

**ΦΥΣΙΚΗ**  
**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**  
**13 ΙΟΥΝΙΟΥ 2018**  
**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

**A1.** Δύο μικρά σώματα με μάζες  $m$  και  $4m$ , που κινούνται στην ίδια ευθεία με αντίθετες κατευθύνσεις και ταχύτητες  $v_1$  και  $v_2$  αντίστοιχα, συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Αν η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται, τότε τα δύο σώματα πριν την κρούση είχαν

- α) αντίθετες ταχύτητες
- β) ίσες ορμές
- γ) αντίθετες ορμές
- δ) ίσες κινητικές ενέργειες.

**Μονάδες 5**

**A2.** Ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με τη συχνότητα  $f$  του διεγέρτη να είναι λίγο μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του ταλαντωτή. Αν ελαττώσουμε την περίοδο του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης του ταλαντωτή

- α) παραμένει σταθερό
- β) αυξάνεται αρχικά και μετά ελαττώνεται
- γ) ελαττώνεται αρχικά και μετά αυξάνεται
- δ) ελαττώνεται.

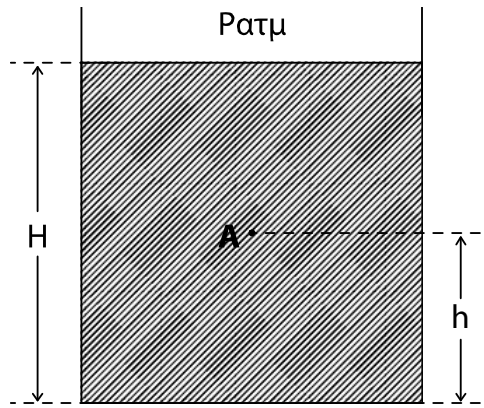
**Μονάδες 5**

**A3.** Μεταξύ δύο σημείων  $A$  και  $B$  ενός στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο παρεμβάλλονται συνολικά δύο δεσμοί. Τα σημεία  $A$  και  $B$  έχουν μεταξύ τους

- α) διαφορά φάσης ίση με  $0$
- β) διαφορά φάσης ίση με  $\pi$
- γ) διαφορά φάσης ίση με  $\pi/4$
- δ) διαφορά φάσης ίση με  $\pi/2$ .

**Μονάδες 5**

**A4.** Το ανοιχτό κυλινδρικό δοχείο του σχήματος βρίσκεται εντός πεδίου βαρύτητας με επιτάχυνση βαρύτητας  $g$  και περιέχει νερό πυκνότητας  $\rho$ . Το ύψος του νερού στο δοχείο είναι  $H$ . Στο σημείο  $A$ , που απέχει απόσταση  $h$  από τον πυθμένα του δοχείου, η υδροστατική πίεση είναι ίση με



- α)  $\rho\alpha\tau\mu + \rho gh$
- β)  $\rho\alpha\tau\mu + \rho g(H-h)$
- γ)  $\rho gh$
- δ)  $\rho g(H-h)$ .

Μονάδες 5

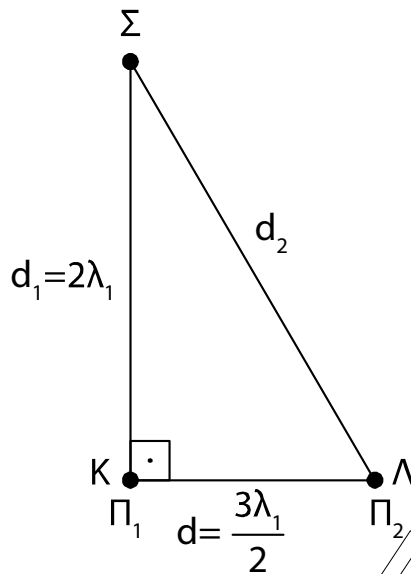
**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Περίοδος  $T_\delta$  ενός διακροτήματος ονομάζεται ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς της απομάκρυνσης.
- β) Κατά την εκδήλωση σεισμικής δόνησης το έδαφος λειτουργεί ως διεγέρτης για τα κτίρια. Όταν η συχνότητα του σεισμικού κύματος γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητα ενός κτιρίου, το πλάτος της ταλάντωσης του κτιρίου μεγιστοποιείται.
- γ) Σε μια φθίνουσα ταλάντωση, με μικρή σταθερά απόσβεσης  $b$ , όταν η σταθερά απόσβεσης αυξηθεί λίγο, ο ρυθμός μείωσης του πλάτους της ταλάντωσης ελαττώνεται.
- δ) Κατά τη ροή ιδανικού ρευστού σε οριζόντιο σωλήνα, όταν οι ρευματικές γραμμές παρουσιάζουν την ίδια πυκνότητα, η ταχύτητα ροής δεν μεταβάλλεται.
- ε) Σε ένα ρολόι με δείκτες η γωνιακή επιτάχυνση του λεπτοδείκτη είναι σταθερή και διάφορη του μηδενός.

