

# ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ



## 23<sup>Η</sup> ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

### Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Πρώτη Φάση)

Κυριακή, 18 Ιανουαρίου, 2009

Διάρκεια: 3 ώρες

#### Οδηγίες:

- 1) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) θέματα.
- 2) Να απαντήσετε στα ερωτήματα όλων των θεμάτων.
- 3) Να εκφράζετε τις απαντήσεις σας, όπου χρειάζεται, με ακρίβεια δύο σημαντικών ψηφίων.
- 4) Όταν σε ένα θέμα δεν δίνονται αριθμητικά δεδομένα, να εκφράζετε τις απαντήσεις σας ως συνάρτηση μεγεθών ή σταθερών που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα.
- 5) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
- 6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- 7) Τα σχήματα των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

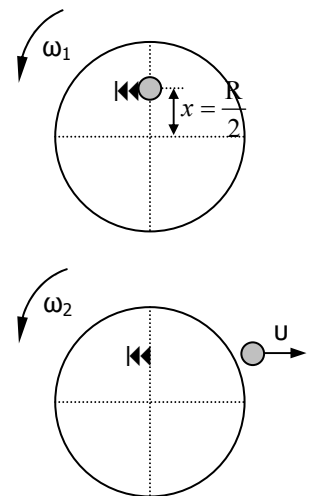
#### ΘΕΜΑ 1 (15 μονάδες)

- A.** (α) Να διατυπώσετε τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα για την περιστροφική κίνηση, γράφοντας και τις κατάλληλες μαθηματικές σχέσεις. (1,5 μον.)
- (β) Να γράψετε τους ορισμούς:
- (i) Ροπή αδράνειας υλικού σημείου που περιστρέφεται γύρω από άξονα. (1 μον.)
  - (ii) Ροπή αδράνειας στερεού σώματος που περιστρέφεται γύρω από άξονα. (1 μον.)
- (γ) Από ποιους παράγοντες και πως, εξαρτάται η ροπή αδράνειας στερεού σώματος; (1,5 μον.)

- B.** Οριζόντια κυκλική πλατφόρμα ακτίνας  $R$  και μάζας  $M$  που έχει ροπή αδράνειας  $I = \frac{1}{2}MR^2$  περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega_1$  όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Πάνω στην πλατφόρμα και σε απόσταση  $x = \frac{R}{2}$  υπάρχει στερεωμένος εσωτερικός μηχανισμός με συμπιεσμένο αβαρές ελατήριο στο άκρο του οποίου εφάπτεται σφαιρίδιο μάζας  $m = \frac{2M}{9}$ .

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0s$  απελευθερώνεται το ελατήριο και το σφαιρίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα  $u$ . Τότε η πλατφόρμα αυξάνει τη γωνιακή της ταχύτητα σε  $\omega_2 = 2\omega_1$  κινούμενη κατά την ίδια φορά όπως και πριν. Από τα δεδομένα του προβλήματος ( $M$ ,  $R$ , και  $\omega_1$ ) να υπολογίσετε:

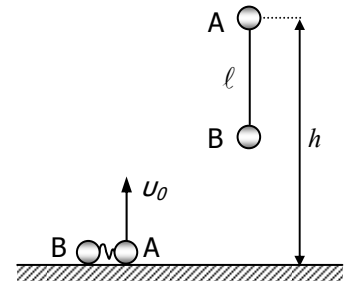
- (α) Την ταχύτητα του σφαιριδίου  $u$ . (4 μον.)
- (β) Την κινητική ενέργεια του συστήματος πριν και μετά την εκτόξευση. (4 μον.)
- (γ) Την ενέργεια που αποδόθηκε στο σύστημα από το ελατήριο. (2 μον.)



### ΘΕΜΑ 2 (15 μονάδες)

**A.** Δύο αστροναύτες (ακίνητοι και απομονωμένοι στο διάστημα) αποφασίζουν να παίξουν βόλעי. Να περιγράψετε εν συντομία την εξέλιξη του παιχνιδιού, διατυπώνοντας και τη σχετική αρχή πάνω στην οποία στηριχτήκατε. (5 μον.)

