

ΓΡΑΠΤΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Σεπτέμβριος 2023

ΘΕΜΑ Α

(Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Μία απάντηση σωστή)

A1. Ένας πολύ λεπτός δίσκος στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ γύρω από σταθερό, οριζόντιο άξονα ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο του δίσκου και διέρχεται από το κέντρο του. Δύο υλικά σημεία K και L βρίσκονται στην ίδια διάμετρο του δίσκου, απέχουν απόσταση r από το κέντρο του και φέρουν δύο ίσες, $m_1 = m_2 = m$.

I. Η συνολική ορμή $\vec{p}_{ολ}$, του συστήματος των δύο υλικών σημείων έχει μέτρο:

- α. $m\omega r$ β. $2m\omega r$ γ. 0 δ. $4m\omega r$

(Μονάδες 5)

II. Η συνολική στροφορμή $\vec{L}_{ολ}$ του συστήματος των δύο υλικών σημείων έχει μέτρο:

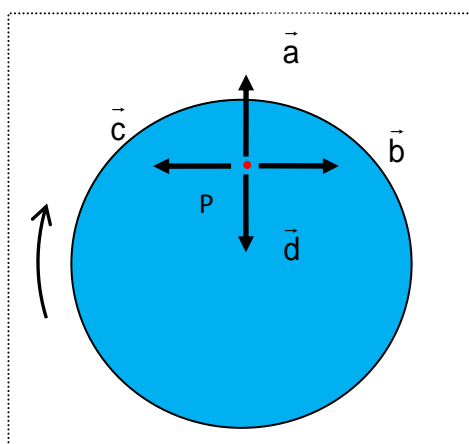
- α. $m\omega r^2$ β. $2m\omega r^2$ γ. 0 δ. $2m\omega^2 r$

(Μονάδες 5)

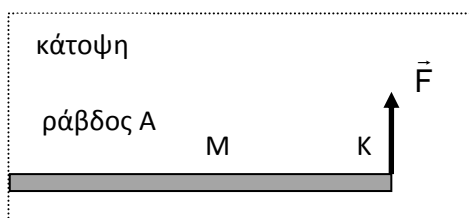
A2. Ένας λεπτός δίσκος στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ γύρω από σταθερό, οριζόντιο άξονα ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο του δίσκου και διέρχεται από το κέντρο του. Ένα υλικό σημείο P απέχει από το κέντρο του δίσκου απόσταση r . Το διάνυσμα το οποίο αποδίδει τη συνισταμένη δύναμη που δέχεται το υλικό αυτό σημείο είναι το :

- α. \vec{a} β. \vec{b} γ. \vec{c} 0 δ. \vec{d}

(Μονάδες 5)

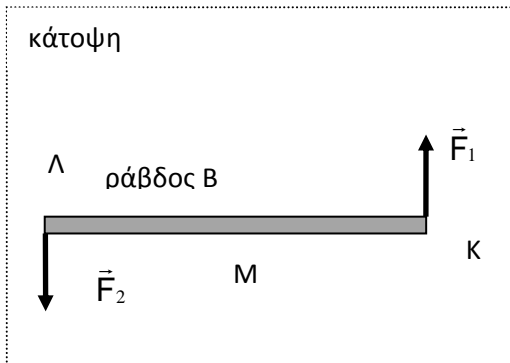


A3. Διαθέτουμε δύο όμοιες ράβδους Α και Β μήκους l οι οποίες ηρεμούν πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή στο άκρο Κ της ράβδου Α και κάθετα σε αυτήν ασκείται η οριζόντια δύναμη \vec{F} . Η ροπή της δύναμης αυτής ως προς το μέσο της ράβδου, είναι $\vec{\tau}$. Στη ράβδο Β ασκούμε ένα ζεύγος δυνάμεων \vec{F}_1 και \vec{F}_2 , των οποίων το μέτρο είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης \vec{F} και η ροπή του εί-

