

**Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 27/11/2021**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

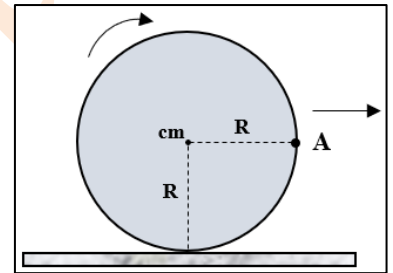
**Α1.** Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση στην οποία η δύναμη αντίστασης είναι της μορφής  $F' = -bv$  όπου  $b$  θετική σταθερά,

- α) η περίοδος μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου,  
 β) ο λόγος δύο διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση είναι σταθερός και ίσος με  $\frac{A_k}{A_{k+1}} = e^{-\Lambda T}$ ,  
 γ) ο ρυθμός μείωσης της ενέργειας είναι ανάλογος του τετραγώνου της ταχύτητας,  
 δ) η περίοδος μειώνεται συνεχώς. (5 μονάδες)

**Α2.** Ένας τροχός κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει πάνω σε ακίνητο οριζόντιο επίπεδο. Ένα σημείο της περιφέρειας του τροχού

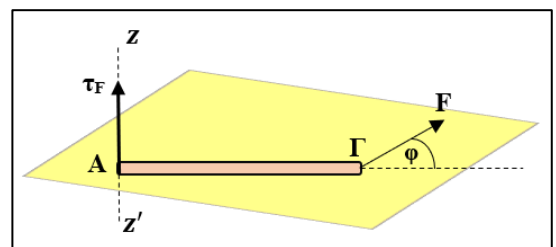
- α) μπορεί να έχει την ίδια ταχύτητα με το κέντρο μάζας του,  
 β) έχει την ίδια επιτάχυνση με το κέντρο μάζας του,  
 γ) τη στιγμή που είναι σε επαφή με το οριζόντιο επίπεδο έχει μηδενική επιτάχυνση,  
 δ) τη στιγμή που είναι σε επαφή με το οριζόντιο επίπεδο έχει μηδενική ταχύτητα. (5 μονάδες)

**Α3.** Ο τροχός ακτίνας  $R$  του διπλανού σχήματος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει πάνω σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα κινούμενος προς τα δεξιά. Τη χρονική στιγμή  $t_1$  το σημείο Α της περιφέρειας βρίσκεται σε ύψος  $R$  από το οριζόντιο επίπεδο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



- α) Τη χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 + T/2$ , όπου  $T$  η περίοδος της κυκλικής κίνησης, το σημείο Α θα έχει ίδιο μέτρο ταχύτητας με αυτό που έχει τη χρονική στιγμή  $t_1$ .  
 β) Τη χρονική στιγμή  $t_1$  η ταχύτητα του σημείου Α έχει την ίδια κατεύθυνση με την ταχύτητα του κέντρου μάζας.  
 γ) Το σημείο Α όταν βρεθεί στη μεγαλύτερη απόσταση από το οριζόντιο επίπεδο θα έχει ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του κέντρου μάζας.  
 δ) Κάθε χρονική στιγμή το σημείο Α θα έχει σταθερή επιτάχυνση. (5 μονάδες)

**Α4.** Η ομογενής δοκός ΑΓ μήκους  $\ell$  του διπλανού σχήματος μπορεί να στρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από κατακόρυφο άξονα  $zz'$  που διέρχεται από το άκρο της Α. Στο άκρο της Γ ασκείται δύναμη  $\vec{F}$  η οποία βρίσκεται στο επίπεδο περιστροφής. Ο φορέας της δύναμης σχηματίζει γωνία  $\varphi$  με την προέκταση της ράβδου. Το μέτρο της ροπής της δύναμης ως προς τον άξονα περιστροφής  $zz'$  είναι:



- α)  $\tau_F = F\ell \eta \mu \varphi$       β)  $\tau_F = F\ell \sigma \nu \nu \varphi$       γ)  $\tau_F = F\ell$       δ)  $\tau_F = F/\ell$  (5 μονάδες)