**B.** Δύο όμοιες σφαίρες A και B αμελητέων διαστάσεων, δένονται μεταξύ τους με λεπτό, ανθεκτικό, αβαρές και μη εκτατό νήμα μήκους  $\ell$ . Αρχικά βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο πολύ κοντά η μια στην άλλη, ώστε να θεωρηθεί ότι τα κέντρα μάζας τους συμπίπτουν. Ρίχνουμε τη σφαίρα A κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα  $v_0 = \sqrt{10g\ell}$ . Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ .



Ζητούνται:

- (α) Η ταχύτητα  $v_1$  της σφαίρας A ακριβώς τη στιγμή που τεντώνει το νήμα. (2 μον.)  
 (β) Η κοινή ταχύτητα  $v_2$  των δύο σφαιρών ακριβώς μετά που θα τεντώσει το νήμα. Να δεχθείτε ότι το νήμα τεντώνει ακαριαία. (3 μον.)  
 (γ) Το μέγιστο ύψος  $h$  από το οριζόντιο επίπεδο, στο οποίο θα φτάσει η σφαίρα A. (5 μον.)

### ΘΕΜΑ 3 (20 μονάδες)

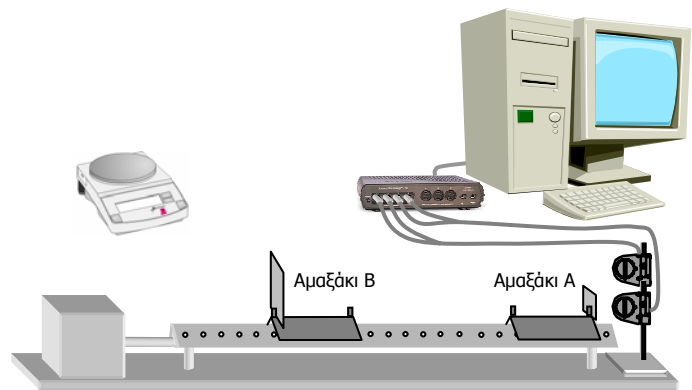
Δύο ομάδες μαθητών  $O_1$  και  $O_2$ , χρησιμοποίησαν τις πειραματικές διατάξεις που φαίνονται στα σχήματα 1 & 2, για τη μελέτη της κρούσης δύο αμαξιών.

Οι μάζες των αμαξιών A και B είναι  $m_A = 0,2 \text{ kg}$  και  $m_B = 0,4 \text{ kg}$ .

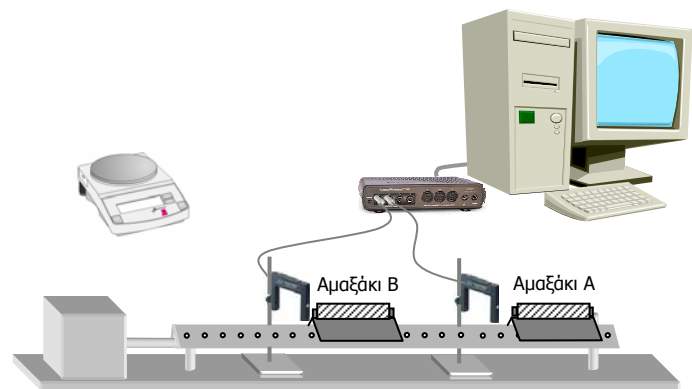
Με κατάλληλες επεξεργασίες που έγιναν στα δύο πειράματα, λήφθηκαν οι γραφικές παραστάσεις του διαγράμματος του σχήματος 3, της ορμής κάθε αμαξιού σε συνάρτηση με το χρόνο.

Αφού επιλέξετε την πειραματική διάταξη της μιας μόνο ομάδας να απαντήσετε στα πιο κάτω ερωτήματα.

- (α) Ποια όργανα ή υλικά χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα; (4 μον.)  
 (β) Να υπολογίσετε τις ταχυτήτες των αμαξιών (μέτρο και κατεύθυνση) πριν και μετά την κρούση. (4 μον.)



Σχήμα 1 (Ομάδα 1)



Σχήμα 2 (Ομάδα 2)

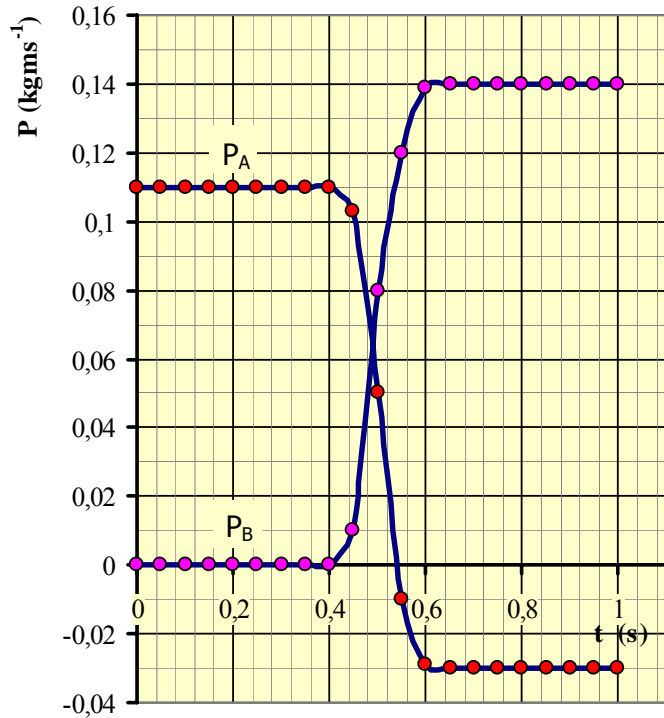
(γ) Για το σύστημα των δύο αμαξιών, να εξετάσετε:

- (i) αν ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής και  
 (ii) αν η κινητική ενέργεια διατηρείται.

Για να καταλήξετε στο συμπέρασμα σας να δεχθείτε αποδεκτά σφάλματα μέχρι 15%. (6 μον.)

(δ) Να καθορίσετε το είδος της κρούσης στο πείραμα. (2 μον.)

(ε) Να σχεδιάσετε, σε κοινούς βαθμολογημένους άξονες, τις γραφικές παραστάσεις  $\bar{F}_A = f(t)$  και  $\bar{F}_B = f(t)$  όπου  $\bar{F}_A$  και  $\bar{F}_B$  οι μέσες δυνάμεις που ασκούνται στο κάθε αμαξάκι κατά τη διάρκεια της κρούσης. Οι γραφικές παραστάσεις να σχεδιαστούν στα ίδια χρονικά περιθώρια όπως αυτά καθορίζονται στο διάγραμμα του σχήματος 3. (4 μον.)

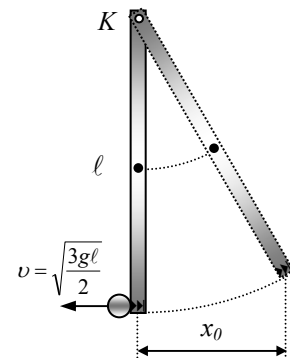


Σχήμα 3

#### ΘΕΜΑ 4 (15 μονάδες)

- A.** (α) Να ορίσετε τη στροφορμή στερεού σώματος ως προς άξονα περιστροφής. (1 μον.)  
 (β) Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής. (1 μον.)  
 (γ) Να αναφέρετε και να περιγράψετε εν συντομία, μια εφαρμογή της αρχής διατήρησης της στροφορμής στην καθημερινή ζωή. (1 μον.)

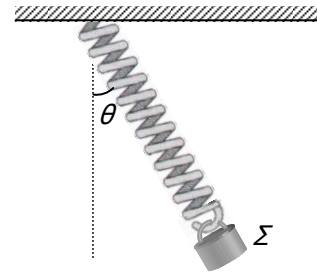
- B.** Σφαιρίδιο μάζας  $m$  είναι στερεωμένο με ειδικό αβαρή μηχανισμό στο κάτω άκρο ράβδου μάζας  $M = 3m$  που ισορροπεί στην κατακόρυφη θέση. Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το άκρο  $K$  χωρίς τριβές και έχει μήκος  $\ell$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  s το σφαιρίδιο εκτοξεύεται από το μηχανισμό με ταχύτητα  $v = \sqrt{\frac{3g\ell}{2}}$ , όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας. Η ράβδος τίθεται σε ταλάντωση γύρω από το άκρο  $K$ . Να υπολογίσετε (συναρτήσει του μήκους  $\ell$ ) το πλάτος ταλάντωσης  $x_0$  της ράβδου. Η ροπή αδράνειας της ράβδου δίνεται από τη σχέση  $I = \frac{1}{3}M\ell^2$



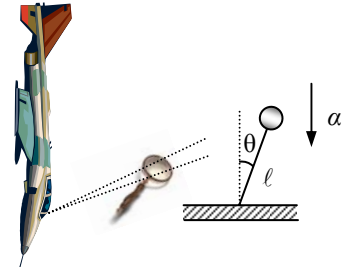
(12 μον.)

### ΘΕΜΑ 5 (15 μονάδες)

- A.** Το σώμα  $\Sigma$ , μάζας  $m$ , του διπλανού σχήματος είναι δεμένο σε ελατήριο σταθεράς  $K$  και βρίσκεται μέσα σε διαστημικό σταθμό εκτός πεδίου βαρύτητας. Το σώμα εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας του, κατά μήκος του ελατηρίου και αφήνεται ελεύθερο. Να διερευνήσετε αν το σώμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση και (αν εκτελεί) να βρείτε την περίοδό της. (7 μον.)



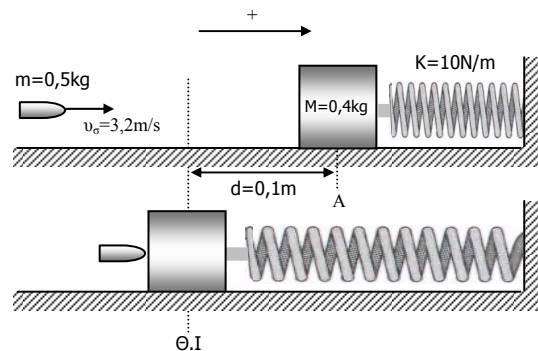
- B.** Σώμα δεμένο στην άκρη νήματος μήκους  $\ell$  είναι στερεωμένο στον ανεμοθώρακα καταδιωκτικού αεροπλάνου που κάνει βύθιση κατακόρυφα προς τα κάτω. Το νήμα εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας του ( $\theta < 5^\circ$ ) και αφήνεται ελεύθερο. Να υπολογίσετε τις τιμές της επιτάχυνσης του αεροπλάνου σε συνάρτηση με την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ , ώστε το σώμα να εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση και να καθορίσετε την περίοδό του. (8 μον.)



### ΘΕΜΑ 6 (20 μονάδες)

- A.** (α) Τι ονομάζουμε Γραμμική Αρμονική Ταλάντωση (Γ.Α.Τ.) (2 μον.)  
 (β) Να διατυπώσετε την αναγκαία και ικανή συνθήκη ώστε ένα σώμα να εκτελεί Γ.Α.Τ. Να γράψετε και την κατάλληλη μαθηματική σχέση. (2 μον.)

- B.** Σώμα μάζας  $M = 0,4 \text{ kg}$  είναι στερεωμένο σε αβαρές ελατήριο σταθεράς  $K = 10 \text{ N/m}$ . Εκτρέπουμε το ελατήριο στη θέση Α, σε απόσταση  $d = 0,1 \text{ m}$  και τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0 \text{ s}$  το αφήνουμε ελεύθερο. Όταν το σώμα περνά από τη Θ.Ι. (για δεύτερη φορά) σφηνώνεται σ' αυτό σφαίρα μάζας  $m = 0,5 \text{ kg}$  που κινείται με ταχύτητα  $u_0 = 3,2 \text{ m/s}$ . Ο χρόνος που διαρκεί η κρούση είναι αμελητέος. Τριβές δεν υπάρχουν.



Ζητούνται:

- (α) Η μέγιστη ταχύτητα  $u_{01}$  του σώματος πριν την κρούση. (3 μον.)  
 (β) Η ταχύτητα του συστήματος αμέσως μετά την κρούση (στη Θ.Ι.). (3 μον.)  
 (γ) Η νέα κυκλική συχνότητα  $\omega_2$  και το πλάτος ταλάντωσης  $x_{02}$  του συστήματος των δύο μαζών μετά την κρούση. (3 μον.)  
 (δ) Η χρονική στιγμή  $t_1$  κατά την οποία το σώμα φτάνει στη μέγιστη θετική απομάκρυνση του  $+x_{02}$ . (2 μον.)  
 (ε) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση  $v = f(t)$ , της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο, του σώματος μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$ . (5 μον.)