

---

# Διαγώνισμα Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου

## Μηχανική Στερεού Σώματος

Σύνολο Σελίδων: οκτώ (8) - Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

Σάββατο 24 Φλεβάρη 2018

Βαθμολογία 

--	--	--	--	--	--

 %

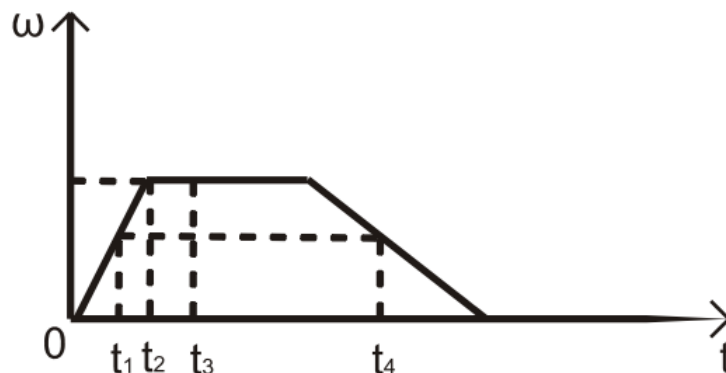
Όνοματεπώνυμο:

---

### 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.** Ένας δίσκος στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Η τιμή της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου σε συνάρτηση με τον χρόνο παριστάνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



**(α)** Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης αυξάνεται στο χρονικό διάστημα από  $t_1$  έως  $t_2$ .

- (β) Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή  $t_1$  είναι μικρότερο από το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή  $t_4$
- (γ) Τη χρονική στιγμή  $t_3$  η γωνιακή επιτάχυνση είναι θετική.
- (δ) Το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης τη στιγμή  $t_1$  έχει αντίθετη κατεύθυνση από την κατεύθυνση που έχει η γωνιακή επιτάχυνση τη χρονική στιγμή  $t_4$ .

**A.2.** Ο θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης

- (α) δεν ισχύει στην περίπτωση που ο άξονας περιστροφής μετατοπίζεται.
- (β) ισχύει στην περίπτωση που ο άξονας περιστροφής αλλάζει κατεύθυνση.
- (γ) προβλέπει πως όταν η συνολική ροπή είναι μηδέν, το στερεό θα είναι σίγουρα ακίνητο.
- (δ) ισχύει ακόμα και όταν η συνολική ροπή μεταβάλλεται με το χρόνο.

**A.3.** Όταν σε έναν τροχό που περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής διπλασιάζουμε τη στροφορμή του, τότε η κινητική του ενέργεια

- (α) υποδιπλασιάζεται
- (β) διπλασιάζεται
- (γ) υποτετραπλασιάζεται
- (δ) τετραπλασιάζεται

**A.4.** Εκτοξεύουμε προς τα πάνω και ταυτόχρονα θέτουμε σε περιστροφή ένα νόμισμα. Για όσο χρονικό διάστημα το νόμισμα βρίσκεται στον αέρα (η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα) διατηρούνται σταθερά τα μεγέθη:

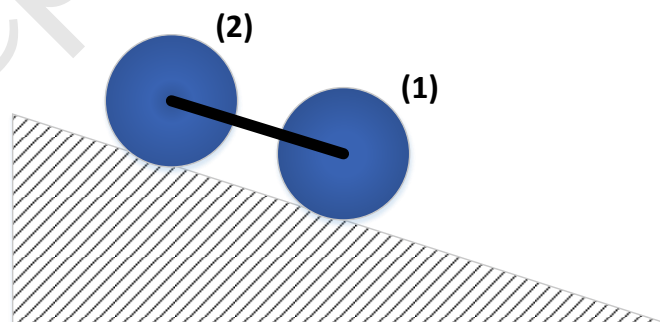
- (α) μόνο η στροφορμή του
- (β) μόνο η μηχανική του ενέργεια
- (γ) η μηχανική του ενέργεια και η στροφορμή του
- (δ) η μηχανική του ενέργεια, η ορμή του και η στροφορμή του.

**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. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

- (α) Η ροπή μιας δύναμης  $\vec{F}$  ως προς άξονα περιστροφής είναι μηδέν, όταν ο φορέας της δύναμης είναι παράλληλος στον άξονα περιστροφής.
- (β) Η κίνηση ενός τροχού που κυλιέται είναι αποτέλεσμα της επαλληλίας μιας μεταφορικής και μιας στροφικής κίνησης.
- (γ) Η στροφορμή ενός υλικού σημείου έχει τη κατεύθυνση της γραμμικής του ταχύτητας.
- (δ) Το συνολικό έργο της στατικής τριβής στην κύλιση χωρίς ολίσθηση ενός στερεού σώματος είναι ίσο με μηδέν.
- (ε) Όταν σε ένα αρχικά ακίνητο στερεό ασκηθεί ένα ζεύγος δυνάμεων, αυτό θα εκτελέσει μόνο στροφική κίνηση.

