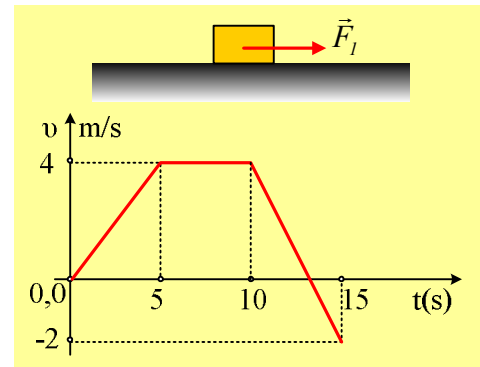


Από το διάγραμμα της ταχύτητας στις δυνάμεις

Ένα σώμα μάζας $m=10\text{kg}$ ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή $t=0$, ασκείται στο σώμα μια οριζόντια δύναμη F_1 , σταθερής κατεύθυνσης, με αποτέλεσμα να αρχίσει να κινείται. Στο σχήμα βλέπουμε το διάγραμμα της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο. Δίνονται ακόμη οι εξής πληροφορίες. Τη στιγμή $t_1=5\text{s}$, στο σώμα ασκείται μια επιπλέον οριζόντια δύναμη F_2 , ενώ τη στιγμή $t_2=10\text{s}$ ασκείται πάνω του μια ακόμη οριζόντια δύναμη F_3 , όπου οι δύο αυτές δυνάμεις δεν έχουν σημειωθεί στο σχήμα.

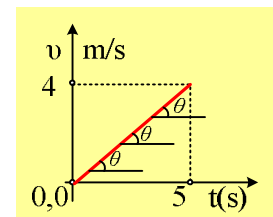


- i) Να εξηγήσετε γιατί η δύναμη F_1 έχει σταθερό μέτρο, το οποίο και να υπολογίσετε.
- ii) Να βρεθεί η κατεύθυνση και το μέτρο της δύναμης F_2 .
- iii) Ποια τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της δύναμης F_3 ;
- iv) Αν τη στιγμή $t_3=15\text{s}$ πάψει να ασκείται στο σώμα η δύναμη F_3 , να υπολογιστεί η μετατόπιση του σώματος από τη στιγμή t_3 ως τη στιγμή $t_4=20\text{s}$.

Απάντηση:

- i) Η κλίση στο διάγραμμα $v-t$ μας δίνει την επιτάχυνση. Έτσι στο χρονικό διάστημα $0-t_1$ η κλίση παραμένει σταθερή, όπως φαίνεται στο σχήμα, συνεπώς και η επιτάχυνση παραμένει σταθερή. Για την επιτάχυνση αυτή έχουμε:

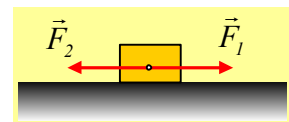
$$\alpha_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{(4-0)\text{m/s}}{(5-0)\text{s}} = 0,8\text{m/s}^2$$



Αλλά αν η επιτάχυνση του σώματος παραμένει σταθερή, τότε και η ασκούμενη δύναμη παραμένει σταθερή, σύμφωνα με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα:

$$\Sigma F = m\alpha_1 \rightarrow F_1 = m\alpha_1 = 10\text{kg} \cdot 0,8\text{m/s}^2 = 8\text{N}$$

- ii) Στο χρονικό διάστημα $5\text{s}-10\text{s}$ η ταχύτητα του σώματος παραμένει σταθερή, οπότε με βάση το 1^ο νόμο του Νεύτωνα, η συνισταμένη των ασκούμενων δυνάμεων είναι μηδενική. Οπότε (αφήνοντας στην άκρη τις κατακόρυφες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, αφού το σώμα ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση), η δύναμη F_2 είναι αντίθετη της F_1 , όπως στο σχήμα, με μέτρο $F_2 = F_1 = 8\text{N}$.

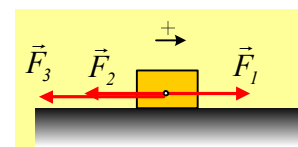


- iii) Με την ίδια λογική, όπως στο i) ερώτημα και για το χρονικό διάστημα $10\text{s}-15\text{s}$ το σώμα έχει σταθερή επιτάχυνση με αλγεβρική τιμή:

$$\alpha_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{(-2-4)\text{m/s}}{(15-10)\text{s}} = \frac{-6}{5}\text{m/s}^2 = -1,2\text{m/s}^2.$$

Οπότε θεωρώντας την προς τα δεξιά κατεύθυνση ως θετική, εφαρμόζουμε το 2^ο νόμο του Νεύτωνα:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= ma_2 \rightarrow F_1 + F_2 + F_3 = ma_2 \xrightarrow{\text{αντικατάσταση}} \\ 8N - 8N + F_3 &= 10 \cdot (-1,2)N \rightarrow \\ F_3 &= -12N\end{aligned}$$



Το αρνητικό πρόσημο της δύναμης F_3 σημαίνει ότι αυτή έχει κατεύθυνση προς την αρνητική κατεύθυνση, όπως στο διπλανό σχήμα.

- iv) Αν πάψει να ασκείται η δύναμη F_3 , τότε στο σώμα ασκούνται οι οριζόντιες δυνάμεις F_1 και F_2 η συνισταμένη των οποίων είναι μηδενική, οπότε το σώμα κινείται ξανά με σταθερή ταχύτητα, όπως και στο ερώτημα ii). Με μία διαφορά όμως. Με ποια ταχύτητα; Όχι βέβαια με την ταχύτητα 4m/s που είχε από 5s - 10s , αλλά την ταχύτητα που είχε τη στιγμή t_3 , δηλαδή $v_3 = -2\text{m/s}$. Αλλά τότε η ζητούμενη μετατόπιση είναι:

$$\Delta x_{34} = v_3 \cdot \Delta t = -2\text{m/s} \cdot 5\text{s} = -10\text{m}$$

dmargaris@gmail.com