**Α5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.**

Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση στην οποία το πλάτος μειώνεται σύμφωνα με τη σχέση  $A = A_0 e^{-\Lambda t}$ , όπου  $\Lambda$  μια θετική σταθερά:

- α) ο ρυθμός μείωσης της ενέργειας είναι ανεξάρτητος από τη σταθερά απόσβεσης  $b$ .  
 β) η ενέργεια μειώνεται εκθετικά σύμφωνα με την εξίσωση  $E = E_0 e^{-\Lambda t}$ .  
 γ) η περίοδος της ταλάντωσης εξαρτάται από το πλάτος.  
 δ) όταν η σταθερά απόσβεσης  $b$  έχει σταθερή τιμή η περίοδος είναι σταθερή.  
 ε) έχουμε μεταφορά ενέργειας από το ταλαντούμενο σύστημα στο περιβάλλον. (5 μονάδες)

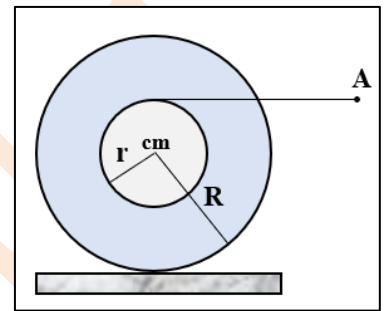
**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Ένα σύστημα εκτελεί φθίνουσα μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται σύμφωνα με τη σχέση  $A = A_0 e^{-\lambda t}$ , όπου  $A_0$  το αρχικό πλάτος και  $\lambda$  μια θετική σταθερά. Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$  έχουν εκτελεστεί 20 πλήρεις ταλαντώσεις και το πλάτος είναι ίσο με  $A_1 = \frac{A_0}{4}$ . Τη χρονική στιγμή  $t_2$  όταν θα έχουν εκτελεστεί ακόμα 40 πλήρεις ταλαντώσεις το πλάτος θα είναι ίσο με:

α)  $A_2 = \frac{A_0}{16}$                       β)  $A_2 = \frac{A_0}{32}$                       γ)  $A_2 = \frac{A_0}{64}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+6 μονάδες)

**B2.** Δύο ομόκεντροι και ομοαξονικοί δίσκοι με ακτίνες  $R$  και  $r$  είναι κολλημένοι μεταξύ τους και μπορούν να στρέφονται σαν ένα σώμα σε κατακόρυφο επίπεδο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Στην περιφέρεια του δίσκου ακτίνας  $r$  έχουμε τυλίξει πολλές φορές λεπτό αβαρές και μη εκτατό νήμα. Ασκώντας στο άκρο Α οριζόντια δύναμη το νήμα αρχίζει να ξετυλίγεται μένοντας συνεχώς παράλληλο στο δάπεδο. Το στερεό αρχίζει να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στο οριζόντιο δάπεδο με σταθερό μέτρο επιτάχυνση  $a_{cm}$  προς τα δεξιά. Τα μέτρα των επιταχύνσεων του



κέντρου μάζας και το άκρο Α του νήματος συνδέονται με τη σχέση  $a_{cm} = \frac{5}{8} a_A$ .

I. Το ανώτερο σημείο Β της περιφέρειας του δίσκου ακτίνας  $R$  έχει μέτρο επιτάχυνσης στη διεύθυνση της κίνησης:

α)  $a_B = 2 a_A$                       β)  $a_B = 1,5 a_A$                       γ)  $a_B = 1,25 a_A$

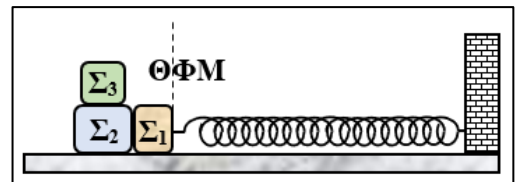
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+3 μονάδες)