## Θέμα Β

**B.1.** Συνδέουμε με μια αβαρή ράβδο τα κέντρα μάζας μιας ομογενούς σφαίρας (1) και ενός ομογενούς κυλίνδρου (2) με ίσες μάζες  $M$  και ακτίνες  $R$ . Η σφαίρα και ο κύλινδρος κυλίσουν χωρίς να ολισθαίνουν αφού αφεθούν ελεύθερα από την κορυφή κεκλιμένου κλίσης  $\varphi$ .



Σας δίνεται ότι οι ροπές αδράνειας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας είναι  $\frac{2}{5}MR^2$  για την σφαίρα και  $\frac{1}{2}MR^2$  για τον κύλινδρο. Ο

λόγος των μέτρων των στατικών τριβών  $T_1$  και  $T_2$  που αναπτύσσονται στα δύο σώματα θα είναι:

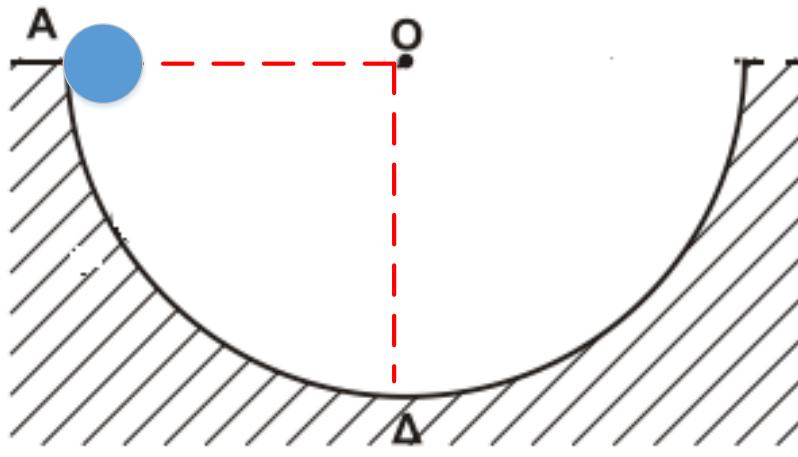
$$\text{(α)} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4}$$

$$\text{(β)} \quad \frac{T_1}{T_2} = 1$$

$$\text{(γ)} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5}$$

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

**B.2.** Μια ομογενής σφαίρα μάζας  $m$  και ακτίνας  $r$  αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί από το ανώτερο σημείο Α ενός ημικυκλικού μεταλλικού οδηγού ακτίνας  $R = 8r$ . Η σφαίρα κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει και η ροπή αδράνειας ως προς τη κέντρο μάζας της ισούται με  $I_{cm} = \frac{2}{5}mr^2$ .



Όταν η σφαίρα διέρχεται από το κατώτερο σημείο Δ της τροχιάς της η κάθετη δύναμη που δέχεται από το ημισφαίριο έχει μέτρο:

$$\text{(α)} \quad mg$$

$$\text{(β)} \quad \frac{13}{7}mg$$

$$\text{(γ)} \quad \frac{17}{7}mg$$

$$\text{(α)} \quad 2mg$$

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

**B.3.** Ένας απομονωμένος ομογενής αστέρας σφαιρικού σχήματος ακτίνας  $R$  στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του με αρχική κινητική ενέργεια λόγω ιδιοπεριστροφής  $K_o$ . Ο αστέρας συρρικνώνεται λόγω βαρύτητας διατηρώντας το σφαιρικό του σχήμα και την αρχική του μάζα. Σε κάποιο στάδιο της συρρίκνωσης του η ακτίνα του υποδιπλασιάζεται. Η νέα κινητική του ενέργεια λόγω ιδιοπεριστροφής είναι ίση με  $K$ .

Δίνεται η ροπή αδράνειας ομογενούς συμπαγούς σφαίρας ακτίνας  $r$  ως προς άξονα που διέρχεται το κέντρο μάζας της  $I_{cm} = \frac{2}{5}mr^2$ .

