# Η κίνηση ενός συστήματος και η ορμή

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια σανίδα μάζας Μ=3kg, πάνω στην οποία ηρεμεί ένα σώμα Α μάζας m=2kg. Σε μια στιγμή t0=0, στη σανίδα ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη , μέτρου F=6Ν, όπως στο σχήμα. Παρατηρούμε ότι το σώμα Α αρχίζει να γλιστράει πάνω στη σανίδα, ενώ κινείται και αυτό προς τα δεξιά.

i) Να εξηγήσετε, πώς μπορεί να επιταχύνεται προς τα δεξιά το σώμα Α.

ii) Να υπολογισθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος (σώμα Α-σανίδα), καθώς και η ολική ορμή του συστήματος τη χρονική στιγμή t1=3s.

iii) Αν τη στιγμή t1 το σώμα Α έχει ταχύτητα υ1=3m/s, να βρεθούν για τη στιγμή αυτή:

α) Η ταχύτητα της σανίδας.

β) Το μέτρο της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ σώματος Α και σανίδας.

iv) Τη στιγμή t1 παύει να ασκείται στη σανίδα η δύναμη με αποτέλεσμα μετά από λίγο το σώμα Α να αποκτά την ίδια ταχύτητα με τη σανίδα, ενώ συνεχίζει να βρίσκεται πάνω της. Να υπολογιστεί η κοινή αυτή ταχύτητα των δύο σωμάτων.

Απάντηση:

Τα δυο σώματα ισορροπούν στην κατακόρυφη διεύθυνση, οπότε παρακάτω περιοριζόμαστε στις οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται στα δυο σώματα και οι οποίες είναι υπεύθυνες για την κίνησή τους.

1. Μόλις στην σανίδα ασκηθεί η δύναμη , αυτή τείνει να επιταχυνθεί προς τα δεξιά, οπότε δέχεται από το σώμα Α, δύναμη τριβής ολίσθησης , αντίθετης κατεύθυνσης, από την δύναμη. Η αντίδρασή της , έχει κατεύθυνση προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα, ασκείται στο σώμα Α και είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση του σώματος Α.
2. Από το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα, για κάθε σώμα ξεχωριστά, έχουμε:





Με πρόσθεση κατά μέλη των δύο παραπάνω εξισώσεων, παίρνουμε:



Αλλά το πρώτο μέλος της παραπάνω εξίσωσης είναι ο συνολικός ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος, ενώ  (δράση-αντίδραση), οπότε τελικά:



Αφού η δύναμη είναι σταθερή, άρα ο μέσος ρυθμός μεταβολής της ορμής, θα είναι ίσος και με το στιγμιαίο ρυθμό τη στιγμή t1. Εξάλλου παρατηρούμε ότι και για το σύστημα των δύο σωμάτων ισχύει ο γενικευμένος νόμος, παίρνοντας όμως τις **εξωτερικές** δυνάμεις μόνο (εδώ τη δύναμη) .

Αλλά αφού έχουμε σταθερό ρυθμό μεταβολής της ορμής η παραπάνω εξίσωση γράφεται:



1. α) Για την ολική ορμή του συστήματος, τη στιγμή t1 ισχύει:

→

*mυ1+Μ∙u1=pολ,1* →

οπότε λύνοντας ως προς u1 παίρνουμε:

 

β) Εφαρμόζοντας το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα Α, παίρνουμε:



Προφανώς λόγω δράσης αντίδρασης και το μέτρο της Τ1 που ασκείται στη σανίδα είναι επίσης Τ1=2Ν.

1. Για όσο χρόνο το σώμα Α έχει μικρότερη ταχύτητα από τη σανίδα θα δέχεται δύναμη τριβής ολίσθησης, εξαιτίας της οποίας θα επιταχύνεται. Ταυτόχρονα η τριβή  θα επιβραδύνει τη σανίδα. Θα έρθει λοιπόν κάποια στιγμή που τα δυο σώματα θα αποκτήσουν την ίδια ταχύτητα , οπότε τη στιγμή αυτή επειδή δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ των σωμάτων η τριβή μηδενίζεται και έτσι, τα σώματα κινούνται πια μαζί με σταθερή ταχύτητα. Μόλις όμως πάψει να ασκείται στη σανίδα η εξωτερική δύναμη το σύστημα των σωμάτων είναι μονωμένο, οπότε εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ορμής για το σύστημα, από τη στιγμή t1 μέχρι τη στιγμή που το σώμα Α σταματά να ολισθαίνει πάνω στη σανίδα, αποκτώντας την ίδια ταχύτητα με αυτήν, παίρνουμε:





dmargaris@gmail.com