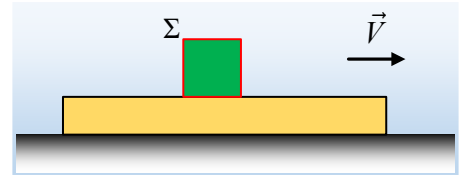


### Ένα σύστημα και οι τριβές.

Η σανίδα του σχήματος μάζας  $M$  ολισθαίνει σε ένα οριζόντιο επίπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu$  και κάποια στιγμή  $t_1$  έχει ταχύτητα  $V$ , προς τα δεξιά. Τη στιγμή αυτή αφήνεται πάνω της, χωρίς ταχύτητα, ένα σώμα  $\Sigma$  μάζας  $m$ , το οποίο εμφανίζει τον ίδιο συντελεστή τριβής με την σανίδα. Για τη στιγμή  $t_1$  αμέσως μόλις αφηθεί το σώμα  $\Sigma$  πάνω στη σανίδα:



- i) Για την τριβή που θα ασκηθεί στο σώμα  $\Sigma$ , ισχύει:
  - α) Είναι τριβή ολίσθησης με φορά προς τα δεξιά.
  - β) Είναι τριβή ολίσθησης με φορά προς τα αριστερά.
  - γ) Είναι στατική τριβή με φορά προς τα δεξιά.
- ii) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα σανίδα- σώμα  $\Sigma$ , χωρίζοντάς τις σε εσωτερικές και εξωτερικές, για το σύστημα.
- iii) Το μέτρο της τριβής που ασκείται στη σανίδα, από το επίπεδο, μετά την τοποθέτηση του σώματος  $\Sigma$ :
  - α) αυξάνεται, β) παραμένει το ίδιο, γ) μειώνεται.

iv) Θεωρώντας την προς τα δεξιά κατεύθυνση ως θετική:

A) για το ρυθμό μεταβολής της ορμής σώματος  $\Sigma$  ( $\Delta p_1/\Delta t$ ) ισχύει:

$$\alpha) \Delta p_1/\Delta t = +\mu mg, \quad \beta) \Delta p_1/\Delta t = -\mu mg, \quad \gamma) \Delta p_1/\Delta t = -\mu(M+m)g.$$

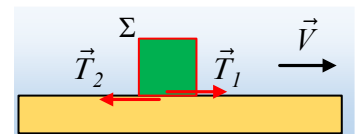
B) Για τον αντίστοιχο ρυθμό μεταβολής της ορμής της σανίδας ισχύει:

$$\alpha) \Delta p_2/\Delta t = +\mu Mg, \quad \beta) \Delta p_2/\Delta t = -\mu(M+m)g, \quad \gamma) \Delta p_2/\Delta t = -\mu(M+2m)g$$

Γ) Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος των δύο σωμάτων;

#### Απάντηση:

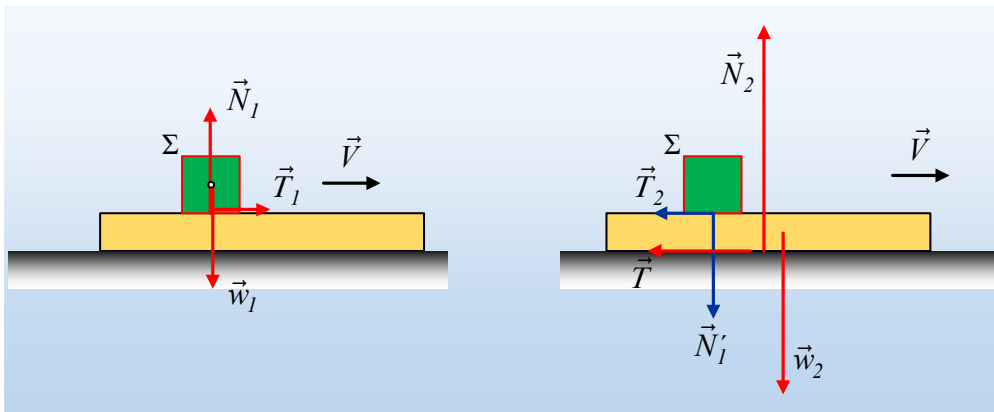
- i) Μόλις αφηθεί το σώμα  $\Sigma$ , πάνω στη σανίδα, λόγω του ότι η σανίδα κινείται προς τα δεξιά, θα δεχτεί δύναμη τριβής ολίσθησης  $\vec{T}_2$  από το σώμα  $\Sigma$ , α-