Ο λόγος  $\frac{K}{K_o}$  είναι ίσος με:

(α)  $\frac{1}{2}$

(β) 2

(γ) 4

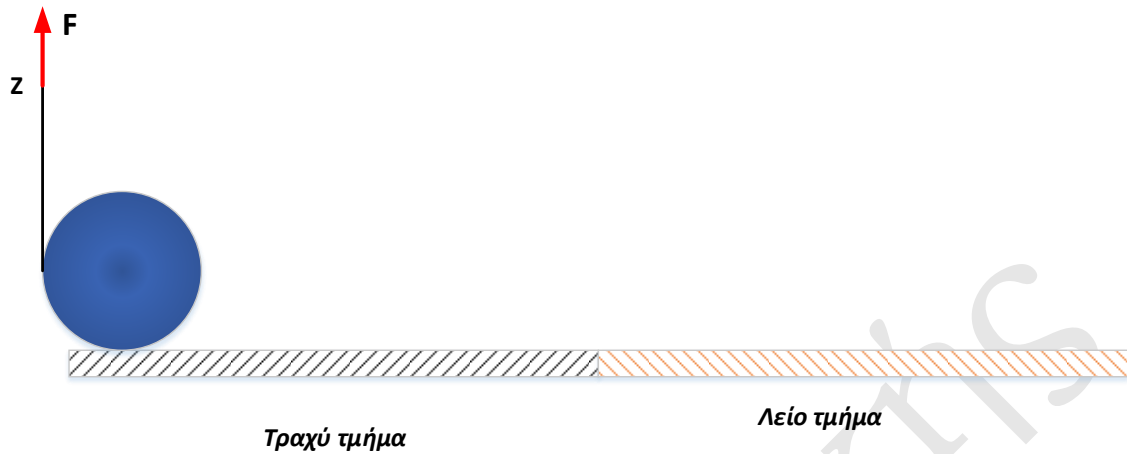
Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [2+7=9 μονάδες]

## Θέμα Γ

Ένας λεπτός ομογενής δίσκος μάζας  $M = 2\text{ kg}$  και ακτίνας  $R = 0,5\text{ m}$  έχει τυλιγμένο στην περιφέρεια του σε πολλές στροφές αβαρές και μη εκτατό νήμα και είναι αρχικά ακίνητος πάνω σε τραχύ επίπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή στατικής τριβής  $\mu_s = \frac{2}{3}$ . Την  $t_o = 0$  ασκούμε στο ελεύθερο άκρο Ζ του νήματος κατακόρυφη δύναμη σταθερού μέτρου  $F = 9\text{ N}$  όπως στο σχήμα, οπότε ο δίσκος αρχίζει αμέσως να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει κατά μήκος του επιπέδου με το νήμα να παραμένει συνεχώς κάθετο προς την διεύθυνση του δαπέδου. Την χρονική στιγμή  $t_1$  που το κέντρο μάζας του δίσκου έχει μετατοπιστεί κατά  $S = 1,5\text{ m}$ , ο δίσκος εισέρχεται σε ένα λείο τμήμα του επιπέδου, όπως φαίνεται στο σχήμα.

**Γ.1** Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του δίσκου για  $t < t_1$ .

**Γ.2** Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του τη χρονική στιγμή  $t_1$  και το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του ως προς τον άξονα περιστροφής του για  $t > t_1$



**Γ.3** Να υπολογίσετε την Κινητική ενέργεια του δίσκου λόγο της περιστροφικής κίνησης την χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 + 1s$ . Την ίδια χρονική στιγμή να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σημείου της περιφέρειας του δίσκου που απέχει την μέγιστη απόσταση από το δάπεδο.

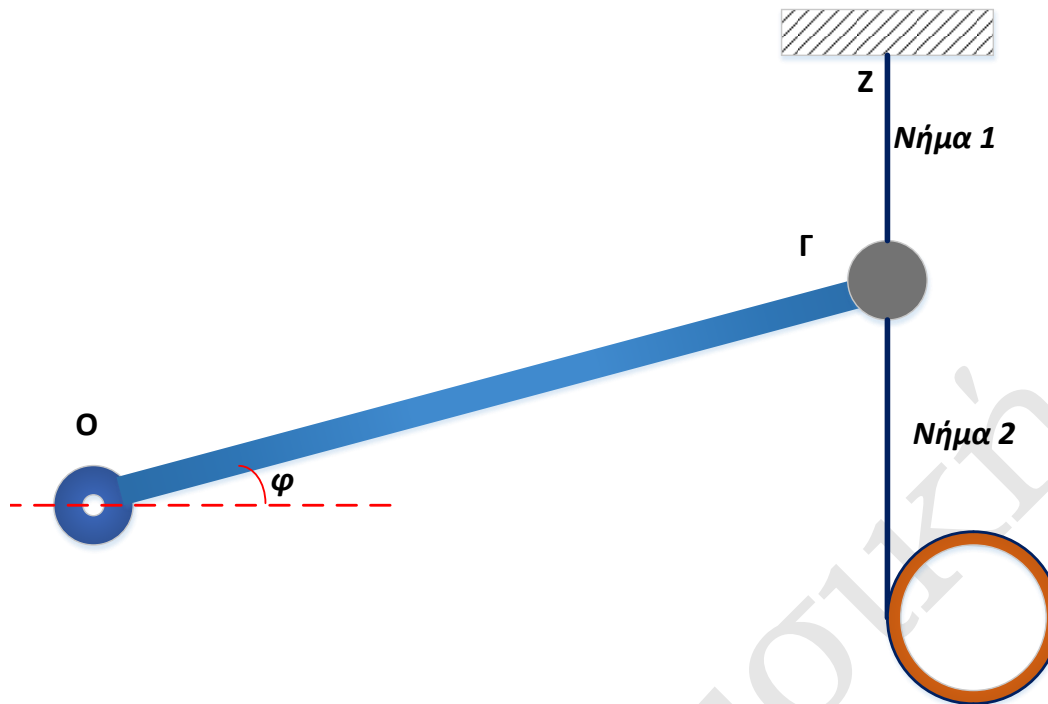
**Γ.4** Να υπολογιστεί η μέγιστη Κινητική ενέργεια που μπορεί να αποκτήσει ο δίσκος μέχρι την χρονική στιγμή που εισέρχεται στο λείο τμήμα ώστε να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει.