Μονάδες 5

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Στην ελεύθερη επιφάνεια νερού που ηρεμεί, στις θέσεις  $K$  και  $A$  βρίσκονται δύο όμοιες και σύγχρονες κυματικές πηγές απλών αρμονικών κυμάτων  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ , που απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d = \frac{3\lambda_1}{2}$ . Οι πηγές ταλαντώνονται χωρίς αρχική φάση, με συχνότητα  $f_1$ , πλάτος ταλάντωσης  $A$  και παράγουν κύματα μήκους κύματος  $\lambda_1$ , που διαδίδονται στην επιφάνεια του νερού με σταθερή ταχύτητα  $v$ .



Ένα σημείο  $\Sigma$  της επιφάνειας του νερού απέχει από την πηγή  $\Pi_1$  απόσταση  $d_1 = 2\lambda_1$  και από την πηγή  $\Pi_2$  απόσταση  $d_2$ , όπως στο σχήμα. Το ευθύγραμμο τμήμα  $\Sigma K$  είναι κάθετο στο  $KA$ .

Διπλασιάζουμε τη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών διατηρώντας σταθερό το πλάτος  $A$  της ταλάντωσής τους.

Το  $\Sigma$  μετά τον διπλασιασμό της συχνότητας ταλάντωσης των πηγών θα είναι:

- i. σημείο ενίσχυσης
- ii. σημείο απόσβεσης
- iii. σημείο που ταλαντώνεται με πλάτος  $A$ .

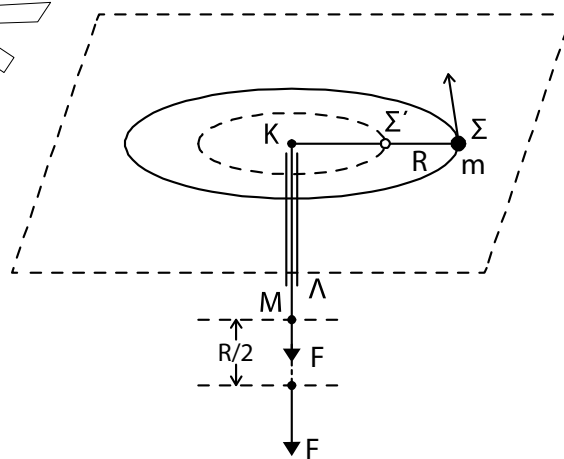
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 6**

**B2.** Το σφαιρίδιο του σχήματος, μάζας  $m$ , διαγράφει οριζόντιο κύκλο ακτίνας  $K\Sigma = R$  με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  δεμένο στο άκρο αβαρούς μη εκτατού νήματος, το οποίο περνάει από κατακόρυφο σωλήνα  $KA$ . Στο άκρο  $M$  του νήματος ασκείται κατάλληλη δύναμη  $F$ , ώστε αυτό να κινηθεί χωρίς τριβή διαμέσου του σωλήνα μέχρι η ακτίνα περιστροφής του σφαιριδίου μάζας  $m$  να γίνει  $K\Sigma' = R/2$ .



Σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς, θεωρούμε ότι το σφαιρίδιο κινείται εκτελώντας κυκλική κίνηση στο οριζόντιο επίπεδο χωρίς τριβές. Το έργο της δύναμης  $F$  για τη μετακίνηση του σφαιριδίου μάζας  $m$  θα είναι ίσο με:

- i.  $\frac{1}{2} m \omega^2 R^2$       ii.  $\frac{2}{3} m \omega^2 R^2$       iii.  $\frac{3}{2} m \omega^2 R^2$

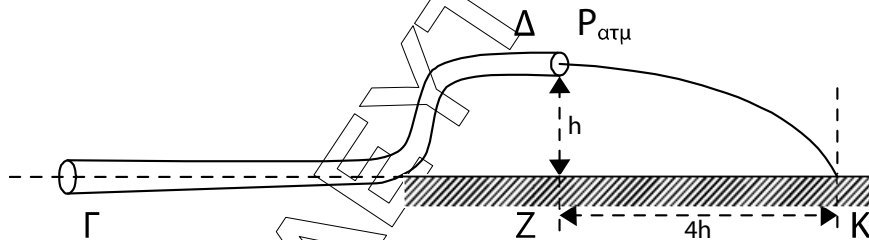
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 6**

**B3.** Ο κυλινδρικός σωλήνας  $\Gamma\Delta$  του σχήματος αποτελεί τμήμα ενός μεγάλου σωλήνα μεταβλητής διατομής και βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Στον σωλήνα ρέει με σταθερή παροχή ιδανικό υγρό πυκνότητας  $\rho$  με φορά από το  $\Gamma$  προς το  $\Delta$ . Η σχέση των εμβαδών των εγκάρσιων διατομών του σωλήνα στα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  είναι  $A_\Gamma = 2A_\Delta$ . Το μέτρο της ταχύτητας με την οποία κινείται το υγρό στο σημείο  $\Gamma$  είναι  $v_\Gamma$ . Τα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  απέχουν υψομετρικά κατά  $h$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Η φλέβα του υγρού που εξέρχεται από το στόμιο  $\Delta$  πέφτει σε σημείο  $K$  στην προέκταση της οριζόντιας ευθείας που διέρχεται από το σημείο  $\Gamma$ .



Η απόσταση  $ZK$  (βεληνεκές) είναι ίση με  $4h$ .

Η διαφορά πίεσης  $\Delta P$  μεταξύ των σημείων  $\Gamma$  και  $\Delta$  ισούται με

- i.  $2\rho v_\Gamma^2$       ii.  $\rho v_\Gamma^2$       iii.  $\frac{\rho v_\Gamma^2}{2}$

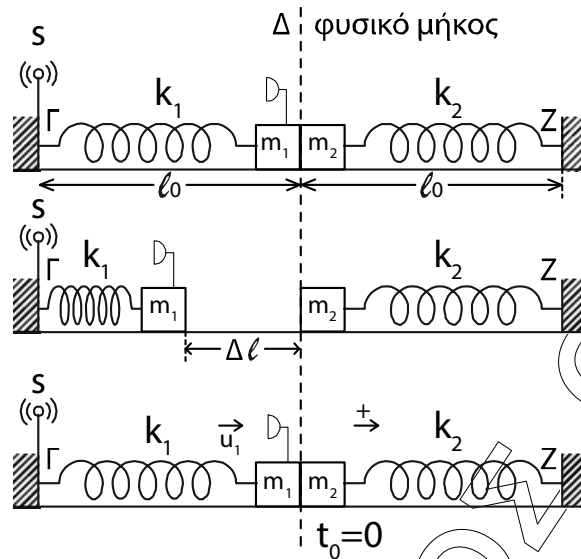
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 7**

## ΘΕΜΑ Γ



Τα ιδανικά ελατήρια του σχήματος με σταθερές  $k_1$  και  $k_2$  ( $k_1 = k_2 = k = 50 \text{ N/m}$ ) έχουν το ένα άκρο τους στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο ( $\Gamma$  και  $Z$ , αντίστοιχα). Στα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων συνδέονται τα σώματα  $m_1$  και  $m_2$ , με  $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$ .

