \frac{3mvd}{ML^2 + 3md^2}$, η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος ράβδος-βλήμα, αμέσως μετά την κρούση.

Άρα η πρόταση είναι σωστή.

iii) Η ορμή του συστήματος ράβδος-βλήμα μπορεί να διατηρηθεί κατά την κρούση, στην περίπτωση που η ράβδος ξεκολλήσει από το στήριγμα κατά την κρούση, οπότε παύει να ασκείται εξωτερική δύναμη από το στήριγμα και η ράβδος είναι ελεύθερη να εκτελέσει μεταφορική κίνηση.

Άρα η πρόταση είναι λανθασμένη.

iv) Η απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση είναι ίση με:

$$|\Delta E_M| = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}ML^2 + md^2\right)\frac{9m^2v^2d^2}{(ML^2 + 3md^2)^2} \Rightarrow$$

$$|\Delta E_M| = \frac{1}{2}mv^2\left(1 - \frac{3md^2}{ML^2 + 3md^2}\right) \Rightarrow |\Delta E_M| = \frac{1}{2}mv^2 \frac{ML^2}{ML^2 + 3md^2}$$

Άρα η πρόταση είναι σωστή.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Θοδωρής Παπασγουρίδης