
Διαγώνισμα Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου

Μηχανική Στερεού - μέρος Ι

Σύνολο Σελίδων: οκτώ (8) - Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες
Κυριακή 24 Γενάρη 2016

Βαθμολογία

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

 %

Όνοματεπώνυμο:

Θέμα Α

Στις ημιτελείς προτάσεις Α.1 - Α.4 να γράψετε στο τετράδιο σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά. **[4 × 5 = 20 μονάδες]**

A.1. Η γωνιακή επιτάχυνση ενός ομογενούς δίσκου που στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του, είναι ανάλογη:

- (α) με τη ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής
- (β) με τη μάζα του δίσκου
- (γ) με την ακτίνα του δίσκου
- (δ) με τη ροπή που ασκείται στο δίσκο

A.2. Σε ένα αρχικά ακίνητο στερεό σώμα ασκούνται ομοεπίπεδες δυνάμεις έτσι ώστε αυτό να εκτελεί μόνο επιταχυνόμενη περιστροφική κίνηση, γύρω από άξονα Ο. Για τη συνισταμένη των δυνάμεων $\Sigma \vec{F}$ που του ασκούνται και για το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών $\Sigma \tau$ ως προς τον άξονα περιστροφής, ισχύει:

(α) $\Sigma \vec{F} = 0, \quad \Sigma \tau = 0$

(β) $\Sigma \vec{F} = 0, \quad \Sigma \tau \neq 0$

(γ) $\Sigma \vec{F} \neq 0, \quad \Sigma \tau = 0$

(δ) $\Sigma \vec{F} \neq 0, \quad \Sigma \tau \neq 0$

A.3. Μία σφαίρα κυλίνεται χωρίς ολίσθηση κινούμενη κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου (αρχικά ανέρχεται και στη συνέχεια κατέρχεται).

(α) Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της μεταβάλλεται.

(β) Η φορά του διανύσματος της στατικής τριβής παραμένει σταθερή.

(γ) Η φορά του διανύσματος της γωνιακής επιτάχυνσης μεταβάλλεται.

(δ) Η φορά του διανύσματος της γωνιακής ταχύτητας παραμένει σταθερή.

A.4. Ένας απομονωμένος ομογενής αστέρας σφαιρικού σχήματος ακτίνας R στρέφεται γύρω από τον εαυτό του (ιδιοπεριστροφή) με περίοδο T_0 . Ο αστέρας συρρικνώνεται λόγω βαρύτητας διατηρώντας το σφαιρικό του σχήμα και την αρχική του μάζα. Σε κάποιο στάδιο της συρρίκνωσης του η νέα περίοδος ιδιοπεριστροφής του θα είναι:

(α) μικρότερη από την αρχική περίοδο T_0 .

(β) μεγαλύτερη από την αρχική περίοδο T_0 .

(γ) ίση με την αρχική περίοδο T_0 .

(δ) διπλάσια της αρχικής περιόδου T_0 .

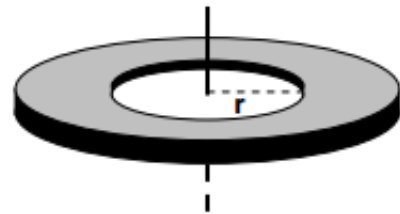
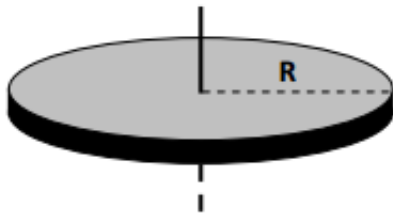
A.5. Να γράψετε στο τετράδιο σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

(α) Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι η ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.

- (β) Όταν οι ακροβάτες θέλουν να κάνουν πολλές στροφές στον αέρα, συμπύσσουν τα χέρια και τα πόδια τους.
- (γ) Η ροπή αδράνειας ενός στερεού εξαρτάται από την γωνιακή επιτάχυνση του.
- (δ) Το κέντρο μάζας ομογενών και συμμετρικών σωμάτων συμπίπτει με το κέντρο συμμετρίας τους.
- (ε) Όταν ένα σώμα εκτελεί μεταφορική κίνηση, όλα τα σημεία του έχουν την ίδια ταχύτητα.

