

Ορμή και ρυθμός μεταβολής της στην κυκλική κίνηση.

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί στο άκρο νήματος μήκους 45cm, όπως στο σχήμα (θέση Α). Εκτρέπουμε το σώμα φέρνοντάς το στη θέση Β, ώστε το νήμα να είναι τεντωμένο και οριζόντιο και το αφήνουμε να κινηθεί.

Να βρεθούν η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος:

- i) Μόλις αφεθεί να κινηθεί στη θέση Β.
- ii) Τη στιγμή που το νήμα θα γίνει κατακόρυφο (θέση Α).

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

Στο διπλανό σχήμα έχουμε σχεδιάσει τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στις δύο αναφερόμενες θέσεις, όπου T_1 και T_2 οι τάσεις του νήματος.

- i) Στη θέση Β, μόλις το σώμα αφεθεί να κινηθεί έχει μηδενική ταχύτητα, οπότε και μηδενική ορμή ($P_B=0$).

Εξάλλου:

$$\frac{\Delta \vec{P}_B}{\Delta t} = \sum \vec{F}$$

Αλλά στη διεύθυνση της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς που θα διαγράψει το σώμα (οριζόντια διεύθυνση) έχουμε $\sum F_x = m \frac{v^2}{R} \rightarrow T_1=0$, οπότε η μοναδική δύναμη που ασκείται στο σώμα, στην παραπάνω θέση είναι το βάρος και $\frac{\Delta \vec{P}_B}{\Delta t} = \vec{w}$ ή ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος έχει κατακόρυφη κατεύθυνση με φορά προς τα κάτω και μέτρο:

$$\frac{\Delta P_B}{\Delta t} = mg = 20\text{kgm/s}^2$$

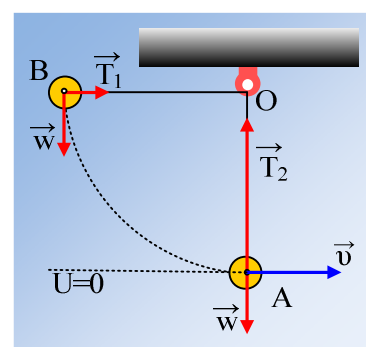
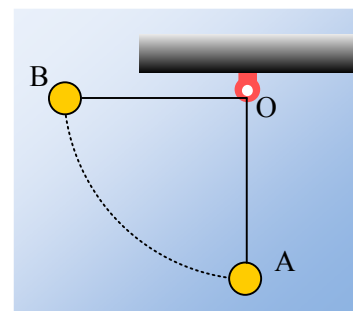
- ii) Κατά τη διάρκεια της κίνησης του σώματος από τη θέση Β, μέχρι τη θέση Α, η μόνη δύναμη που παράγει έργο είναι το βάρος, δύναμη συντηρητική, συνεπώς η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή. Θεωρώντας λοιπόν το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από τη θέση Β, ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας, παίρνουμε:

$$K_B + U_B = K_A + U_A \rightarrow$$

$$0 + mg\ell = \frac{1}{2}mv_A^2 + 0 \rightarrow$$

$$v_A = \sqrt{2g\ell} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,45}\text{m/s} = 3\text{m/s}$$

Αλλά τότε το σώμα στη θέση Α έχει ορμή οριζόντια, στη διεύθυνση της ταχύτητας και μέτρου:



$$P = mv_A = 2\text{kg} \cdot 3\text{m/s} = 6\text{kg} \cdot \text{m/s}.$$

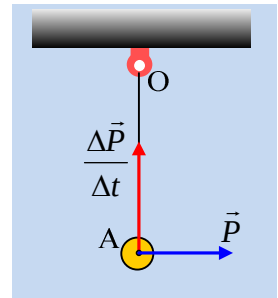
Εξάλλου η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα στη θέση B, παίζει το ρόλο της κεντρομόλου

$$\Sigma F_R = m \frac{v_A^2}{R} \rightarrow$$

$$\Sigma F_R = 2 \frac{3^2}{0,45} \text{ N} = 40 \text{ N}$$

Αλλά από το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα έχουμε ότι ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος είναι ίσος με τη συνισταμένη δύναμη, οπότε στη θέση A, ο ρυθμός μεταβολής της ορμής, είναι ένα διάνυσμα κατακόρυφο με φορά προς τα πάνω και μέτρο:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = 40\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2.$$



dmargaris@sch.gr