Τα δύο σώματα αρχικά εφάπτονται μεταξύ τους και είναι ακίνητα. Τα ελατήρια βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος και οι άξονές τους βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

Στο άκρο  $\Gamma$  του ελατηρίου  $k_1$  υπάρχει ακίνητη ηχητική πηγή  $S$  που εκπέμπει συνεχώς ήχο συχνότητας  $f_s$ . Στο σώμα  $m_1$  έχει τοποθετηθεί αβαρής σημειακός δέκτης ηχητικών κυμάτων  $\Delta$ .

Εκτρέπουμε το σώμα  $m_1$  από τη θέση ισορροπίας, συμπιέζοντας το ελατήριο  $k_1$  κατά  $\Delta \ell = 0,4 \text{ m}$  και το αφήνουμε ελεύθερο. Τη στιγμή που το σώμα  $m_1$  διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του συγκρούεται πλαστικά με το σώμα  $m_2$ .

**Γ1.** Να υπολογίσετε το λόγο της συχνότητας  $f_1$  του ήχου που καταγράφει ο δέκτης λίγο πριν την κρούση προς την αντίστοιχη συχνότητα  $f_2$  που καταγράφει αμέσως μετά την κρούση.

**Μονάδες 7**

**Γ2.** Να δείξετε ότι το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = 2k$  και να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

**Μονάδες 6**

**Γ3.** Να υπολογίσετε σε πόσο χρόνο μετά την κρούση ο δέκτης καταγράφει για πρώτη φορά συχνότητα ίση με τη συχνότητα  $f_s$  που εκπέμπει η ηχητική πηγή.

**Μονάδες 6**

**Γ4.** Να υπολογίσετε το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του.

**Μονάδες 6**

Να θεωρήσετε:

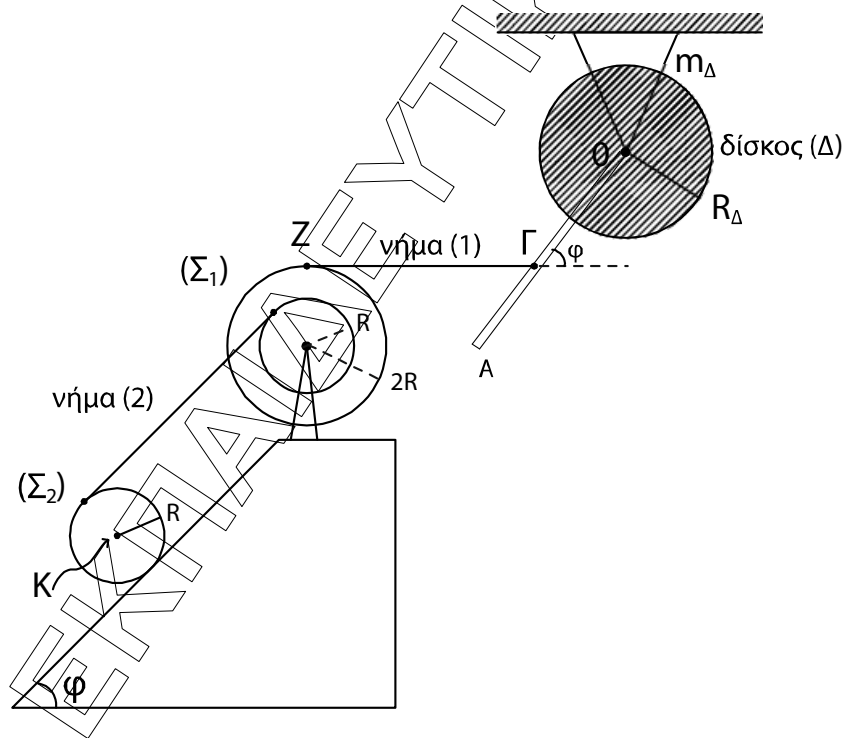
- ότι κατά την κρούση τα δύο σώματα δεν παραμορφώνονται
- θετική κατεύθυνση την κατεύθυνση κίνησης του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση

- αμελητέες τις τριβές, την αντίσταση του αέρα και το χρόνο κρούσης.
- ότι ο ηχητικός δέκτης δεν καταστρέφεται κατά την κρούση.
- Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα:  $v_{\eta\chi} = 340 \text{ m/s}$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Λεπτή ομογενής ράβδος  $OA$  μήκους  $\ell = 3\text{m}$  και μάζας  $M = 8\text{kg}$  είναι σταθερά συγκολλημένη με το ένα άκρο της  $O$  στο κέντρο ομογενούς δίσκου  $\Delta$  μάζας  $m_{\Delta} = 4\text{kg}$  και ακτίνας  $R_{\Delta} = \frac{\sqrt{2}}{2}\text{m}$ . Το σύστημα των δύο αυτών σωμάτων (ράβδου-δίσκου) μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές ως ένα σώμα γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο  $O$  και είναι κάθετος στο επίπεδο του δίσκου.

Το μέσον  $\Gamma$  της ράβδου  $OA$  έχει δεθεί με τη βοήθεια λεπτού οριζόντιου αβαρούς και μη εκτατού νήματος  $Z\Gamma$  (νήμα (1)) με διπλή τροχαλία  $\Sigma_1$  και η ράβδος σχηματίζει γωνία  $\varphi$  με την προέκταση του οριζόντιου νήματος  $Z\Gamma$ . Η διπλή τροχαλία αποτελείται από δύο ομογενείς συγκολλημένους ομοαξονικούς δίσκους με ακτίνες  $R$  και  $2R$ , όπου  $R = 0,2 \text{ m}$  και η ροπή αδράνειάς της ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετος στο επίπεδό της είναι ίση με  $I_{\text{cm(τροχαλίας)}} = 1,95 \text{ kg m}^2$ .



Ένα δεύτερο λεπτό, αβαρές και μη εκτατό νήμα (2), που είναι παράλληλο σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης  $\varphi$ , είναι τυλιγμένο πολλές φορές σε ένα λεπτό αυλάκι του εσωτερικού δίσκου ακτίνας  $R$  της τροχαλίας  $\Sigma_1$  και το άλλο του άκρο είναι τυλιγμένο στην περιφέρεια ενός ομογενούς κυλίνδρου  $\Sigma_2$  μάζας  $m = 30 \text{ kg}$  και ακτίνας  $R$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.

Το σύστημα όλων των σωμάτων του σχήματος ισορροπεί στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

- Δ1. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής  $O$ .

Μονάδες 4

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το νήμα  $ZΓ$  που συνδέει τη ράβδο με την τροχαλία κόβεται και ο κύλινδρος αρχίζει να εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση.

- Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής  $O$  τη χρονική στιγμή  $t = 0$ .

Μονάδες 5

- Δ3. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου τη χρονική στιγμή που η ράβδος γίνεται κατακόρυφη για πρώτη φορά μετά το κόψιμο του νήματος.

Μονάδες 5

- Δ4. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας  $K$  του ομογενούς κυλίνδρου (μονάδες 8) καθώς και την ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου όταν έχει διανύσει διάστημα  $s = 2\text{m}$  στο κεκλιμένο επίπεδο (μονάδες 3).

Μονάδες 11

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- η ροπή αδράνειας του δίσκου  $\Delta$  ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του είναι ίση με  $I_{\text{cm}(\Delta)} = \frac{1}{2} m_{\Delta} R_{\Delta}^2$
- η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της είναι ίση με  $I_{\text{cm}(\rho)} = \frac{1}{2} M \ell^2$
- η ροπή αδράνειας του ομογενούς κυλίνδρου  $\Sigma_2$  ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του είναι ίση με  $I_{\text{cm}(\text{κυλίνδρου})} = \frac{1}{2} m R^2$
- $\eta\mu\varphi = 0,8$ ,  $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$
- ο άξονας περιστροφής του ομογενούς κυλίνδρου  $\Sigma_2$  παραμένει συνεχώς οριζόντιος σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του
- το κεκλιμένο επίπεδο είναι μεγάλου μήκους
- η τροχαλία περιστρέφεται χωρίς τριβές
- το νήμα δεν ολισθαίνει στον κύλινδρο και στην τροχαλία
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα