

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΥΛΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

A1) Ένας άνθρωπος έχει τα χέρια του σε έκταση και ενώ κάθεται πάνω σε κάθισμα το οποίο περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από κατακόρυφο άξονα με γωνιακή ταχύτητα ω . Αν κάποια στιγμή κατεβάσει τα χέρια του, τότε:

- α) η μάζα του συστήματος «άνθρωπος-κάθισμα» μειώνεται.
- β) η ροπή αδράνειας του συστήματος «άνθρωπος-κάθισμα» αυξάνεται.
- γ) η στροφορμή του συστήματος «άνθρωπος-κάθισμα» δεν παραμένει σταθερή.
- δ) η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής αυξάνεται.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

A2) Η στροφορμή ενός υλικού μάζας m που κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας r με γραμμική ταχύτητα u και γωνιακή ταχύτητα ω

- α) είναι μονόμετρο μέγεθος
- β) έχει μονάδα στο S.I το $1 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$
- γ) είναι διανυσματικό μέγεθος και έχει την κατεύθυνση της τροχιάς του.
- δ) έχει μέτρο $L = m\omega r^2$

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

A3) Σε ποια περίπτωση είναι σίγουρο ότι ένα σώμα έχει γωνιακή επιτάχυνση;

- α) Όταν στο σώμα ασκηθεί δύναμη.
- β) Όταν η συνολική ροπή των δυνάμεων που ενεργούν στο σώμα είναι ίση με μηδέν.
- γ) Όταν η συνολική ροπή των δυνάμεων που ενεργούν στο σώμα είναι διάφορη του μηδενός.
- δ) Όταν το σώμα ηρεμήσει.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

A4) Ένα ελεύθερο στερεό σώμα που αρχικά ισορροπεί ακίνητο δέχεται κάποια χρονική στιγμή $t=0$ την δράση ενός ζεύγους δυνάμεων. Το στερεό σώμα θα:

- α) συνεχίσει να ισορροπεί ακίνητο.
- β) αρχίσει να εκτελεί μόνο περιστροφική κίνηση.
- γ) αρχίσει να εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση.
- δ) αρχίσει να εκτελεί σύνθετη κίνηση.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

A5) Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

- α) Η ροπή μίας δύναμης που αναγκάζει ένα στερεό σώμα να στραφεί γύρω από σταθερό άξονα, έχει ίδια διεύθυνση με τον άξονα περιστροφής του στερεού.
- β) Τα ηλεκτρόνια έχουν μεγαλύτερο σπιν από τα πρωτόνια.
- γ) Η στροφορμή ενός συστήματος σωμάτων κατά τον άξονα περιστροφής του παραμένει σταθερή όταν η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων που δέχεται το σύστημα είναι ίση με μηδέν.
- δ) Η ροπή ενός ζεύγους δυνάμεων ως προς σημείο που ανήκει στο επίπεδο τους είναι ανεξάρτητη από τη θέση του σημείου.
- ε) Όπως και να διαμορφώσουμε ένα σώμα από εύπλαστο υλικό θα έχει ως προς τον ίδιο άξονα την ίδια ροπή αδράνειας, εφόσον δεν αλλάζει η μάζα του.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

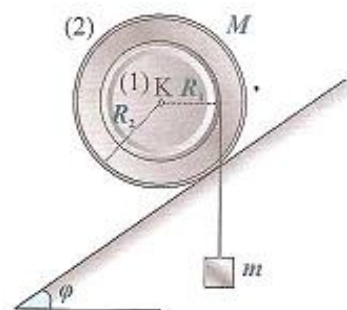
ΘΕΜΑ Β.

B1. Οι ομογενείς δίσκοι (1) και (2) έχουν ακτίνες R_1 και R_2 με $R_2=1,2R_1$ και είναι κολλημένοι ώστε να περιστρέφονται μαζί ως προς το κοινό τους κέντρο ως στερεό μάζας M . Στο δίσκο (1) έχουμε τυλίξει αβαρές και μη εκτατό νήμα που καταλήγει σε σώμα μάζας m . Το σύστημα ισορροπεί σε τραχύ κεκλιμένο δάπεδο κλίσεως $\phi=30^\circ$. Για τι μάζες M και m ισχύει:

α. $m=1,5M$

β. $m=2M$

γ. $m=2,5M$



ΜΟΝΑΔΕΣ 1

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

B2. Δύο αθλητές του καλλιτεχνικού πατινάζ έχουν μάζα M ο καθένας και περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από το κέντρο μάζας του συστήματος τους (που βρίσκεται στο μέσο της απόστασης τους), κρατώντας ένα αβαρές και μη εκτατό σχοινί μήκους ℓ . Οι αθλητές βρίσκονται συνεχώς ο ένας απέναντι στον άλλο, κινούμενοι με την ίδια γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}_0$.