**Δίνεται:** η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του  $I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10m/s^2$ . Να θεωρήσετε ότι το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας όταν ξετυλίγεται.

[6+6+6+7 μονάδες]

## Θέμα Δ

Ομογενής και ισοπαχής ράβδος μάζας  $M_1 = 4kg$  και μήκους  $L = 2m$  μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο σταθερό άξονα, ο οποίος διέρχεται από το άκρο της Α μέσω μιας άρθρωσης. Στο άλλο άκρο της ράβδου είναι στερεωμένο σημειακό σφαιρίδιο μάζας  $m = 2kg$ . Το σύστημα ράβδος σφαιρίδιο ισορροπεί σε κλίση γωνίας  $\phi = 30^\circ$  μέσω δύο νημάτων που είναι δεμένα στο σφαιρίδιο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το νήμα 1 είναι στερεωμένο σε οροφή ενώ το νήμα 2 το οποίο έχει μεγάλο μήκος είναι πολλές φορές τυλιγμένο στην περιφέρεια ενός αρχικά ακίνητου ομογενούς δακτυλίου μάζας  $M_2 = 2kg$  και ακτίνας  $R = 50cm$ . Την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ο δακτύλιος αφήνεται ελεύθερος και κατέρχεται με το νήμα να ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει στη περιφέρεια του.

- Δ.1** Να βρεθεί η γωνιακή ταχύτητα του δακτυλίου τη στιγμή που έχει πραγματοποιήσει  $\frac{10}{\pi}$  περιστροφές.
- Δ.2** Να βρεθεί η δύναμη που ασκεί το νήμα 1 στο σημείο Z καθώς και η δύναμη που ασκείται στην ράβδο από την άρθρωση στο σημείο O, κατά την κάθοδο του δακτυλίου.
- Δ.3** Την στιγμή που ο δακτύλιος έχει πραγματοποιήσει  $\frac{10}{\pi}$  περιστροφές κόβω το νήμα 2, να βρεθεί ο λόγος της Κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφής, προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης μετά από χρονικό διάστημα  $2s$  από την στιγμή που κόπηκε το νήμα, θεωρώντας ότι ο δακτύλιος δεν έχει φτάσει ακόμα στο δάπεδο.

Όταν ο δακτύλιος φτάνει στο έδαφος τον απομακρύνω και κόβω και το νήμα 1.

- Δ.4** Να βρεθεί η επιτρόχιος επιτάχυνση του σφαιριδίου, καθώς και η δύναμη που δέχεται από την ράβδο την στιγμή που κόβεται το νήμα.
- Δ.5** Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, ως προς τον άξονα περιστροφής της, την χρονική στιγμή που διέρχεται για πρώτη φορά από την οριζόντια θέση.
- Δ.6** Να βρεθεί η στροφορμή του συστήματος ράβδος-σφαιρίδιο, ως προς τον άξονα περιστροφής του, την στιγμή που διέρχονται για πρώτη φορά από την θέση που η Κινητική Ενέργεια είναι μέγιστη.

**Δίνεται:** η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10\text{m/s}^2$ . Η ροπή αδράνειας της ράβδου, ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο της  $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$ , να θεωρήσετε ότι η μάζα του δακτυλίου είναι συγκεντρωμένη στην περιφέρεια της με ομοιόμορφο τρόπο. Τέλος να θεωρηθούν αμελητέες οι όποιες αντιστάσεις από τον αέρα.

**[4+4+4+5+4+4 μονάδες]**

### Οδηγίες

- Γράφουμε όλες τις απαντήσεις στην κόλλα αναφοράς.
- Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση είναι σωστή.
- Το άγχος δεν βοήθησε ποτέ κανένα!

**Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός**

**- Μπορώ να υπολογίσω την κίνηση των αστεριών, αλλα όχι την τρέλλα των ανθρώπων -**

Isaac Newton

**Καλή Επιτυχία!**