II. Τη χρονική στιγμή που ένα σημείο της περιφέρειας του δίσκου ακτίνας  $R$  έχει μέτρο κεντρομόλου επιτάχυνσης  $a_k = 4 a_{cm}$  το μήκος του νήματος που έχει ξετυλιχθεί από τον δίσκο ακτίνας  $r$  είναι:

α)  $\ell = 1,2R$                       β)  $\ell = 1,6R$                       γ)  $\ell = 2R$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+5 μονάδες)

**B3.** Στο διπλανό σχήμα τα σώματα  $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$  έχουν μάζες  $m_1 = m, m_2 = 2m$  και  $m_3 = m$  αντίστοιχα. Το σώμα  $\Sigma_1$  είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ακλόνητα σε



κατακόρυφο τοίχο. Στο σώμα  $\Sigma_1$  εφάπτεται το σώμα  $\Sigma_2$ , ενώ το σώμα  $\Sigma_3$  είναι τοποθετημένο πάνω στο σώμα  $\Sigma_2$ . Μεταξύ του οριζόντιου δαπέδου και των σωμάτων  $\Sigma_1, \Sigma_2$  δεν υπάρχει τριβή, ενώ μεταξύ των σωμάτων  $\Sigma_2$  και  $\Sigma_3$  υπάρχει στατική τριβή ο συντελεστής της οποίας είναι  $\mu_s$ . Μετακινούμε τα σώματα προς τα δεξιά συσπειρώνοντας το ελατήριο κατά  $\Delta\ell$ . Η συσπείρωση  $\Delta\ell$  του ελατηρίου είναι η μέγιστη επιτρεπτή ώστε όταν το σύστημα αφηθεί ελεύθερο το σώμα  $\Sigma_3$  οριακά δεν ολισθαίνει πάνω στο σώμα  $\Sigma_2$ . Όταν αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$ . Κάποια χρονική στιγμή τα σώματα  $\Sigma_2$  και  $\Sigma_3$  χάνουν την επαφή τους με το σώμα  $\Sigma_1$ .

- Ούλοφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1  
Ζωγράφου , ☎ 210 74 88 030
- Φανερωμένης 13  
Χολαργός , ☎ 210 65 23 017

Το πλάτος ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα  $\Sigma_1$  μετά την απώλεια επαφής είναι:

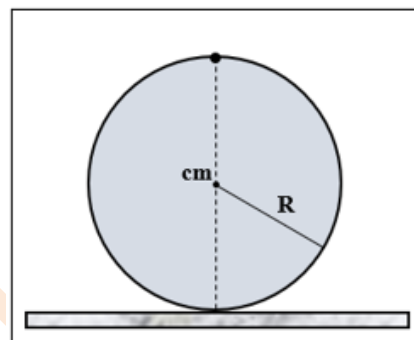
α)  $A_1 = \frac{4\mu_s mg}{k}$                       β)  $A_1 = \frac{3\mu_s mg}{k}$                       γ)  $A_1 = \frac{2\mu_s mg}{k}$

όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+7 μονάδες)

**ΘΕΜΑ Γ**

Ομογενής δίσκος ακτίνας  $R = \frac{1}{\pi} m$  είναι τοποθετημένος και αρχικά ακίνητος πάνω σε οριζόντιο δάπεδο, με το επίπεδό του κατακόρυφο. Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  ο δίσκος αρχίζει να κινείται εκτελώντας κύλιση χωρίς ολίσθηση κινούμενος προς τα δεξιά έχοντας σταθερή γωνιακή επιτάχυνση  $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 3\pi \frac{rad}{s^2}$ . Στην περιφέρεια του δίσκου υπάρχει μια κουκίδα και τη στιγμή της εκκίνησης απέχει απόσταση  $2R$  από το οριζόντιο δάπεδο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



**Γ1.** Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του δίσκου και την επιτάχυνση της κουκίδας τη χρονική στιγμή  $t = 0$ . (3+3 μονάδες)