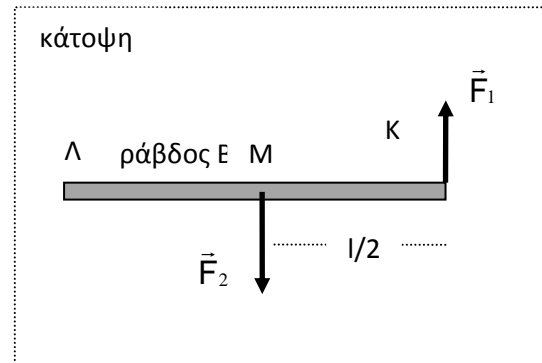


Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

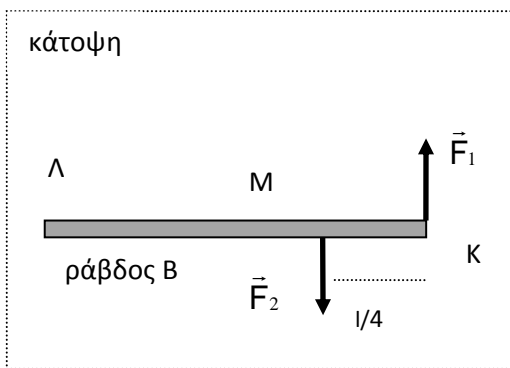
ναι ίση με την ροπή της \vec{F} , δηλαδή ίση με $\vec{\tau}$. Σε ποιο από τα τέσσερα σχήματα αποδίδεται σωστά ο τρόπος με τον οποίον πρέπει να ασκηθεί το ζεύγος αυτών των δυνάμεων.



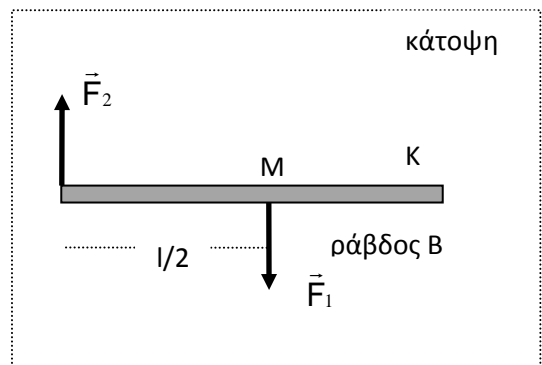
(α)



(β)



(γ)



(δ)

(Μονάδες 5)

A4. Στις άκρες των δεικτών ενός ρολογιού με μήκη r_1 και r_2 βρίσκονται δύο υλικά σημεία με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα. Ο λόγος $\frac{p_1}{p_2}$, των μέτρων των ορμών των δύο υλικών σημείων,,

είναι υποδιπλάσιος του λόγου $\frac{L_1}{L_2}$ των μέτρων των στροφορμών τους. Επομένως ο λόγος των

μηκών των δύο δεικτών $\frac{r_1}{r_2}$ είναι:

α. $\frac{1}{2}$

β. $\frac{1}{4}$

γ. 2

α. 4

(Μονάδες 5)

A.5. 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. Όλα τα σημεία ενός σώματος που εκτελεί σύνθετη κίνηση έχουν την ίδια επιτάχυνση.

β. Η φορά της ροπής μιας δύναμης βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού.

Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

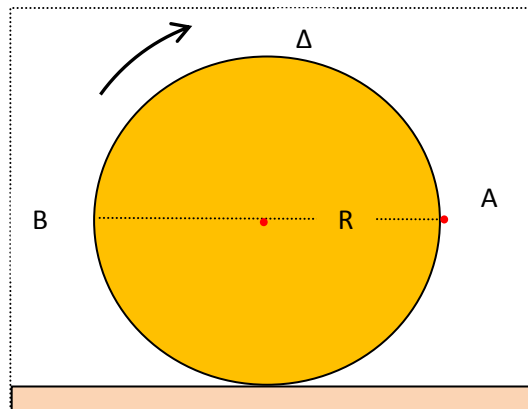
γ. Ένα στερεό που στρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, λέμε ότι ισορροπεί.

δ. Για να στρίψουμε ευκολότερα ένα στερεό, πρέπει να ασκήσουμε δύναμη με μικρό μοχλοβραχίονα.