Κάποια στιγμή οι δύο αθλητές αρχίζουν να τραβούν το σχοινί, οπότε, χωρίς να αλλάξει η θέση του κέντρου μάζας του συστήματος τους, μικραίνει η μεταξύ τους απόσταση και γίνεται ίση με $\frac{\ell}{4}$.

A. Η νέα γωνιακή ταχύτητα περιστροφής των δύο αθλητών έχει μέτρο

α. $4\omega_0$

β. $8\omega_0$

γ. $16\omega_0$

ΜΟΝΑΔΕΣ 1

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

B. Για να μικρύνει η απόσταση μεταξύ των αθλητών στην τιμή $\frac{\ell}{4}$, οι αθλητές κατανάλωσαν ενέργεια ίση με:

α. $\frac{1}{2}M\ell^2\omega_0^2$

β. $\frac{15}{4}M\ell^2\omega_0^2$

γ. $\frac{17}{8}M\ell^2\omega_0^2$

ΜΟΝΑΔΕΣ 1

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

B3. Ένας ομογενής δακτύλιος (1) μάζας M και ακτίνας R αρχικά ηρεμεί και την $t_0=0$ αρχίζει να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από άξονα που διέρχεται κάθετα από το κέντρο μάζας του. Την ίδια χρονική στιγμή ξεκινά να περιστρέφεται από την ηρεμία και χωρίς τριβές, γύρω από άξονα που διέρχεται κάθετα από ένα σημείο της περιφέρειας του, ένας δεύτερος δακτύλιος (2) μάζας $2M$ και ακτίνας $2R$. Την χρονική στιγμή που ο δακτύλιος (1) θα έχει εκτελέσει τριπλάσιο αριθμό περιστροφών από τον δακτύλιο (2) τότε ο λόγος του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του δακτυλίου (1) προς τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του δακτυλίου (2) είναι ίσος με:

α) $9/16$

β) 9

γ) $1/16$

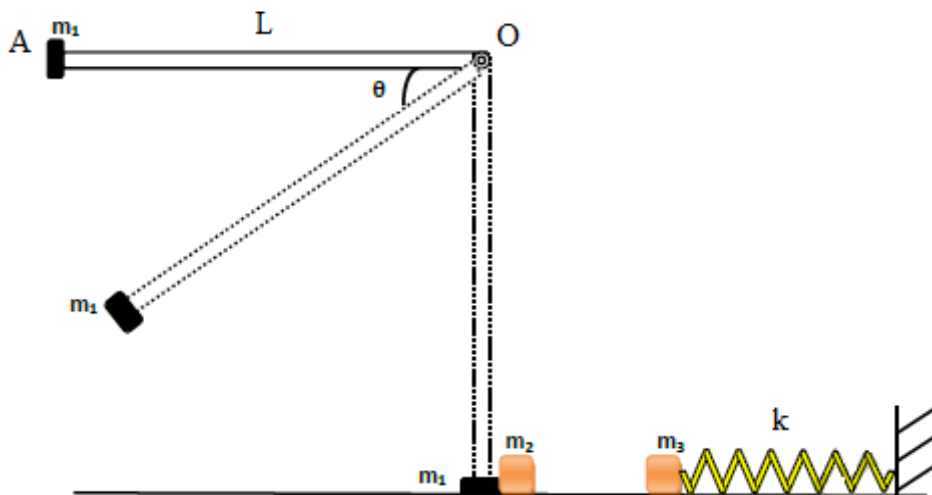
δ) $1/4$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να τη δικαιολογήσετε.

ΜΟΝΑΔΕΣ 1+7

ΘΕΜΑ Γ

Ομογενής και συμπαγής ράβδος OA , μήκους $L=2\text{m}$ και μάζας $M=3\text{kg}$, έχει στερεωμένο στο άκρο της A μικρό σφαιρίδιο μάζας $m_1=1\text{kg}$. Το άλλο της άκρο O είναι προσαρμοσμένο σε οριζόντιο άξονα κάθετο σε αυτήν, έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο. Αρχικά η ράβδος κρατείται ακίνητη σε οριζόντια θέση από όπου αφήνεται ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0=0$. Όταν η ράβδος φτάσει στην κατακόρυφη θέση το σώμα μάζας m_1 συγκρούεται μετωπικά με μικρό σώμα μάζας $m_2=2\text{kg}$, που βρίσκεται ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, που παραμένει λείο μέχρι το σημείο που βρίσκεται το σώμα m_3 . Αμέσως μετά τη κρούση το σύστημα ράβδος – σώμα m_1 ακινητοποιείται, ενώ το m_2 κινείται και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το ακίνητο μικρό σώμα μάζας $m_3=3\text{kg}$ που είναι δεμένο σε ελατήριο σταθεράς $k=500\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε τοίχο.

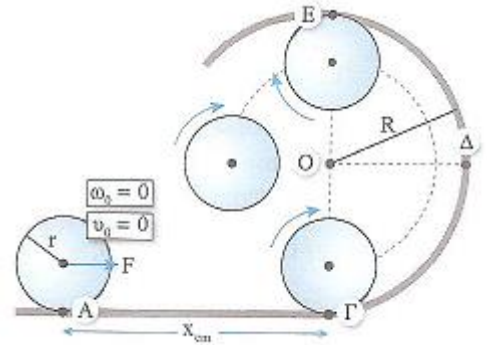


- Γ1. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδος – m_1 , ως προς τον άξονα περιστροφής O .
- Γ2. Να υπολογίσετε την γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος ράβδος – m_1 , την $t=0$, όταν δηλαδή αφέθηκε ελεύθερο να κινηθεί από την οριζόντια θέση του.
- Γ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, ως προς τον άξονα O , την παραπάνω στιγμή.
- Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος ράβδου- m_1 , τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ράβδος έχει σχηματίσει γωνία $\theta=30^\circ$ με την αρχική οριζόντια θέση της.
- Γ5. Να υπολογίσετε την γωνιακή ταχύτητα του συστήματος ράβδου- m_1 , λίγο πριν την κρούση του, με το m_2
- Γ6. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του m_2 , αμέσως μετά την κρούση του με το σύστημα ράβδου m_1 .
- Γ7. Να υπολογίσετε την μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου. Το συσσωμάτωμα εμφανίζει τριβή με το δάπεδο, που έχει συντελεστή $\mu=0,1$

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$, η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς κάθετο άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$, $\eta\mu 30^\circ = \frac{1}{2}$ και $\sigma\upsilon\nu 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Θεωρήστε τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.

ΘΕΜΑ Δ

Μια ομογενής σφαίρα μάζας $m=0,5\text{kg}$ και ακτίνας $r=0,3\text{m}$ είναι αρχικά ακίνητη στη θέση Α πάνω σε τραχύ οριζόντιο δάπεδο. Την $t_0=0$ η σφαίρα δέχεται οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ σταθερού μέτρου, που ασκείται στο κέντρο μάζας της. Η σφαίρα αρχίζει να κυλάει χωρίς να ολισθαίνει στο οριζόντιο δάπεδο ΑΓ μήκους $13,5\text{m}$. Τη στιγμή που η σφαίρα φθάνει στο Γ, η δύναμη F καταργείται και η σφαίρα αρχίζει να ανεβαίνει στο ημισφαίριο ΓΔΕ ακτίνας $R=8r$, συνεχίζοντας να κυλάει χωρίς να ολισθαίνει, εκτελώντας οριακά ανακύκλωση.



Δ1. Να υπολογίσετε την ελάχιστη ταχύτητα που πρέπει να έχει το κέντρο μάζας της σφαίρας στο σημείο Γ ώστε η σφαίρα να κάνει οριακά ανακύκλωση.

Στη χρονική διάρκεια που η σφαίρα κινείται στη διαδρομή ΑΓ, να υπολογίσετε:

Δ2. Το μέτρο της στατικής τριβής και της δύναμης F , καθώς και τα έργα αυτών στην διαδρομή ΑΓ.

Την στιγμή που η σφαίρα διέρχεται από το σημείο Δ του ημισφαιρίου, να βρείτε:

Δ3. Το μέτρο της στατικής τριβής και της κάθετης δύναμης που δέχεται από το ημισφαίριο.

Στο ανώτερο σημείο Ε της τροχιάς η σφαίρα εγκαταλείπει το ημισφαίριο. Να βρείτε:

Δ4. Το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας και του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας την στιγμή που συναντά το οριζόντιο δάπεδο.

Δ5. Το μέτρο της στροφορμής λόγω spin και του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής, κατά την διάρκεια της πτήσης της.

ΜΟΝΑΔΕΣ(5+5+5+5+5+5)

Δίνεται $I_{cm}=2/5mr^2$ και $g=10\text{m/s}^2$.