Θέμα Β

B.1. Ομογενής λεπτός δίσκος μάζας M και ακτίνας R έχει ροπή αδράνειας, ως προς άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδο του ίση με $I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2$. Αν αφαιρέσουμε από το δίσκο ένα εσωτερικό ομόκεντρο τμήμα του ακτίνας $r = \frac{R}{2}$, η ποσοστιαία μείωση της ροπής αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής θα ισούται με:



(α) 25%

(β) 12,5%

(γ) 50%

(δ) 6,25%

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+6= 8 μονάδες]**

B.2. Μια αβαρής ράβδος μήκους L περιστρέφεται στο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από έναν άξονα που είναι κάθετος στην ράβδο και διέρχεται από το ένα άκρο της. Στο μέσο της ράβδου είναι τοποθετημένο ένα σημειακό σφαιρίδιο **A** μάζας m και στο άλλο άκρο της ράβδου

ένα σημειακό σφαιρίδιο **B** μάζας $2m$. Κατά την διάρκεια της περιστροφής το σφαιρίδιο **A** μετακινείται στο άκρο της ράβδου όπου βρίσκεται και το σφαιρίδιο **B**. Η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος γίνεται

$$(α) \omega' = \frac{\omega}{2}$$

$$(β) \omega' = \frac{2}{3}\omega$$

$$(γ) \omega' = \frac{3}{4}\omega$$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+6 = 8 μονάδες]**

B.3. Λεπτή ομογενής ράβδος μήκους L και μάζας M μπορεί να στρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά από το ένα της άκρο A . Στο άλλο άκρο Γ της ράβδου υπάρχει κολλημένη σημειακή μάζα $m = M/6$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ αφήνουμε το σύστημα ράβδου-μάζας ελεύθερο από την οριζόντια θέση.

Αν για τη χρονική στιγμή $t = 0$, συμβολίσουμε με $\frac{\Delta L_{\text{ράβδου}}}{\Delta t}$ και $\frac{\Delta L_{\text{μάζας}}}{\Delta t}$ τους ρυθμούς μεταβολής της στροφορμής της ράβδου και της σημειακής μάζας αντίστοιχα, θα ισχύει, ως προς τον άξονα περιστροφής A :

$$(α) \frac{\Delta L_{\text{ράβδου}}}{\Delta t} = 3 \cdot \frac{\Delta L_{\text{μάζας}}}{\Delta t}$$

$$(β) \frac{\Delta L_{\text{ράβδου}}}{\Delta t} = 6 \cdot \frac{\Delta L_{\text{μάζας}}}{\Delta t}$$

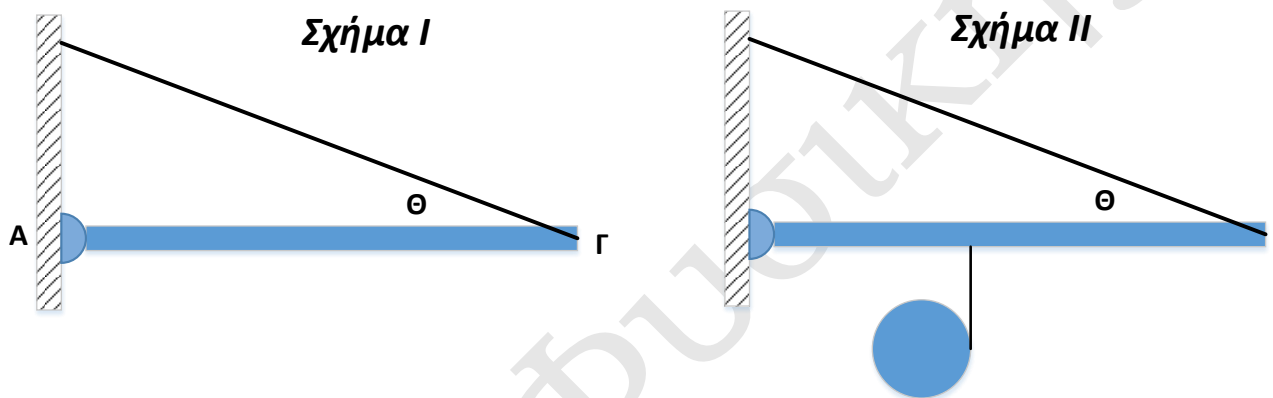
$$(γ) \frac{\Delta L_{\text{ράβδου}}}{\Delta t} = 2 \cdot \frac{\Delta L_{\text{μάζας}}}{\Delta t}$$

Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας και είναι παράλληλος στον άξονα περιστροφής ισούται με $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$.