ε. Ένας τροχός κινείται με κατεύθυνση ανατολική και επιβραδύνεται. Η γωνιακή επιτάχυνση του τροχού είναι ένα διάνυσμα με κατεύθυνση νότια. **(Μονάδες 5)**

ΘΕΜΑ Β

B1. Τροχός έχει ακτίνα R και ηρεμεί με το επίπεδό του κατακόρυφο. Την χρονική στιγμή $t_0=0$ ο τροχός αρχίζει να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει, προς τα δεξιά με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση $\vec{\alpha}_\gamma$ μέτρου α_γ . Κάποια χρονική στιγμή t_1 η ολική επιτάχυνση του σημείου A της περιφέρειας του τροχού, το οποίο απέχει από το έδαφος απόσταση ίση προς την ακτίνα του τροχού, έχει διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω. Την στιγμή αυτή ο λόγος των μέτρων των ολικών επιταχύνσεων των σημείων B , που είναι αντιδιαμετρικό του A και του ψηλότερου σημείου Δ του τροχού έχει τιμή:



- α. 1 β. $\sqrt{2} d$ γ. $\frac{1}{2}$

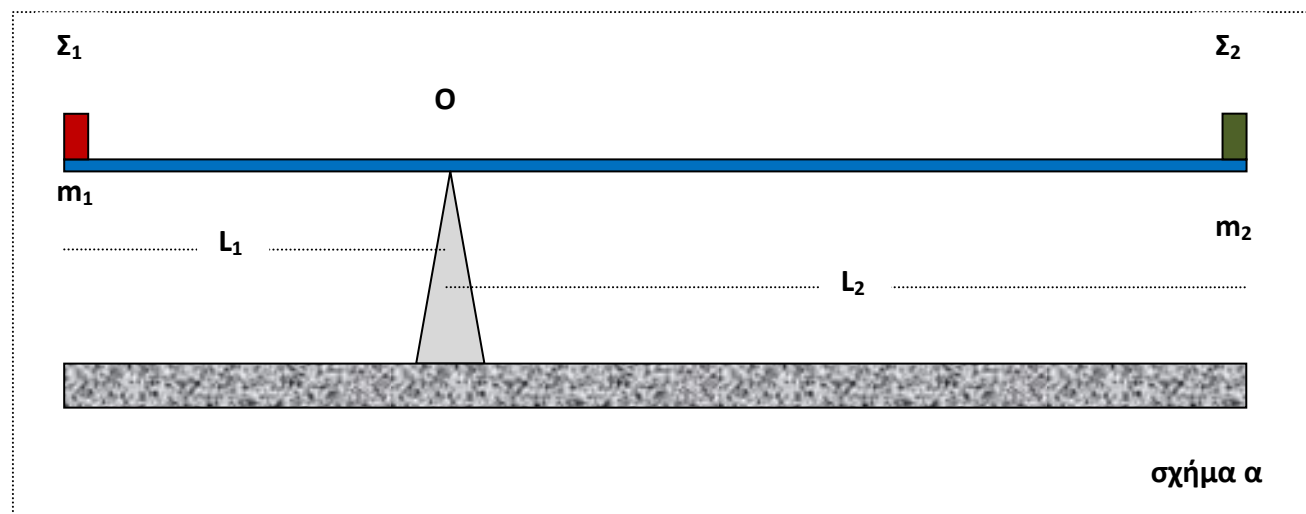
I. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση

(Μονάδες 2)

II. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

(Μονάδες 6)

B2. Η ομογενής ράβδος του σχήματος έχει μήκος $L=L_1+L_2$, ($L_1 < L_2$), βάρους \vec{w} και ισορροπεί οριζόντια με την βοήθεια τριγωνικού υποστηρίγματος το οποίο ακουμπά στην ράβδο στο σημείο της O . Δύο υλικά σημεία με μάζες m_1 και m_2 βρίσκονται ακίνητα στα δύο άκρα της ράβδου. Το όλο σύστημα ισορροπεί με όλα τα σώματα σε ηρεμία. Κάποια στιγμή που την



θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου δίνουμε αρχικές ταχύτητες στα δύο υλικά σημεία, \vec{u}_1 στο Σ_1 και \vec{u}_2 στο Σ_2 έτσι ώστε να κινείται το ένα προς το άλλο. Διαπιστώνουμε ότι η ράβδος συνεχίζει να παραμένει οριζόντια και ακίνητη. Αν η κίνηση των δύο σωμάτων είναι

Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

ευθύγραμμη και ομαλή ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων $\frac{u_1}{u_2}$ των δύο σωμάτων είναι 9 ίσος με

α. $\frac{m_1}{m_2}$

β. $\frac{m_2}{m_1}$

γ. $\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2$

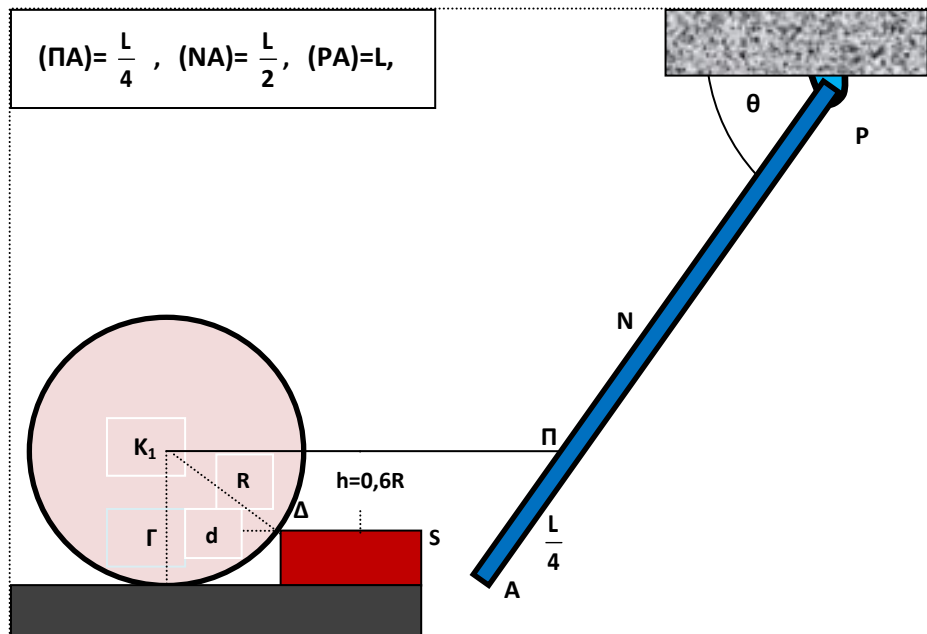
I. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση

(Μονάδες 2)

II. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

(Μονάδες 6)

B3. Ο ομογενής τροχός του σχήματος έχει ακτίνα R , βάρος \bar{w}_1 μέτρου w_1 και συνδέεται κατάλληλα μέσω αβαρούς νήματος με την ομογενή ράβδο AP , βάρους \bar{w}_2 μέτρου w_2 έτσι ώστε να επιτρέπεται η περιστροφή του γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Η περιστροφή του τροχού εμποδίζεται από σώμα S σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου το οποίο είναι ακλόνητα στερεωμένο στο οριζόντιο δάπεδο. Η ράβδος AP είναι αρθρωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα έτσι ώστε να



σηματίζει με την οριζόντια οροφή γωνία θ για την οποία ισχύει $\eta\mu\theta=0,8$ και $\sigma\upsilon\eta\theta=0,6$. Το νήμα είναι δεμένο στο σημείο Π της ράβδου το οποίο απέχει απόσταση $\frac{L}{4}$ από το άκρο A της ράβδου.

Τέλος το νήμα απέχει απόσταση $h=0,6R$ από την πάνω επιφάνεια του σώματος S . Αν το σύστημα ισορροπεί και **οριακά** αποφεύγεται η υπερπήδηση του σώματος S από τον τροχό, η τιμή του λόγου

του $\frac{w_2}{w_1}$ είναι:

α. $\frac{8}{3}$

β. 2

γ. $\frac{8}{5}$

I. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση

(Μονάδες 2)

II. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

(Μονάδες 6)

Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

ΘΕΜΑ Γ

Τροχός ακτίνας $R=0,1\text{m}$ κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει με το επίπεδο του κατακόρυφο και σε επαφή με το οριζόντιο δάπεδο. Το διάγραμμα της γωνιακής του ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι αυτό που δίνεται στο σχήμα 2.

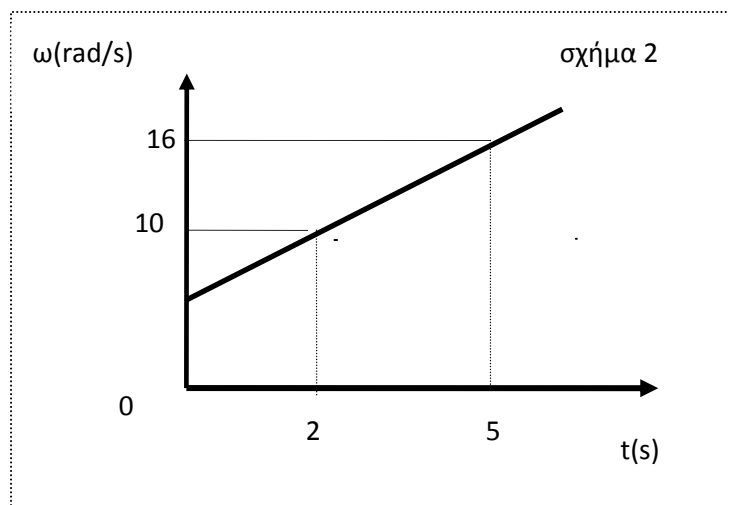
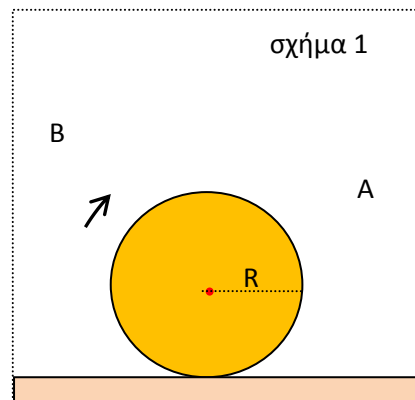
Γ1

α) Να προσδιορίσετε τις κατευθύνσεις της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης του τροχού (μονάδες 2),

β) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του τροχού (μονάδες 2)

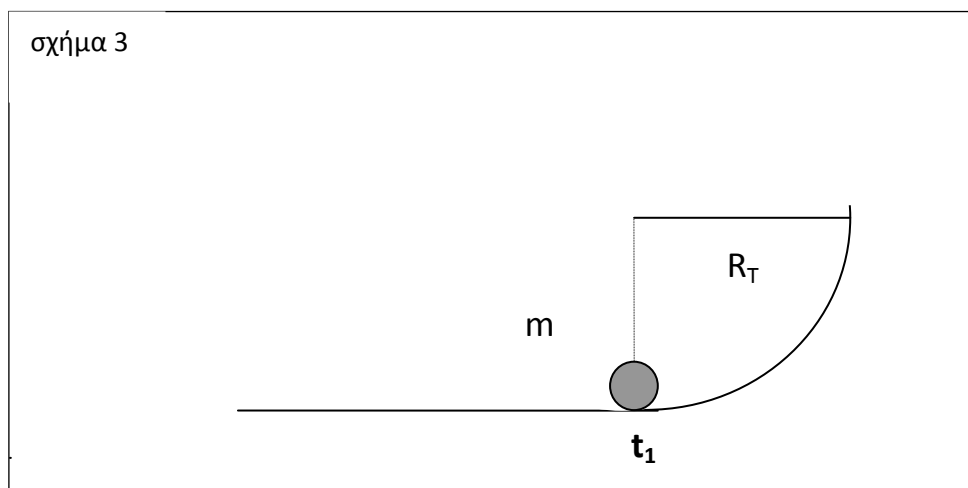
και τη συνολική γωνία κατά την οποία στράφηκε κάθε σημείο του τροχού από την χρονική στιγμή $t_0=0$ έως την χρονική στιγμή $t_1=5\text{ s}$ (μονάδες 2)

Γ2. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση και να βρείτε το μέτρο της συνολικής επιτάχυνσης του σημείου που έρχεται σε επαφή με το οριζόντιο δάπεδο τη χρονική στιγμή t_1 (μονάδες 5)



Γ3. Τη χρονική στιγμή t_1 ο τροχός εγκαταλείπει το οριζόντιο δάπεδο και αρχίζει την άνοδό του σε επαφή με κατακόρυφο λείο τεταρτοκύκλιο.

Όταν το κέντρο μάζας του τροχού έχει μετατοπισθεί προς τα πάνω, σε σχέση με την αρχική του θέση κατά h μηδενίζεται στιγμιαία η μεταφορική του ταχύτητα και αρχίζει η κάθοδός του, οπότε την χρονική στιγμή t_2 επιστρέφει στο οριζόντιο δάπεδο. Διαπιστώνεται ότι ο συνολικός αριθμός των περιστροφών (N_2) που πραγματοποίησε ο τροχός σε επαφή με το τεταρτοκύκλιο είναι ίσος με αυτό που πραγματοποίησε στο χρονικό διάστημα από t_0 έως t_1 . Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_2 .



Γ4. Να βρεθεί το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής του δίσκου κατά την κίνησή του σε επαφή με το τεταρτοκύκλιο. (μονάδες 4)

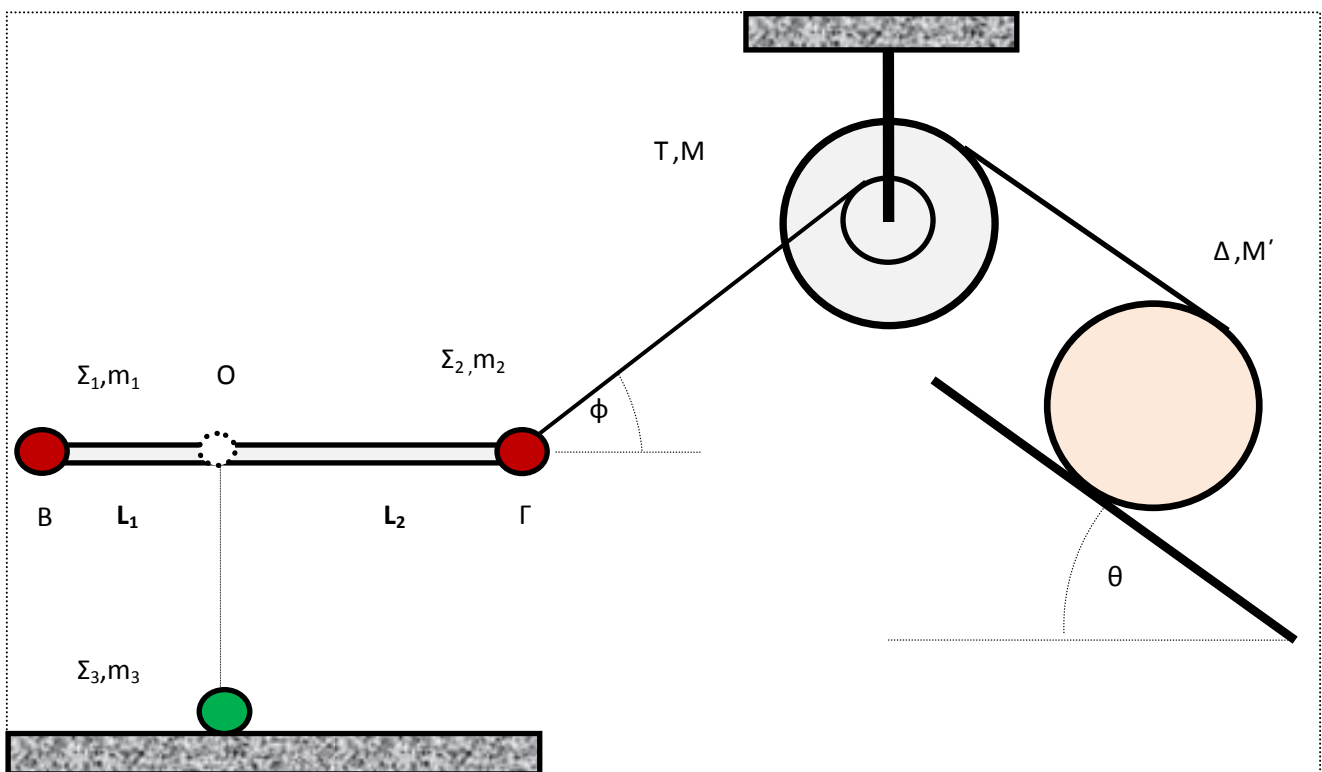
Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

