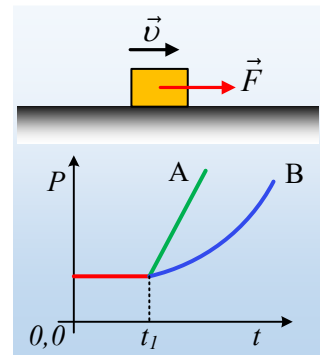
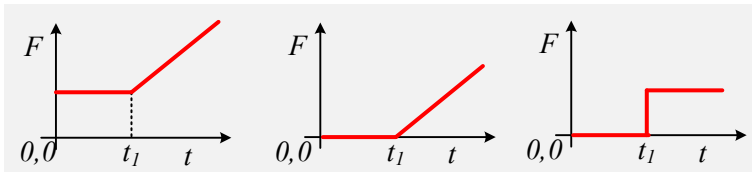


Η ορμή και η δύναμη

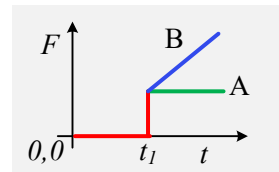
Στο διπλανό σχήμα ένα σώμα κινείται προς τα δεξιά σε λείο οριζόντιο επίπεδο και κάποια στιγμή δέχεται δύναμη, επίσης προς τα δεξιά και στο διάγραμμα δίνονται δύο διαφορετικές εκδοχές για την μεταβολή της ορμής του σώματος, σε συνάρτηση με το χρόνο.



i) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα F-t, μπορεί να αντιστοιχεί σε κάθε εκδοχή A και B;

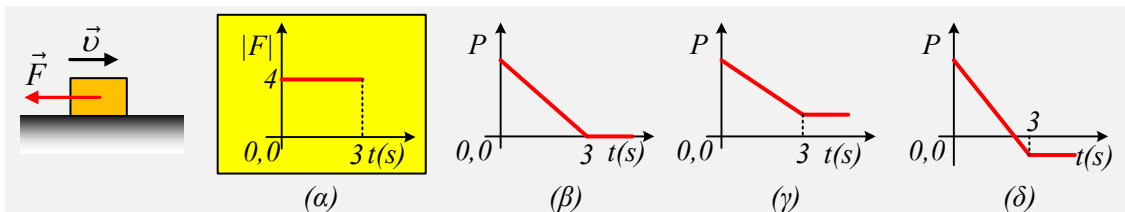


ii) Ένας μαθητής υποστήριξε ότι χαράσσοντας στο ίδιο διάγραμμα τις ασκούμενες δυνάμεις για τα διαγράμματα A και B, μπορούσαμε να πάρουμε το διπλανό διάγραμμα. Να εξετάσετε αν αυτό είναι ή όχι ένα σωστό ενδεχόμενο.

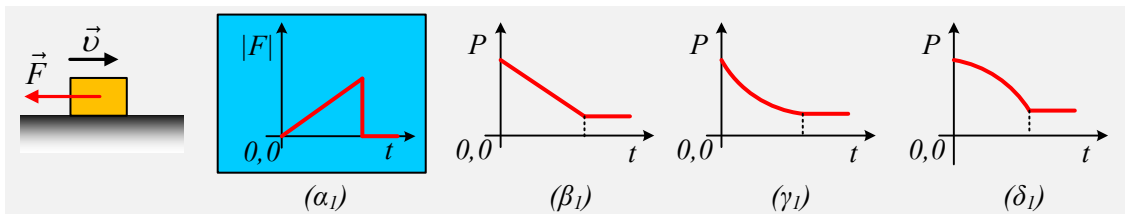


iii) Σε μια επανάληψη του πειράματος και ενώ το σώμα κινείται προς τα δεξιά με αρχική ορμή $P_0=10\text{kg}\cdot\text{m/s}$, δέχεται την επίδραση δύναμης προς τα αριστερά, όπως στο παρακάτω σχήμα.