ντίθετης φοράς από την ταχύτητα, δηλαδή προς τα αριστερά, όπως στο σχήμα. Αλλά τότε η αντίδρασή της  $\vec{T}_1$  θα ασκηθεί στο σώμα  $\Sigma$  έχοντας φορά προς τα δεξιά. Προφανώς και αυτή είναι τριβή ολίσθησης (το ένα σώμα κινείται ως προς το άλλο...). Σωστό το α).

Ας δούμε μια άλλη πλευρά του ζητήματος. Καταλαβαίνουμε; Όλοι ότι η σανίδα θα συμπαρασύρει το σώμα  $\Sigma$ , υποχρεώνοντάς το να κινηθεί προς τα δεξιά; Αλλά τότε προς τα δεξιά θα είναι και η δύναμη που θα δεχτεί από την σανίδα (στην οριζόντια διεύθυνση), η οποία δεν είναι άλλη από την τριβή ολίσθησης.

- ii) Στο παρακάτω σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις, αριστερά στο σώμα  $\Sigma$  και δεξιά στη σανίδα, όπου με μπλε χρώμα οι αντιδράσεις των  $T_1$  και  $N_1$  που ασκούνται στη σανίδα.



Από τις δυνάμεις αυτές είναι:

Εσωτερικές:  $T_1, T_2, N_1, N_1'$ .

Εξωτερικές:  $w_1, w_2, N_2$  και  $T$  (η τριβή στη σανίδα από το επίπεδο).

iii) Πριν την τοποθέτηση πάνω στη σανίδα του σώματος  $\Sigma$ , η σανίδα ισορροπούσε στην κατακόρυφη διεύθυνση, οπότε  $\Sigma F_y=0$  ή  $N_2=w_2=Mg$ . Οπότε ασκήτο πάνω της η τριβή ολίσθησης με κατεύθυνση προς τα αριστερά και μέτρο:

$$T_{\pi\rho}=\mu N_2=\mu Mg \quad (1)$$

Μόλις τοποθετήσουμε το σώμα  $\Sigma$ , δέχεται επιπλέον και την δύναμη  $N_1'=N_1=w_1=mg$ , οπότε:

$$\Sigma F_y=0 \rightarrow N_2=w_2+N_1'=Mg+mg=(M+m)g \rightarrow$$

$$T=\mu N_2=\mu(M+m)g \quad (2)$$

Με σύγκριση των σχέσεων (1) και (2), βλέπουμε ότι  $T>T_{\pi\rho}$ . Σωστό το α).

iv) Με βάση τις δυνάμεις που έχουμε σχεδιάσει παραπάνω, εφαρμόζοντας το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα, θα έχουμε για τις αλγεβρικές τιμές των ζητούμενων ρυθμών:

A)  $\frac{\Delta p_1}{\Delta t} = \Sigma F_1 = +T_1 = +\mu mg$  Σωστό το α).

B)  $\frac{\Delta p_2}{\Delta t} = \Sigma F_2 = -T - T_2 = -\mu(M+m)g - \mu mg = -\mu(M+2m)g$  Σωστό το γ).

Γ) Για το σύστημα των δύο σωμάτων, ο γενικευμένος νόμος του Νεύτωνα, μας δίνει:

$$\frac{\Delta p_{ολ}}{\Delta t} = \Sigma F_{εξ} \xrightarrow{\Sigma F_y=0} \frac{\Delta p_{ολ}}{\Delta t} = \Sigma F_{εξ,x} = -T = -\mu M g$$

Αφού η μόνη εξωτερική δύναμη στην διεύθυνση είναι η τριβή από το επίπεδο.

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)