Γ5..Να βρεθεί το μέτρο της μεταβολή της ορμής του δίσκου κατά την κίνησή του σε επαφή με το τεταρτοκύκλιο. (μονάδες 3)

*Γ6.Να βρεθεί η μετατόπιση h προς τα πάνω του κέντρου μάζας του τροχού κατά την κίνηση στον τεταρτοκύκλιο .Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

ΘΕΜΑ Δ

Η αβαρής ράβδος ΒΓ μήκους L του σχήματος είναι οριζόντια και φέρει στα άκρα της προσαρμοσμένα δύο υλικά σημεία με ίσες μάζες $m_1 = m_2 = m = 1\text{Kg}$. Οριζόντιος σταθερός άξονας τέμνει καθετα την ράβδο ΒΓ στο σημείο Ο που βρίσκεται σε απόσταση $\frac{L}{3}$ από το άκρο Β. Ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα (1), συνδέει το υλικό σημείο Σ_2 που βρίσκεται στο άκρο Γ με μια τροχαλία μάζας M_T , ακτίνας R , η οποία φέρει αυλάκι ακτίνας $r = \frac{R}{2}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το νήμα σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ με τη διεύθυνση της ράβδου. Στη περιφέρεια της τροχαλίας είναι τυλιγμένο δεύτερο αβαρές και μη εκτατό νήμα (2), αμελητέου πάχους το οποίο συνδέεται με την περιφέρεια δίσκου μάζας M_Δ και ακτίνας επίσης R στον οποίο επίσης είναι τυλιγμένο. Ο δίσκος έχει το επίπεδό του κατακόρυφο και βρίσκεται σε επαφή με κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi =$ Το όλο σύστημα ισορροπεί. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$



Δ1.Να βρεθεί το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα (1) στο σύστημα της ράβδου και των δύο υλικών σημείων που αυτή φέρει, καθώς επίσης το μέτρο της δύναμης που ασκεί ο άξονας στη ράβδο. Δίνονται: $\eta\mu\theta=0,5$, $\sigma\upsilon\upsilon\theta=\frac{\sqrt{3}}{2}$

(μονάδες 5)

Γραπτή εξέταση στη μηχανική του στερεού σώματος

Δ2. Να εξηγήσετε γιατί η ο δίσκος δέχεται στατική τριβή από το κεκλιμένο επίπεδο ,να προσδιορίσετε την κατεύθυνση της και να υπολογίσετε το μέτρο της .Στη συνέχεια να υπολογίσετε την μάζα M_T του δίσκου. Δίνονται: $\eta\mu\varphi=0,5$, $\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}$

(μονάδες 6)

Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ κόβουμε το νήμα (1). Διαπιστώνουμε ότι η τροχαλία αρχίζει να στρέφεται με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha\gamma=0,5\text{rad/s}^2$ ο δίσκος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει και το νήμα (2) παραμένει διαρκώς τεντωμένο.

Δ3. Να βρείτε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του δίσκου. Να βρείτε επίσης το μήκος του νήματος (2) που τυλίγεται στο δίσκο στο χρονικό διάστημα στο οποίο ξετυλίγεται μήκος $0,6\text{ m}$ του νήματος (2) από την τροχαλία.

(μονάδες 5)

Δ4. Αμέσως μετά την χρονική στιγμή $t_0=0$ η ράβδος ΒΓ στρέφεται δεξιόστροφα γύρω από το οριζόντιο άξονα ο οποίος διέρχεται από το σημείο Ο και κάποια στιγμή γίνεται κατακόρυφη. Να υπολογιστεί η γραμμική ταχύτητα του υλικού μάζας m_2 τη στιγμή αυτή.

(μονάδες 4)

Δ5. Αν τη στιγμή κατά την οποία η ράβδος ΒΓ γίνεται κατακόρυφη, το υλικό σημείο που φέρει στο άκρο Γ ,συγκρουστεί κεντρικά και πλαστικά με το υλικό σημείο Σ_3 μάζας $m_3 =m$,το οποίο ηρεμεί στο οριζόντιο επίπεδο , όπως φαίνεται στο σχήμα, ποια η γωνιακή ταχύτητα της ράβδου ΒΓ αμέσως μετά την κρούση και ποια η απώλεια μηχανικής ενέργεια κατά την κρούση.

(μονάδες 5)