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+7=9 μονάδες]**

Θέμα Γ

Ομογενής και ισοπαχής δοκός μάζας $M = 5,5\text{kg}$ ισορροπεί οριζόντια με το ένα της άκρο αρθρωμένο σε κατακόρυφο τοίχο και το δεύτερο άκρο της δεμένο σε αβαρές και μη εκτατό νήμα που σχηματίζει με την δοκό γωνία $\theta = 30^\circ$ (**Σχήμα I**).



Γ.1 Να βρεθεί η τάση του νήματος και η δύναμη που θα δέχεται η δοκός από την άρθρωση.

Γύρω από έναν κύλινδρο μάζας $m = 3\text{kg}$ και ακτίνας $R = 50\text{cm}$, τυλίγουμε ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα, το ελεύθερο άκρο του οποίου δένουμε στο μέσον της δοκού (**Σχήμα II**). Συγκρατούμε τον κύλινδρο, ώστε το νήμα να είναι κατακόρυφο και τεντωμένο και σε μια χρονική στιγμή που την θεωρούμε, ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αφήνουμε τον κύλινδρο να κινηθεί. Σας δίνεται ότι ο άξονας του κυλίνδρου μετατοπίζεται παράλληλα και το νήμα δεν ολισθαίνει στην περιφέρεια του κυλίνδρου κατά την κάθοδο.

Γ.2 Να υπολογιστεί η γωνιακή επιτάχυνση του κυλίνδρου κατά την κάθοδο του και να σχεδιαστεί το διάνυσμα της.

Γ.3 Να υπολογιστεί το μέτρο της στροφορμής του κυλίνδρου ως προς τον άξονα περιστροφής του, την χρονική στιγμή t_1 που η ταχύτητα του ανώτερου σημείου της περιφέρειας του έχει μέτρο $20\sqrt{2}\text{m/s}$.

Γ.4 Να υπολογιστεί ο αριθμός των περιστροφών που έχει εκτελέσει ο κύλινδρος στην διάρκεια του 2ου δευτερολέπτου της κίνησης του.

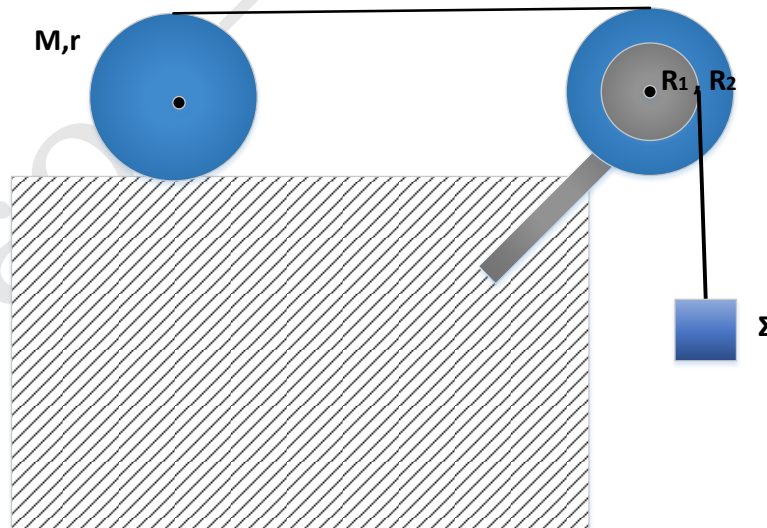
Γ.5 Αν γνωρίζεται ότι το όριο θραύσης του νήματος που συγκρατεί την δοκό σε οριζόντια θέση κατά την κάθοδο του κυλίνδρου είναι $140N$, να εξετάσετε αν η δοκός θα συνεχίσει να ισορροπεί κατά την κάθοδο του κυλίνδρου.

Σας δίνονται η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον άξονα που διέρχεται από τον άξονα περιστροφής του $I = \frac{1}{2}MR^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10m/s^2$.

[4+5+5+5+6 μονάδες]

Θέμα Δ

Η διπλή τροχαλία του σχήματος αποτελείται από δύο ομογενείς κυλίνδρους με ακτίνες $R_1 = 10cm$ και $R_2 = 20cm$, οι οποίοι είναι ενωμένοι μεταξύ τους.



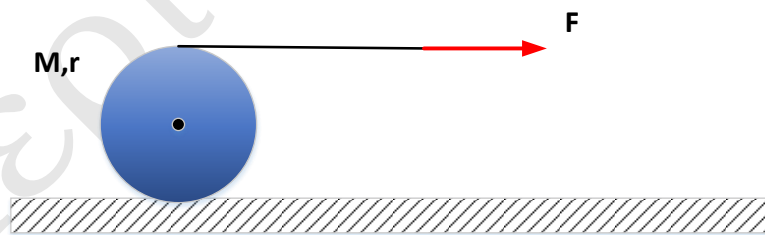
Ο άξονας περιστροφής της τροχαλίας διέρχεται από το κοινό κέντρο των δύο κυλίνδρων. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας, ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $I = 3 \cdot 10^{-2}kg \cdot m^2$. Γύρω από το δίσκο ακτίνας R_1 είναι

τυλιγμένο νήμα, στο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα Σ μάζας $m_1 = 5\text{kg}$. Γύρω από τον δίσκο ακτίνας R_2 είναι τυλιγμένο δεύτερο νήμα, το οποίο από την άλλη πλευρά του είναι τυλιγμένο γύρω από κύλινδρο μάζας $M = 8\text{kg}$ και ακτίνας $r = 20\text{cm}$, ο οποίος είναι σε επαφή με οριζόντιο επίπεδο.

Αφήνουμε το σώμα Σ ελεύθερο, οπότε αρχίζει να μετατοπίζεται σε κατακόρυφο επίπεδο και ο κύλινδρος κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στο οριζόντιο επίπεδο. Να υπολογίσετε:

- Δ.1** τη γωνιακή επιτάχυνση της διπλής τροχαλίας και τις επιταχύνσεις του σώματος Σ και του κέντρου μάζας του κυλίνδρου..
- Δ.2** την ταχύτητα του σώματος Σ και την ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου τη στιγμή κατά την οποία έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά $h = 5\text{m}$.
- Δ.3** τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της διπλής τροχαλίας κατά την διάρκεια της κίνησης του συστήματος.

Αφαιρώ από το σύστημα το σώμα Σ και την διπλή τροχαλία, επανατοποθετώ τον κύλινδρο στην αρχική του θέση με το νήμα τυλιγμένο στην περιφέρεια του και την $t_0 = 0$ ασκώ στο ελεύθερο άκρο του νήματος μια οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 30\text{N}$. Το νήμα ξετυλίγεται και ο κύλινδρος κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στο οριζόντιο επίπεδο.



- Δ.4** Να προσδιορίσετε το μέτρο και την κατεύθυνση της στατικής τριβής που ασκείται στον κύλινδρο από το επίπεδο.
- Δ.5** Να υπολογίσετε το μήκος του νήματος που έχει ξετυλιχτεί από τον κύλινδρο την $t_1 = 2\text{s}$.
- Δ.6** Να προσδιορίσετε το μέγιστο μέτρο της δύναμης \vec{F} , ώστε ο κύλινδρος να κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει στο οριζόντιο επίπεδο.

Σας δίνονται η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον άξονα περιστροφής του $I_{cm} = \frac{1}{2}Mr^2$, η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10m/s^2$ και ο συντελεστής στατικής τριβής ανάμεσα στον κύλινδρο και το οριζόντιο επίπεδο $\mu_s = \frac{1}{3}$. Να θεωρήσετε ότι τα νήματα είναι αβαρή και μη εκτατά και δεν ολισθαίνουν στις περιφέρειες των κυλίνδρων.

[5+4+3+4+4+5 μονάδες]

Οδηγίες

- Η διάρκεια της εξέτασης είναι αυστηρά 3 ώρες!
- Γράφουμε όλες τις απαντήσεις στην κόλλα αναφοράς.
- Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση είναι σωστή.
- Ελέγχουμε τα αποτελέσματα μας.
- Το άγχος δεν βοήθησε ποτέ κανένα!

Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός

- *Ν' αγαπάς την ευθύνη. Να λες: Εγώ, εγώ μονάχος μου έχω χρέος να σώσω τη γη. Αν δε σωθεί, εγώ φταίω.* -

Νίκος Καζαντζάκης

Καλή Επιτυχία