**Γ2.** Να βρείτε τον αριθμό των περιστροφών που έχει εκτελέσει ο δίσκος όταν το κέντρο μάζας του έχει μέτρο ταχύτητας  $v_{cm} = 12 \frac{m}{s}$ . (4 μονάδες)

**Γ3.** Τη χρονική στιγμή  $t = 1s$  να υπολογίσετε το μέτρο:

α) της ταχύτητας της κουκίδας, (4 μονάδες)

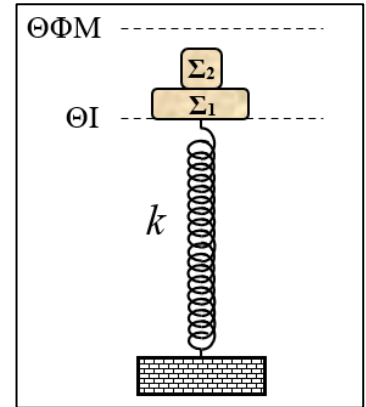
β) της ταχύτητας του σημείου της κατακόρυφης διαμέτρου που απέχει απόσταση  $\frac{3}{4\pi} m$  από το οριζόντιο δάπεδο. (4 μονάδες)

γ) της επιτάχυνσης του σημείου της περιφέρειας του δίσκου που είναι σε επαφή με το οριζόντιο δάπεδο. (3 μονάδες)

**Γ4.** Να βρείτε τη χρονική στιγμή που το μέτρο της ταχύτητας της κουκίδας γίνεται ίση με την ταχύτητα του κέντρου μάζας για τρίτη φορά μετά τη στιγμή της εκκίνησης. (4 μονάδες)

**ΘΕΜΑ Δ**

Σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = 1\text{Kg}$  είναι δεμένο στο ένα άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 100\text{N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου έχει στερεωθεί στο οριζόντιο δάπεδο. Πάνω στο σώμα  $\Sigma_1$  είναι τοποθετημένο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 3\text{Kg}$ . Το σύστημα ελατήριο – σώματα  $\Sigma_1, \Sigma_2$  είναι αρχικά ακίνητο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Μετακινούμε τα σώματα κατακόρυφα προς τα κάτω προκαλώντας στο ελατήριο πρόσθετη συσπείρωση  $d = 0,2\text{m}$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$  και με τα θετικά του άξονα προς τα πάνω.



**Δ1.** Να δείξετε ότι στη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συστήματος το σώμα  $\Sigma_2$  δεν χάνει την επαφή του από το σώμα  $\Sigma_1$ . (5 μονάδες)

**Δ2.** Ποια χρονική στιγμή ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος  $\Sigma_1$  έχει μέτρο ίσο με  $\frac{|d\vec{p}_1|}{dt} = 2,5\sqrt{3} \frac{\text{Kg} \cdot \text{m/s}}{\text{s}}$  για δεύτερη φορά; (4 μονάδες)

**Δ3.** Να βρείτε το μέγιστο και το ελάχιστο μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma_2$  από το σώμα  $\Sigma_1$  στη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συστήματος. (3+3 μονάδες)

**Δ4.** Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος  $\Sigma_2$  όταν το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma_2$  από το σώμα  $\Sigma_1$  είναι  $22,5\text{N}$  για δεύτερη φορά. (4 μονάδες)

Φέρνουμε το σύστημα στην αρχική κατάσταση ακινησίας. Κάποια στιγμή ασκούμε στο σώμα  $\Sigma_2$  κατακόρυφη προς τα κάτω σταθερού μέτρου δύναμη  $F = 40\text{N}$  η οποία καταργείται τη στιγμή που το σύστημα ακινητοποιείται για πρώτη φορά.

**Δ5.** Να υπολογίσετε μετά την κατάργηση της δύναμης  $\vec{F}$ :

α) τη μέγιστη κατακόρυφη απόσταση που διανύει το σώμα  $\Sigma_2$ , (3 μονάδες)

β) τη μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά το σώμα  $\Sigma_1$  όταν θα κινείται προς τα κάτω. (3 μονάδες)

Δίνεται  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .