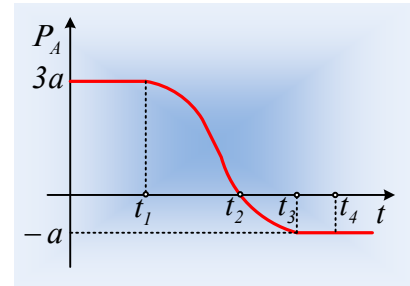


Μελέτη μιας κρούσης, από ένα διάγραμμα

Στο διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της ορμής ενός σώματος A που οφείλεται στην μετωπική ελαστική κρούση του με ακίνητο σώμα B. Η κρούση πραγματοποιείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο.



A) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.

- i) Η κρούση διαρκεί χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$.
- ii) Την χρονική στιγμή t_4 το σώμα B δεν δέχεται δύναμη από το A σώμα.
- iii) Το σώμα B έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα A.
- iv) Την χρονική στιγμή t_2 το σώμα B έχει ορμή $+3a$.
- v) Μετά την κρούση το σώμα B έχει ορμή μεγαλύτερη από την αρχική ορμή του σώματος A.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

B) Να γίνει ένα ποιοτικό διάγραμμα της ορμής του σώματος B σε συνάρτηση με το χρόνο.

Απάντηση:

- i) Η πρόταση είναι λάθος. Η κρούση διαρκεί για όσο χρόνο τα σώματα αλληλεπιδρούν. Με βάση όμως το διάγραμμα, η ορμή του A σώματος μεταβάλλεται στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_3 , συνεπώς στο ίδιο χρονικό διάστημα δέχεται (και ασκεί) δύναμη από το σώμα B.
- ii) Μετά τη στιγμή t_3 η ορμή του A σώματος παραμένει σταθερή, οπότε δεν δέχεται δύναμη και η κρούση έχει ολοκληρωθεί. Αλλά τότε ούτε το σώμα B δέχεται δύναμη από το σώμα A και η πρόταση είναι σωστή.
- iii) Με βάση το διάγραμμα η τελική ορμή του A σώματος, έχει αντίθετη φορά από την αρχική. Συνεπώς αν υποθέσουμε ότι αρχικά το σώμα A κινείται προς τα δεξιά, μετά την κρούση κινείται προς τα αριστερά, όπως στο σχήμα. Αλλά για την ταχύτητα του A μετά την κρούση ισχύει:

$$v'_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_A < 0 \rightarrow m_A < m_B$$

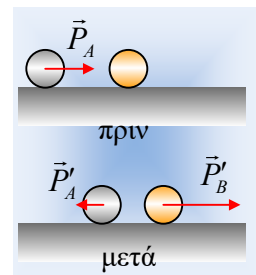
Η πρόταση είναι λοιπόν σωστή.

- iv) Σε όλη τη διάρκεια της κρούσης η ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή. Εφαρμόζοντας λοιπόν την αρχή διατήρησης της ορμής μεταξύ των χρονικών στιγμών t_1 και t_2 παίρνουμε:

$$\begin{aligned} \vec{P}_{ολ,1} &= \vec{P}_{ολ,2} \rightarrow \\ P_{A,1} + P_{B,1} &= P_{A,2} + P_{B,2} \rightarrow \\ 3a + 0 &= 0 + P_{B,2} \rightarrow P_{B,2} = 3a \end{aligned}$$

Η πρόταση είναι επίσης σωστή.

- v) Εφαρμόζοντας ξανά τη διατήρηση της ορμής πριν και μετά την κρούση έχουμε:



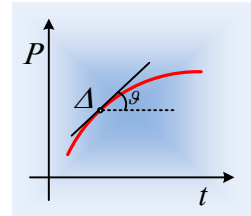
$$\vec{P}_{ολ,πριν} = \vec{P}_{ολ,μετά} \rightarrow$$

$$P_{A,π} + P_{B,π} = P_{A,μ} + P_{B,μ}$$

$$3a + 0 = -a + P_{B,μ} \rightarrow P_{B,μ} = 4a$$

Και αυτή η πρόταση είναι σωστή.

Β) Στο διάγραμμα P-t, η κλίση σε ένα σημείο Δ (βλέπε σχήμα) μετράει το ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος, ο οποίος είναι ίσος με τη συνισταμένη δύναμη, η οποία ασκείται στο σώμα τη στιγμή αυτή, με βάση το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα:

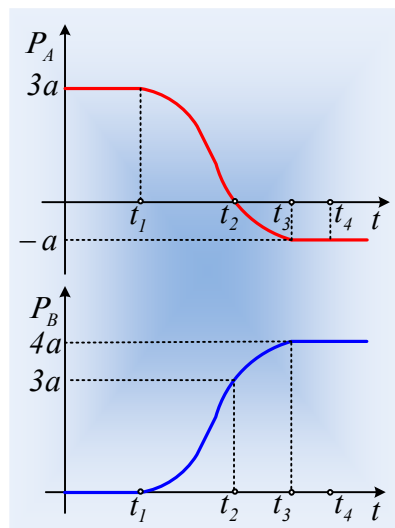


$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F}$$

Αλλά οι δυνάμεις που εμφανίζονται στη διάρκεια της κρούσης αποτελούν ζευγάρια δράσης-αντίδρασης, με ίσα μέτρα, αλλά αντίθετη φορά. Πράγμα που σημαίνει ότι οι γραφικές παραστάσεις πρέπει να έχουν (κατ' απόλυτο τιμή) ίσες κλίσεις, με τη διαφορά ότι:

Όταν η μία είναι αύξουσα, η άλλη θα είναι φθίνουσα.

Στο παρακάτω διάγραμμα έχουν, με βάση αυτά, χαραχθεί στο ίδιο σχήμα οι δυο γραφικές παραστάσεις για τις ορμές των δύο σωμάτων.



dmargaris@gmail.com