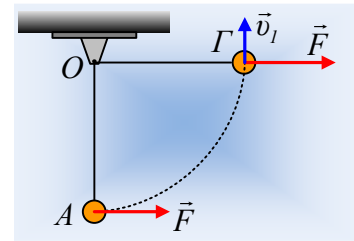


Πάμε να ανεβάσουμε το σώμα;

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί στη θέση Α, στο κάτω άκρο κατακόρυφου αβαρούς νήματος, μήκους $\ell=2\text{m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Ο.



i) Να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

Σε μια στιγμή ($t=0$) το σώμα δέχεται την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης F , μεταβλητού μέτρου, με αρχική τιμή $F_0=8\text{N}$, με αποτέλεσμα το σώμα να

κινηθεί και μετά από λίγο το νήμα να γίνεται οριζόντιο, ενώ το σώμα έχει κατακόρυφη ταχύτητα $v_1=2\text{m/s}$, στη θέση Γ.

ii) Να βρεθεί η αρχική επιτάχυνση του σώματος.

iii) Να υπολογιστεί το έργο του βάρους κατά την μετακίνηση από το Α στο Γ.

iv) Αφού υπολογίσετε το αντίστοιχο έργο της τάσης του νήματος, να βρείτε το έργο της δύναμης F , από το Α στο Γ.

v) Το σώμα στη θέση Β, έχει ή όχι επιτάχυνση στη διεύθυνση της ταχύτητας v_1 ;

Απάντηση:

i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στη θέση Α, πριν την άσκηση της οριζόντιας δύναμης, οπότε το σώμα ισορροπεί:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } T - B = 0 \rightarrow$$

$$T = B = mg = 2 \cdot 10\text{N} = 20\text{N}.$$

ii) Στο δεύτερο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στις θέσεις Α και Γ, αλλά και σε μια ενδιάμεση τυχαία θέση. Με την άσκηση της οριζόντιας δύναμης F , το σώμα δεν θα πάψει να ισορροπεί στην κατακόρυφη, όπου $\Sigma F_y = 0$, αλλά ταυτόχρονα θα αποκτήσει επιτάχυνση της ίδιας κατεύθυνσης (οριζόντια) με μέτρο:

$$\Sigma F_x = ma \rightarrow F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{8}{2} \text{m/s}^2 = 4 \text{m/s}^2.$$

iii) Το βάρος είναι συντηρητική (διατηρητική) δύναμη και το έργο του δεν

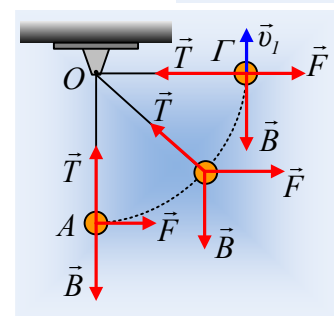
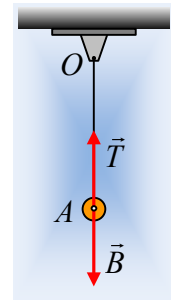
εξαρτάται από τη διαδρομή, παρά μόνο από την αρχική και τελική θέση. Έτσι αν το σώμα στη θέση Α βρίσκεται σε ύψος h , από το επίπεδο στο οποίο θεωρούμε μηδενική τη δυναμική ενέργεια (ας πούμε από το έδαφος...), έχουμε:

$$W_{A \rightarrow \Gamma} = U_A - U_\Gamma = mgh - mg(h + \ell) = -mg\ell \rightarrow$$

$$W_{A \rightarrow \Gamma} = -mg\ell = -2 \cdot 10 \cdot 2\text{J} = -40\text{J}$$

iv) Η τάση του νήματος είναι κάθε στιγμή κάθετη στη μετατόπιση, συνεπώς δεν παράγει έργο.

Έτσι αν εφαρμόσουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος για τη μετακίνησή του από το Α στο Γ παίρνουμε:

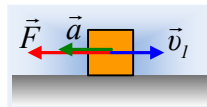


$$K_F - K_A = W_T + W_B + W_F$$

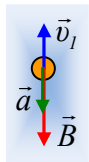
$$\frac{1}{2} m v_1^2 - 0 = 0 + W_B + W_F \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 J = -40 J + W_F \rightarrow W_F = 44 J$$

v) Στο παραπάνω σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, στη θέση Γ. Η ταχύτητά του v_1 είναι κατακόρυφη, αλλά στην ίδια διεύθυνση ασκείται και το βάρος. Βλέπουμε λοιπόν να ασκείται δύναμη στη διεύθυνση της ταχύτητας, κατάσταση απολύτως όμοια με αυτή του παρακάτω σχήματος:



Το σώμα κινείται προς τα δεξιά, ενώ δέχεται δύναμη με φορά προς τα αριστερά. Τότε η επιτάχυνση που θα αποκτήσει έχει την κατεύθυνση της δύναμης, με αποτέλεσμα το σώμα να επιβραδύνεται. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση μας για τη θέση Γ. Το σώμα έχει κατακόρυφη ταχύτητα με φορά προς τα πάνω, ενώ έχει κατακόρυφη επιτάχυνση με φορά προς τα κάτω και μέτρο ίσο με g , την επιτάχυνση της βαρύτητας, εξαιτίας του βάρους!



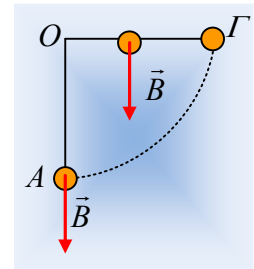
Σχόλια:

- 1) Είναι εύκολο να δημιουργηθεί (και πιθανόν να διατυπωθεί...) το ερώτημα, τι συμβαίνει με τις δυνάμεις στην οριζόντια διεύθυνση, στη θέση Γ. Το ερώτημα μπορεί να απαντηθεί μετά τη διδασκαλία της κυκλικής κίνησης στην Β' Τάξη...
- 2) Στο ερώτημα ii) υπολογίσαμε το έργο του βάρους, με χρήση της δυναμικής ενέργειας. Βέβαια στο ίδιο αποτέλεσμα θα μπορούσαμε να καταλήξουμε, αν εφαρμόσουμε τη λογική ότι το έργο του βάρους είναι ανεξάρτητο της διαδρομής. Αντί δηλαδή να βρούμε το έργο του βάρους μελετώντας την μετακίνηση κατά μήκος του τεταρτοκυκλίου ΑΓ, να θεωρήσουμε ότι το σώμα φτάνει στο Γ, ακολουθώντας τη διαδρομή Α→Ο→Γ, Τότε θα είχαμε:

$$W_B = W_{AO} + W_{OG} = -mg\ell + 0 = -mg\ell$$

Αφού στη διαδρομή ΟΓ η δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση και δεν παράγει έργο. Αλλά τότε θα μπορούσαμε να καταλήξουμε και στο συμπέρασμα ότι:

Το έργο του βάρους, είναι ανεξάρτητο της διαδρομής, ίσο κατ' απόλυτο τιμή $|W_B| = mgh' = mg\ell$ και αφού το σώμα κινείται προς τα πάνω, το παραπάνω έργο είναι αρνητικό, συνεπώς $W_B = -mg\ell$.



Φυσικής-Χημείας

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

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης