

**ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**5<sup>ο</sup> ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ -ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**

**ΘΕΜΑΤΑ**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις προτάσεις **A1α - A4β** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

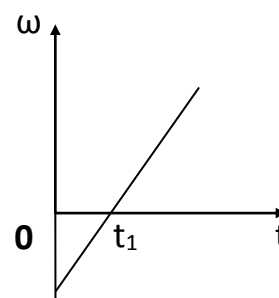
**A1α.** Σε μια ομαλά επιβραδυνόμενη στροφική κίνηση ενός δίσκου τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης έχουν κατευθύνσεις που είναι

- α. ίδιες μεταξύ τους.
- β. αντίθετες μεταξύ τους.
- γ. κάθετες μεταξύ τους.
- δ. εφαπτόμενες στην περιφέρεια του δίσκου.

**(Μονάδες 3)**

**A1β.** Στο διπλανό διάγραμμα δείχνεται η γωνιακή ταχύτητα ενός στερεού σώματος σε σχέση με το χρόνο. Για τη στροφική κίνηση του σώματος ισχύει ότι

- α. ο ρυθμός μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας την χρονική στιγμή  $t_1$  είναι ίσος με μηδέν.
- β. η κίνηση στο χρονικό διάστημα 0 έως  $t_1$  είναι ομαλά επιταχυνόμενη.
- γ. η αρχική γωνιακή επιτάχυνση του σώματος είναι αρνητική.
- δ. ο ρυθμός μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας είναι σταθερός.



**(Μονάδες 2)**

**A2α.** Ένα μηχανικό στερεό στρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του. Όλα τα σημεία του στερεού, πλην αυτών που βρίσκονται πάνω στον άξονα περιστροφής, έχουν ίσες

- α. γωνιακές και γραμμικές ταχύτητες.
- β. γωνιακές και γραμμικές (επιτρόχιες) επιταχύνσεις.
- γ. γωνιακές και κεντρομόλους επιταχύνσεις.
- δ. γωνιακές ταχύτητες και γωνιακές επιταχύνσεις.

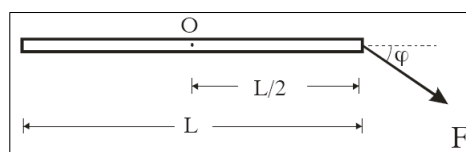
**(Μονάδες 3)**

**A2β.** Ένας ομογενής δίσκος κυλιέται σε οριζόντιο επίπεδο και το κέντρο μάζας του επιταχύνεται. Το ανώτερο σημείο του δίσκου έχει ρυθμό μεταβολής του μέτρου της γραμμικής του ταχύτητας που είναι ίσος με

- α. μηδέν.
- β. την κεντρομόλο επιτάχυνσή του.
- γ. την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του δίσκου.
- δ. το διπλάσιο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας του δίσκου.

(Μονάδες 2)

**A3α.** Η ράβδος του σχήματος έχει μήκος  $L$  και μπορεί να στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το μέσο της  $O$  και είναι κάθετος σε αυτή.



Η ροπή της δύναμης  $F$  ως προς το σημείο  $O$  ισούται με

- α.  $\tau_F = -F \frac{L}{2}$ .
- β.  $\tau_F = -F \frac{L}{2} \eta \mu \varphi$ .
- γ.  $\tau_F = -F \frac{L}{2} \sigma \upsilon \nu \varphi$ .
- δ.  $\tau_F = F \frac{L}{2} \sigma \upsilon \nu \varphi$ .

(Μονάδες 3)

**A3β.** Μια ράβδος μήκους  $L$  βρίσκεται ακίνητη πάνω σε οριζόντιο τραπέζι και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Στα άκρα της ράβδου ασκούμε δύο οριζόντιες δυνάμεις, που είναι κάθετες στην ράβδο, αποτελούν ζεύγος δυνάμεων και η καθεμιά έχει μέτρο  $F$ . Στην ράβδο προκαλείται ροπή που έχει μέτρο

- α.  $\tau = 2FL$ .
- β.  $\tau = FL$ .
- γ.  $\tau = F \frac{L}{2}$ .
- δ.  $\tau_F = 0$ .

(Μονάδες 2)

**A4α.** Μια ομογενής ράβδος μήκους  $L$  βρίσκεται ελεύθερη πάνω σε οριζόντιο τραπέζι. Στο ένα άκρο της ράβδου ασκούμε οριζόντια δύναμη μέτρου  $F$  σε διεύθυνση κάθετη στη ράβδο. Η ροπή που προκαλεί η δύναμη εκείνη τη στιγμή έχει μέτρο

α.  $\tau_F = F \frac{L}{2}$ .

β.  $\tau_F = F \frac{L}{4}$ .

γ.  $\tau_F = FL$ .

δ.  $\tau_F = 0$ .

(Μονάδες 3)

**A4β.** Όταν ένα στερεό σώμα ισορροπεί

α. η συνισταμένη των δυνάμεων που ενεργούν πάνω του μπορεί να είναι διάφορη του μηδενός.

β. η συνισταμένη των ροπών των δυνάμεων που ενεργούν πάνω του μπορεί να είναι διάφορη του μηδενός.

γ. η γωνιακή του ταχύτητα είναι σταθερή, ενώ η ταχύτητα του κέντρου μάζας του μεταβάλλεται.

δ. ένα σημείο του μπορεί να κάνει ομαλή κυκλική κίνηση.

(Μονάδες 2)

**A5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη Λάθος, για τη λανθασμένη.

α. Ένας ομογενής δίσκος κυλίνεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Αν η ταχύτητα του κέντρου μάζας του δίσκου έχει μέτρο  $u_{cm}$ , υπάρχει σημείο του δίσκου που η ταχύτητά του έχει μέτρο ίσο με  $2,5u_{cm}$ .

β. Για να στρέψουμε ευκολότερα ένα στερεό, πρέπει να ασκήσουμε δύναμη με μεγαλύτερο μοχλοβραχίονα.

γ. Όταν ένα σώμα εκτελεί μεταφορική κίνηση το ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει δύο τυχαία σημεία του μετατοπίζεται παράλληλα προς τον εαυτό του.

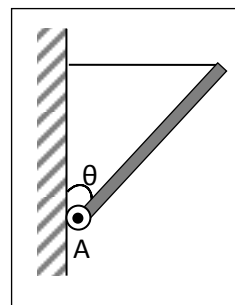
δ. Αν τριπλασιάσουμε το μέτρο και των δύο δυνάμεων ενός ζεύγους δυνάμεων, χωρίς να αλλάξουμε την απόστασή τους, τότε το μέτρο της ροπής του ζεύγους θα εννιαπλασιαστεί.

ε. Ένα αρχικά ακίνητο ελεύθερο στερεό μπορεί να περιστραφεί υπό την επίδραση του βάρους του.

(Μονάδες 5)

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Μία ομογενής ράβδος βάρους  $w$  είναι αρθρωμένη στο ένα άκρο της Α σε κατακόρυφο τοίχο και ισορροπεί με τη βοήθεια του οριζώντιου αβαρούς νήματος που είναι δεμένο στο άλλο άκρο της ράβδου, όπως στο σχήμα. Στη θέση ισορροπίας η ράβδος σχηματίζει με τον τοίχο γωνία  $\theta$ , με  $\varepsilon\varphi\theta = \sqrt{3}$ . Η δύναμη που ασκεί η άρθρωση στη ράβδο έχει μέτρο ίσο με



**α.**  $F = \frac{w\sqrt{3}}{2}$ .

**β.**  $F = \frac{w\sqrt{5}}{2}$ .

**γ.**  $F = \frac{w\sqrt{7}}{2}$ .

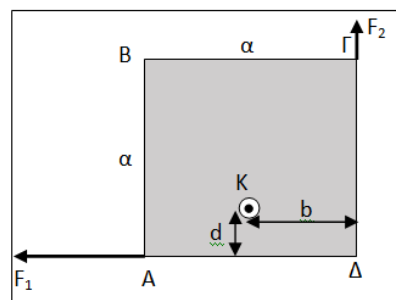
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

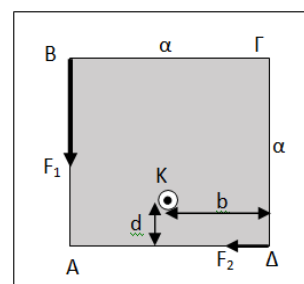
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B2.** Στο σχήμα δείχνεται μια τετραγωνική πλάκα ΑΒΓΔ, πλευράς  $a$  που βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και μπορεί να στρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το σημείο Κ. Το σημείο Κ απέχει από τις δύο πλευρές  $d$  και  $b$ , αντίστοιχα, όπως στο σχήμα.



Όταν ασκούμε στις δύο απέναντι διαγώνιες κορυφές, Α και Γ, τις δυνάμεις  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  με διευθύνσεις κατά μήκος των πλευρών, όπως στο διπλανό σχήμα, με το μέτρο της  $\vec{F}_1$  να είναι τριπλάσιο της  $\vec{F}_2$ , τότε η συνολική ροπή είναι ίση με μηδέν.



Έπειτα ασκούμε τις δύο δυνάμεις στις άλλες δύο διαγώνιες κορυφές, Β και Δ, όπως στο διπλανό σχήμα και η συνολική ροπή είναι πάλι ίση με μηδέν. Η απόσταση  $d$  είναι ίση με

**α.**  $d = a/6$ .

**β.**  $d = a/5$ .

**γ.**  $d = 3a/10$ .

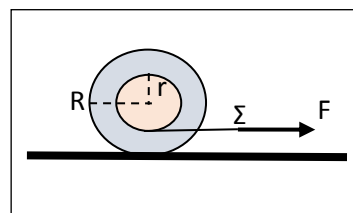
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B3.** Η διπλή ομογενής τροχαλία του σχήματος (καρούλι) έχει μεγάλη ακτίνα  $R$  και μικρή  $r$ . Γύρω από τον κύλινδρο της μικρής ακτίνας είναι τυλιγμένο λεπτό αβαρές νήμα. Τραβάμε το νήμα από το σημείο  $\Sigma$  με αποτέλεσμα η αρχικά ακίνητη τροχαλία κυλιόμενη προς τα δεξιά, να μετατοπίσει το κέντρο μάζας της κατά  $\Delta x_{cm}$ , εκτελώντας ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Το σημείο  $\Sigma$  μετατοπίστηκε κατά



**α.**  $\Delta x_{\Sigma} = \Delta x_{cm} \left( 1 - \frac{r}{R} \right)$ .

**β.**  $\Delta x_{\Sigma} = \Delta x_{cm} \frac{R}{r}$ .

**γ.**  $\Delta x_{\Sigma} = \Delta x_{cm} \left( 1 + \frac{r}{R} \right)$ .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**(Μονάδες 2)**

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**(Μονάδες 4)**

**B4.** Ένας ομογενής δίσκος ακτίνας  $R$  κυλιέται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Δύο σημεία  $A$  και  $B$  βρίσκονται πάνω σε μια διάμετρο του δίσκου, με το σημείο  $A$  να απέχει από το κέντρο του δίσκου κατά  $r=2R/3$ . Όταν η συγκεκριμένη διάμετρος είναι κατακόρυφη, η διαφορά των μέτρων των ταχυτήτων των δύο σημείων ισούται με τη  $v_{cm}$ . Όταν η διάμετρος γίνει οριζόντια τότε ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων των δύο σημείων ισούται με

**α.**  $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{1,2}$ .

**β.**  $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{1,3}$ .

**γ.**  $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{1,4}$ .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

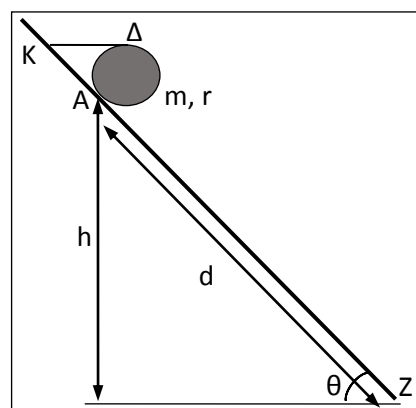
**(Μονάδες 2)**

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**(Μονάδες 5)**

### ΘΕΜΑ Γ

Ένας ομογενής δίσκος μάζας  $m=2\text{kg}$  και ακτίνας  $r=0,1\text{m}$  βρίσκεται ακίνητος πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, γωνίας κλίσης  $\theta$ , με τη βοήθεια οριζόντιου νήματος που είναι δεμένο στο σημείο  $K$  του επιπέδου και στο ανώτερο σημείο  $\Delta$  του δίσκου. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  κόβουμε το νήμα και ο δίσκος αρχίζει να κατέρχεται κυλιόμενος στο πλάγιο επίπεδο με το κέντρο μάζας να αποκτά επιτάχυνση  $a_{\text{cm}} = \frac{16\text{ m}}{3\text{ s}^2}$ . Ο δίσκος φτάνει στη βάση  $Z$  του κεκλιμένου επιπέδου με γωνιακή ταχύτητα  $\omega=40\text{rad/s}$ .



Να υπολογίσετε

**Γ1.** την τάση του νήματος και τη στατική τριβή που δέχεται ο δίσκος από το επίπεδο, όταν ισορροπεί.

(Μονάδες 8)

**Γ2.** τη γωνιακή επιτάχυνση,  $a_{\text{γων}}$ , με την οποία στρέφεται ο δίσκος καθώς κατέρχεται.

(Μονάδες 6)

**Γ3.** το ύψος  $h$  από το οποίο αφήσαμε το δίσκο να κινηθεί.

(Μονάδες 5)

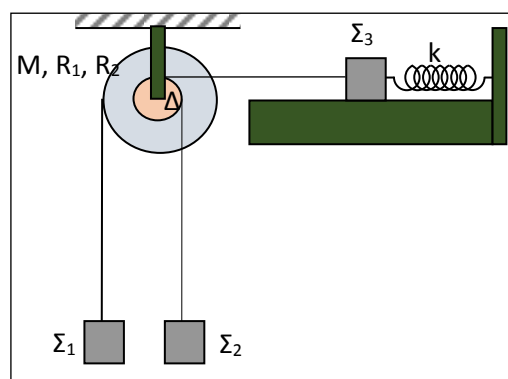
**Γ4.** τον αριθμό των περιστροφών του δίσκου.

(Μονάδες 6)

Δίνονται  $\eta\mu\theta=0,8$ ,  $\text{συν}\theta=0,6$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{ m/s}^2$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Η διπλή τροχαλία του σχήματος έχει μάζα  $M=2\text{kg}$ , εξωτερική ακτίνα  $R_1=0,1\text{m}$ , εσωτερική ακτίνα  $R_2=0,05\text{m}$  και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα  $\Delta$ , χωρίς τριβές. Γύρω από τις δύο αύλακες της τροχαλίας είναι τυλιγμένα αβαρή μη ελαστικά νήματα στα άκρα των οποίων είναι δεμένα τα σώματα  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  τα οποία αρχικά βρίσκονται στο ίδιο ύψος και έχουν μάζες  $m_1=1\text{kg}$ , και  $m_2$ , αντίστοιχα. Γύρω από την



εσωτερική αύλακα είναι επίσης στερεωμένο ένα τρίτο αβαρές μη ελαστικό νήμα η άκρη του οποίου είναι στερεωμένη σε ένα σώμα  $\Sigma_3$ , μάζας  $m_3=1\text{kg}$ . Το σώμα  $\Sigma_3$  είναι στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς  $k=100\text{N/m}$ , του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο (βλέπε σχήμα). Το σώμα  $\Sigma_3$  μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και η διεύθυνση που ελατηρίου συμπίπτει με την διεύθυνση του νήματος. Αρχικά όλο το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, με την τροχαλία να δέχεται από τον οριζόντιο άξονα  $\Delta$  στην κατακόρυφη διεύθυνση δύναμη μέτρου  $40\text{N}$  με φορά προς τα πάνω. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  κόβουμε το νήμα που ενώνει την τροχαλία με το σώμα  $\Sigma_3$ , οπότε το σώμα  $\Sigma_1$  αρχίζει να κατέρχεται με επιτάχυνση  $2\text{m/s}^2$ .

**Δ1.** Να υπολογίσετε την τάση του νήματος που συνδέει την τροχαλία με το σώμα  $\Sigma_3$ , πριν κοπεί το νήμα.

**(Μονάδες 5)**

**Δ2.** Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος  $\Sigma_3$  από τη θέση ισορροπίας του σε σχέση με τον χρόνο, αφού κοπεί το νήμα και να την παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα με αριθμημένους άξονες. Να θεωρήσετε θετικό ημιάξονα προς τα δεξιά.

**(Μονάδες 5)**

**Δ3.** Να βρείτε πόσο απέχουν κατακόρυφα τα σώματα  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  όταν το μέτρο της ταχύτητας του σώματος  $\Sigma_3$  μεγιστοποιείται για 3<sup>η</sup> φορά.

**(Μονάδες 5)**

**Δ4.** Να βρείτε το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος  $\Sigma_2$  όταν τα δύο σώματα απέχουν μεταξύ τους κατακόρυφα κατά  $1,5\text{m}$ .

**(Μονάδες 5)**

**Δ5.** Να βρείτε την μεταβολή της μηχανικής ενέργειας του συστήματος των σωμάτων  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$ , μεταξύ της αρχικής θέσης και της θέσης όπου απέχουν μεταξύ τους κατακόρυφα κατά  $1,5\text{m}$ , καθώς και σε τι μετατράπηκε η μείωση αυτή.

**(Μονάδες 5)**

Δίνονται  $g=10\text{ m/s}^2$ ,  $\pi^2=10$ .

### **ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

**Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών.**

Τα θέματα επιμελήθηκε ο **Παναγιώτης Μπετσάκος**, φυσικός.

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον **Αντώνιο Παλόγο**, φυσικό.