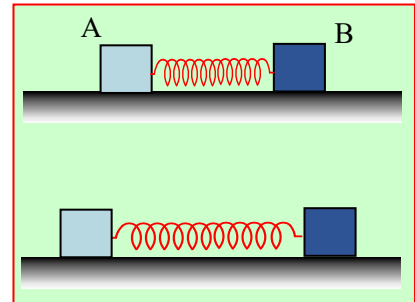


## Το μονωμένο σύστημα και η ορμή

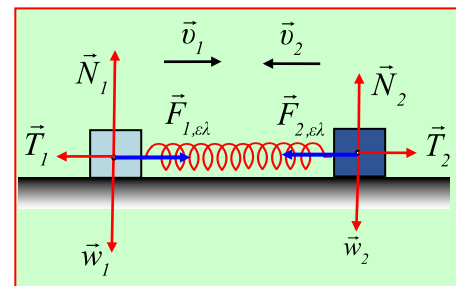
Δύο σώματα Α και Β με μάζες  $m_1$  και  $m_2$  αντίστοιχα, είναι δεμένα στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου, (υπακούει στο νόμο του Hooke έχοντας αμελητέα μάζα), το οποίο έχει το φυσικό μήκος του και ηρεμούν σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο εμφανίζουν τον ίδιο συντελεστή τριβής ολίσθησης. Τραβάμε τα δύο σώματα επιμηκύνοντας το ελατήριο και σε μια στιγμή τα αφήνουμε να κινηθούν πάνω σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο.



- i) Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα Α και Β, μόλις αφεθούν ελεύθερα να κινηθούν, ενώ το ελατήριο έχει κάποια επιμήκυνση. Ποιες από τις δυνάμεις αυτές είναι εσωτερικές και ποιες εξωτερικές για το σύστημα: σώμα Α-σώμα Β- ελατήριο;
- ii) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, δικαιολογώντας την θέση σας.
  - α) Αν τα δυο σώματα έχουν ίσες μάζες, από την αρχή διατήρησης της ορμής για το σύστημα των δύο σωμάτων Α και Β, προκύπτει ότι αν σε μια στιγμή το σώμα Α έχει ταχύτητα μέτρου  $v_1=2\text{m/s}$ , τότε το σώμα Β θα έχει επίσης ταχύτητα μέτρου  $v_2=2\text{m/s}$ .
  - β) Αν  $m_1=2m_2$  και κάποια στιγμή το σώμα Α έχει ταχύτητα μέτρου  $v_1=0,4\text{m/s}$ , τότε το σώμα Β θα έχει ταχύτητα μέτρου  $v_2=0,8\text{m/s}$ , αφού η ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων, παραμένει σταθερή

### Απάντηση:

- i) Αφού το ελατήριο έχει κάποια επιμήκυνση, ασκεί δυνάμεις στα δυο σώματα, όπως στο σχήμα, με αποτέλεσμα το σώμα Α να αποκτά ταχύτητα προς τα δεξιά, άρα δέχεται και δύναμη τριβής ολίσθησης  $\vec{T}_1$  με φορά προς τα αριστερά, ενώ το σώμα Β κινείται προς τα αριστερά, συνεπώς η τριβή ολίσθησης  $\vec{T}_2$ , έχει φορά προς τα δεξιά. Στο σχήμα δεν έχουν σχεδιαστεί οι



δυνάμεις που τα δυο σώματα Α και Β ασκούν στο ελατήριο, δηλαδή της αντιδράσεις των δυνάμεων  $\vec{F}_{1,ελ}$  και  $\vec{F}_{2,ελ}$ , αφού δεν μας ζητούνται. Τα δυο βάρη, τα οποία ασκούνται από τη Γη, οι κάθετες αντιδράσεις στήριξης  $\vec{N}_1$  και  $\vec{N}_2$  οι οποίες ασκούνται από το επίπεδο, καθώς και οι δυο τριβές ολίσθησης  $\vec{T}_1$  και  $\vec{T}_2$ , οι οποίες επίσης ασκούνται από το επίπεδο, είναι εξωτερικές δυνάμεις για το σύστημα των δύο σωμάτων μαζί και με το ελατήριο. Αντίθετα οι δυο δυνάμεις από το ελατήριο  $\vec{F}_{1,ελ}$  και  $\vec{F}_{2,ελ}$  είναι εσωτερικές δυνάμεις, στο παραπάνω σύστημα.

- ii) Η ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή, αν το σύστημα των σωμάτων είναι μονωμένο. Αν δηλαδή δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις ή αν η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδενική. Εδώ

από την ισορροπία των σωμάτων στην κατακόρυφη διεύθυνση προκύπτει ότι η συνισταμένη βάρους και κάθετης αντίδρασης είναι μηδενική, για κάθε σώμα, οπότε οι μόνες εξωτερικές δυνάμεις που μένουν να εξετάσουμε είναι οι δύο τριβές.

α) Αν τα δυο σώματα έχουν ίσες μάζες τότε και οι δυο τριβές έχουν ίσα μέτρα:

$$T_1 = \mu N_1 = \mu mg = T_2 \quad (1)$$

Αλλά τότε το σύστημα των δύο σωμάτων είναι μονωμένο και η ορμή του παραμένει σταθερή. Έτσι κάθε στιγμή θα ισχύει:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_t \rightarrow 0 = p_1 + p_2 \rightarrow 0 = mv_1 + mv_2 \rightarrow$$

$$v_2 = -v_1$$

Το αποτέλεσμα μας λέει ότι το σώμα Β κινείται με αντίθετη ταχύτητα από το σώμα Α, συνεπώς με ταχύτητα ίσου μέτρου και η πρόταση είναι σωστή.

β) Αν και στην δεύτερη περίπτωση, το σύστημα είναι μονωμένο, τότε εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ορμής παίρνουμε:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_t \rightarrow 0 = p_1 + p_2 \rightarrow 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \rightarrow$$

$$2v_1 + v_2 = 0 \rightarrow v_2 = -2v_1 = -0,8 \text{ m/s}$$

Αλλά το σύστημα αυτό είναι μονωμένο; Αρκεί να εστιάσουμε ξανά στις δυο τριβές. Από την εξίσωση (1) θα πάρουμε:

$$T_1 = \mu N_1 = \mu m_1 g = 2\mu m_2 g = 2T_2$$

Αλλά τότε η συνισταμένη αυτών των δύο εξωτερικών δυνάμεων δεν είναι μηδενική και η ορμή του συστήματος δεν διατηρείται. Η πρόταση είναι λανθασμένη.

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