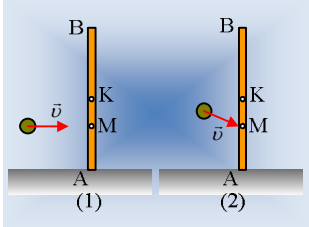
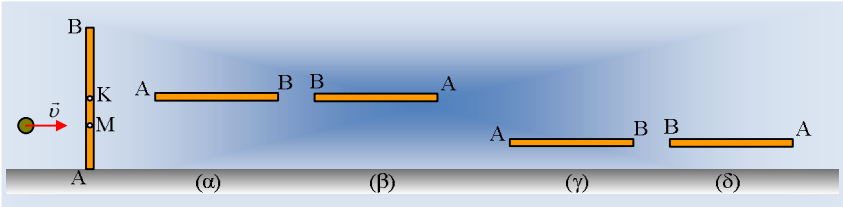
Μια κρούση στερεού. Β΄ Θέμα.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί σε κατακόρυφη θέση μια λεπτή ομογενής ράβδος ΑΒ. Μια μικρή σφαίρα κινείται προς τη ράβδο και συγκρούεται ελαστικά με αυτήν έχοντας τη στιγμή της κρούσης οριζόντια ταχύτητα υ (σχήμα (1)) . Η σφαίρα προσπίπτει στο σημείο Μ της ράβδου, χαμηλότερα του μέσου της Κ.

i) Το μέσον Κ της ράβδου, μετά την κρούση, θα αποκτήσει ταχύτητα προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

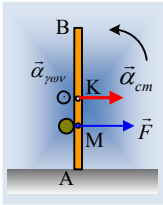
ii) Αν μετά από λίγο η ράβδος γίνεται οριζόντια για πρώτη φορά, ποια από τις παρακάτω εικόνες (α, β, γ, δ), δείχνει τη θέση στην οποία μπορεί να βρίσκεται;



iii) Αν η ράβδος δεν ήταν ομογενής αλλά το κέντρο μάζας της ήταν το σημείο Μ, να περιγράψετε την κίνησή της μετά την κρούση.

iv) Αν η ταχύτητα υ της σφαίρας πριν την κρούση δεν ήταν οριζόντια, αλλά πλάγια (σχήμα (2)), τι θα άλλαζε στις παραπάνω απαντήσεις σας;

Απάντηση:



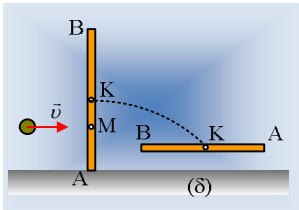
Στη διάρκεια της κρούσης η σφαίρα ασκεί στη ράβδο την οριζόντια (ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα πρόσπτωσης υ) δύναμη $\vec{F}$. Εξαιτίας αυτής της δύναμης, η ράβδος:

1. Θα αποκτήσει επιτάχυνση κέντρου μάζας ίδιας κατεύθυνσης και μέτρου $\alpha_{cm}=\dfrac{F}{M}$

2. Λόγω της ροπής της δύναμης ως προς το κέντρο μάζας Κ, θα αποκτήσει γωνιακή επιτάχυνση, κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φοράς προς τα έξω, μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu}=\dfrac{Fd}{I_{cm}}$, όπου d η απόσταση (ΚΜ), με αποτέλεσμα να περιστραφεί αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

Με βάση αυτά:

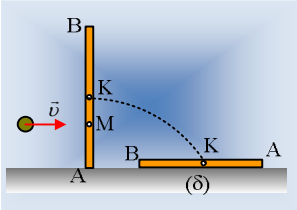
i) Το κέντρο μάζας της ράβδου θα αποκτήσει ταχύτητα υ_2 με φορά προς τα δεξιά.



ii) Η ράβδος θα περιστραφεί αριστερόστροφα, οπότε το άκρο Α θα βρεθεί δεξιότερα του μέσου Κ της ράβδου, ενώ ταυτόχρονα θα χαθεί η επαφή με το οριζόντιο επίπεδο. Αλλά τότε το κέντρο μάζας στην κατακόρυφη διεύθυνση θα εκτελέσει ελεύθερη πτώση, οπότε τη στιγμή που η ράβδος θα γίνει ορι-

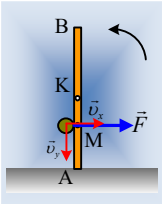
ζόντια, θα έχει κατέβει σε σχέση με την αρχική του θέση και το σωστό σχήμα είναι το (δ).

Σημείωση:



Θα μπορούσε η ταχύτητα υ να είναι μικρή, οπότε η ράβδος να μην χάσει την επαφή με το οριζόντιο επίπεδο. Αλλά τότε τη στιγμή που η ράβδος θα γίνει οριζόντια η εικόνα θα είναι όπως στο διπλανό σχήμα. Η περίπτωση αυτή μπορεί να ενταχθεί στην (δ) παραπάνω, με τη διαφορά ότι μέχρι να γίνει οριζόντια η ράβδος το κέντρο μάζας έχει κατέβει κατά $\frac{\ell}{2}$, ενώ στο σχήμα (δ) έχει κατέβει λιγότερο.

iii) Αν το σημείο κρούσης ήταν και το κέντρο μάζας της ράβδου (στην πραγματικότητα το cm είναι λίγο δεξιότερα του σημείου κρούσης, αλλά στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, οπότε η δύναμη $\vec{F}$ περνά από το cm), τότε το cm της ράβδου θα αποκτούσε την ίδια επιτάχυνση α_{cm} και συνεπώς μετά την κρούση θα είχε και την ίδια οριζόντια ταχύτητα υ_2 με πριν. Όμως η ροπή της δύναμης ως προς το M είναι μηδενική, με αποτέλεσμα η ράβδος, να μην αποκτήσει γωνιακή επιτάχυνση και να μη περιστραφεί. Αλλά τότε μετά την κρούση η ράβδος θα εκτελέσει **μεταφορική** κίνηση με ταχύτητα υ_2.



iv) Αναλύοντας την ταχύτητα σε δυο συνιστώσες, όπως στο σχήμα, κρούση θα είχαμε εξαιτίας της συνιστώσας υ_x με αποτέλεσμα η ασκούμενη δύναμη να είναι ξανά οριζόντια όπως και προηγούμενα. Αλλά τότε το αποτέλεσμα της δράσης της δύναμης αυτής, θα είναι το ίδιο, όπως και στην περίπτωση οριζόντιας ταχύτητας και δεν θα αλλάξει κάτι.

dmargaris@gmail.com