α) Αν το διάγραμμα (α) παριστάνει το μέτρο της δύναμης σε συνάρτηση με το χρόνο, ποιο από τα επόμενα διαγράμματα (β), (γ) και (δ), παριστάνει την ορμή του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο;



β) Αν το μέτρο της ασκούμενης δύναμης μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα (α₁), ποιο από τα επόμενα διαγράμματα, δίνει τώρα την μεταβολή της ορμής του σώματος;



Απάντηση:

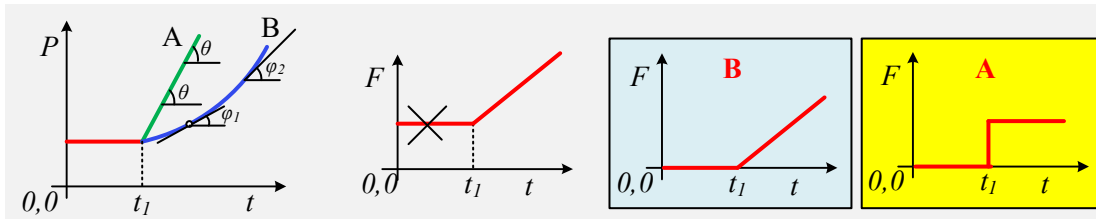
i) Με βάση το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \Sigma \vec{F} = \vec{F}$$

Αφού η συνισταμένη στην κατακόρυφη διεύθυνση $\Sigma F_y=0$. Αλλά ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι ίσος

με την κλίση της καμπύλης p-t, συνεπώς η κλίση αυτή μας δίνει την δύναμη F που ασκείται στο σώμα.

Τότε με βάση το πρώτο διάγραμμα, από το παρακάτω σχήμα, θα έχουμε:

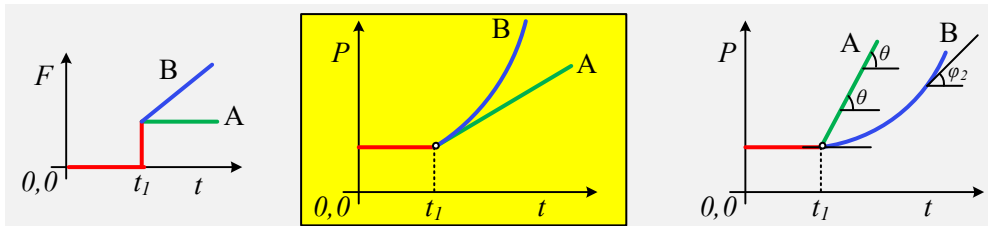


Από 0-t₁ η ορμή παραμένει σταθερή, συνεπώς F=0 και το πρώτο διάγραμμα απορρίπτεται.

Για την εκδοχή A όπου η μεταβολή είναι ευθεία γραμμή, αυτή θα έχει σταθερή κλίση, συνεπώς στο σώμα ασκείται σταθερή δύναμη, άρα το σωστό διάγραμμα είναι το τελευταίο, από την παραπάνω σειρά.

Αντίθετα με βάση το σχήμα η κλίση στην εκδοχή B, αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου (φ₂ > φ₁), οπότε θα αυξάνεται και η ασκούμενη δύναμη. Αυτό αντιστοιχεί στο μεσαίο από τα διαγράμματα που μας δίνονται.

- ii) Το διάγραμμα που χάραξε ο μαθητής είναι λανθασμένο. Αν τη στιγμή t₁ οι δυνάμεις που οδηγούν στα δύο διαφορετικά ενδεχόμενα, ήταν ίσες, τότε οι δύο γραφικές παραστάσεις, θα πρέπει να είχαν την ίδια κλίση τη στιγμή t₁, όπως στο μεσαίο (κίτρινο) διάγραμμα), που όμως δεν είναι αυτό που μας δόθηκε.



Έχουμε ως δεδομένο το τρίτο διάγραμμα, όπου αν πάρουμε την κλίση στην καμπύλη B, τη στιγμή t₁, αυτή είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη κλίση της ευθείας (εδώ η κλίση είναι μηδενική, πράγμα που από το σχήμα δεν μπορούμε να το εξάγουμε με ασφάλεια. Αλλά δεχόμαστε ότι είναι πράγματι μηδέν, με βάση τις δυνατές τιμές της δύναμης που μας δώσανε, αφού δεν υπάρχει άλλη επιλογή...).

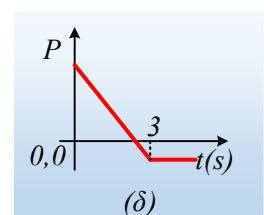
- iii) α) Από το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα και με θετική την προς τα δεξιά κατεύθυνση, έχουμε:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \xrightarrow{\text{αλγεβρικά}} \frac{\Delta p}{\Delta t} = F \rightarrow \frac{p_{\tau} - p_0}{\Delta t} = F \rightarrow$$

$$p_{\tau} = p_0 + F \cdot \Delta t = 10 \text{ kgm} / \text{s} + (-4) \text{ N} \cdot 3 \text{ s} \rightarrow$$

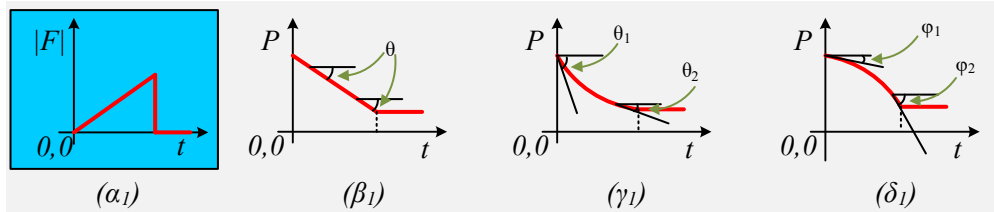
$$p_{\tau} = 10 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} - 12 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s} \rightarrow$$

$$p_{\tau} = -2 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$



Αλλά τότε η τελική ορμή του σώματος είναι αρνητική (το σώμα κινείται προς τα αριστερά) και σωστό είναι το διάγραμμα του διπλανού σχήματος (το 3^ο από τα δεδομένα στην εκφώνηση).

β) Με βάση όσα αναφέρθηκαν στο i) ερώτημα, η κλίση στο διάγραμμα είναι ίση με την ασκούμενη δύναμη. Εδώ η δύναμη έχει αρνητική αλγεβρική τιμή (προς τα αριστερά) πράγμα που σημαίνει ότι η ορμή πρέπει να είναι συνάρτηση φθίνουσα (το σώμα κινείται προς τα δεξιά, άρα έχει θετική ορμή το μέτρο της οποίας μειώνεται...).



Αλλά και οι τρεις γραφικές παραστάσεις που μας δίνονται είναι φθίνουσες!!! Οπότε έχουμε παρά να ελέγξουμε τις κλίσεις, βλέποντας τις (αρνητικές) γωνίες που έχουν σημειωθεί στο σχήμα.

Η κλίση της ευθείας στο διάγραμμα (β₁) παραμένει σταθερή, άρα θα πρέπει να ασκηθεί σταθερή δύναμη. Απορρίπτεται.

Η κλίση στο (γ₁) μειώνεται κατά απόλυτο τιμή οπότε σημαίνει ότι στο σώμα ασκείται δύναμη αντίθετης φοράς, από την ορμή, αλλά της οποίας το μέτρο μειώνεται. Απορρίπτεται.

Στο διάγραμμα (δ₁) αντίθετα έχουμε αρχικά μικρή κλίση, η οποία αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, που σημαίνει ότι η ασκούμενη δύναμη ξεκινά με μικρό μέτρο, το οποίο αυξάνεται με τον χρόνο, όπως είναι και το διάγραμμα (α₁) που μας δόθηκε. Άρα το αποδεκτό διάγραμμα είναι το (δ₁).

dmargaris@gmail.com