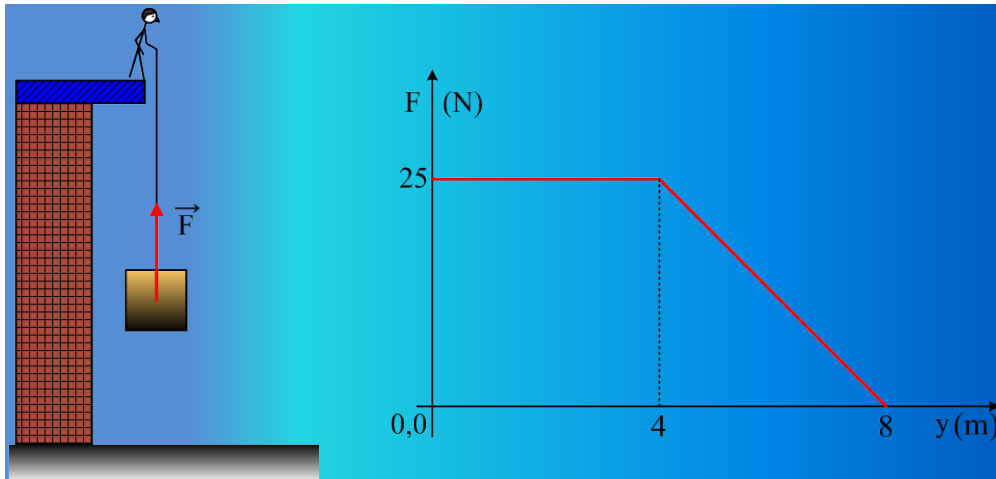


Ανοδος σώματος με μεταβλητή δύναμη

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί στο έδαφος. Το δένουμε με ένα νήμα και αρχίζουμε να το μετακινούμε κατακόρυφα προς τα πάνω, ασκώντας πάνω του (μέσω του νήματος) μια μεταβλητή δύναμη, το μέτρο της οποίας θα μεταβάλλουμε όπως στο σχήμα, με σκοπό να το ανεβάσουμε στην ταράτσα που βρισκόμαστε, σε ύψος 8m.



- i) Θα μπορούσαμε να ανεβάσουμε το σώμα στο επιθυμητό ύψος;
- ii) Για τη στιγμή που το σώμα φτάνει σε ύψος $h=4\text{m}$, θέση A, να βρεθούν:
 - α) Η ενέργεια που έχουμε προσφέρει στο σώμα, μέσω του νήματος.
 - β) Η δυναμική ενέργεια του σώματος.
 - γ) Η κινητική του ενέργεια.
- iii) Μόλις το σώμα φτάσει στη θέση A, αφήνουμε το νήμα, εγκαταλείποντας την προσπάθεια.
 - α) Σε πόσο ύψος από το έδαφος θα φτάσει το σώμα;
 - β) Με ποια ταχύτητα το σώμα φτάνει στο έδαφος;

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, η δυναμική ενέργεια του σώματος είναι μηδενική στην αρχική του θέση (στο έδαφος) και $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

- i) Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το σώμα, από το έδαφος μέχρι την ταράτσα, θεωρώντας ότι το σώμα φτάνει έως εκεί.

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_B \rightarrow K_{\text{τελ}} = W_F - mgh \quad (1)$$

Αλλά το έργο της δύναμης, είναι αριθμητικά ίσο με το εμβαδόν του τραpezίου στο διάγραμμα που δίνε-

ται, δηλαδή $W_F = \frac{B + \beta}{2} \nu = \frac{8 + 4}{2} 25\text{J} = 150\text{J}$ και με αντικατάσταση στην (1) βρίσκουμε:

$$K_{\text{τελ}} = 150\text{J} - 2 \cdot 10 \cdot 8\text{J} = -10\text{J},$$

πράγμα που δεν μπορεί να συμβεί, αφού η Κινητική ενέργεια μόνο θετικές τιμές μπορεί να πάρει. Συνεπώς η προσπάθειά μας να ανεβάσουμε με αυτόν τον τρόπο το σώμα, θα στεφθεί από αποτυχία....

- ii) α) Η ενέργεια που προσφέραμε στο σώμα μέχρι τη θέση A, είναι ίση με το έργο της δύναμης, δηλαδή:

$$W_F = F \cdot y = 25 \cdot 4J = 100J.$$

$$\beta) U = mgh = 2 \cdot 10 \cdot 4J = 80J$$

γ) Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του σώματος από το έδαφος, μέχρι το σημείο Α.

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_B \rightarrow K_A = W_F - mgh = 100J - 80J = 20J.$$

iii) Μόλις πάψουμε να τραβάμε το σώμα, αυτό κινείται με την επίδραση μόνο του βάρους, συνεπώς η Μηχανική ενέργεια διατηρείται.

α) Αν λοιπόν το σώμα φτάνει σε μέγιστο ύψος από το έδαφος h_1 (σημείο Γ), εφαρμόζοντας ΑΔΜΕ, ανάμεσα στις θέσεις Α και Γ έχουμε:

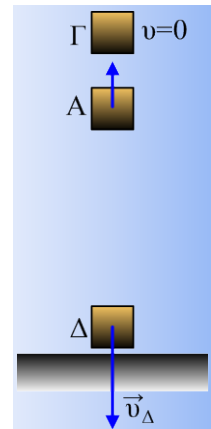
$$K_A + U_A = K_\Gamma + U_\Gamma \rightarrow$$

$$K_A + U_A = mgh_1 \rightarrow h_1 = \frac{K_A + U_A}{mg} = \frac{20 + 80}{2 \cdot 10} m = 5m$$

iv) Εφαρμόζουμε ξανά ΑΔΜΕ μεταξύ της θέσης Α και του σημείου Δ όπου το σώμα ξαναπέφτει στο έδαφος, έχουμε:

$$K_A + U_A = K_\Delta + U_\Delta \rightarrow K_A + U_A = \frac{1}{2} mv^2 \rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2(K_A + U_A)}{m}} = \sqrt{\frac{2(20 + 80)}{2}} m/s = 10m/s$$



Σχόλιο:

Το σώμα αρχικά δεν έχει ενέργεια. Του δώσαμε ενέργεια, ασκώντας του την δύναμη F , μέσω του έργου της οποίας, μεταφέρθηκε ενέργεια στο σώμα ίση με $100J$. Κατά τη διάρκεια της κίνησης από το έδαφος μέχρι το σημείο Α, το βάρος παράγει έργο $W = -80J$, πράγμα που σημαίνει ότι αυξάνεται κατά $80J$ η δυναμική ενέργεια, ενώ τα υπόλοιπα $20J$ τα βρίσκουμε με τη μορφή της Κινητικής ενέργειας. Μετά την κατάργηση της δύναμης, η μόνη δύναμη που ασκείται στο σώμα, είναι το βάρος (συντηρητική δύναμη), οπότε η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή, οπότε στη θέση Γ το σώμα έχει μόνο δυναμική ενέργεια ($U_\Gamma = 100J$), ενώ κατά την επιστροφή του στο έδαφος έχει μόνο κινητική ενέργεια $K_\Delta = 100J$.

dmargaris@sch.gr