ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

Α1. Η εναλλασσόμενη τάση που αναπτύσσεται στα άκρα ενός πλαισίου, που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με γωνιακή ταχύτητα ω, έχει τη μορφή $\upsilon = V \cdot ημωt$.

Αν διπλασιαστεί η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου, η εναλλασσόμενη τάση θα έχει τη μορφή:

α) $\upsilon = V \cdot ημωt$

β) $\upsilon = V \cdot ημ2ωt$

γ) $\upsilon = 2V \cdot ημ2ωt$

δ) $\upsilon = 2V \cdot ημωt$

Α2. Ιδανικό ρευστό ρέει σε σωλήνα μεταβλητής διατομής που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο. Σε ένα τμήμα του σωλήνα όπου η διατομή είναι Α, η ταχύτητα είναι ίση με υ. Σε ένα άλλο τμήμα του σωλήνα διατομής Α/2:

α) η ταχύτητα του ρευστού είναι ίση με υ/2.

β) η ταχύτητα του ρευστού είναι ίση με υ/4.

γ) η ταχύτητα του ρευστού είναι ίση με υ.

δ) παροχή του ρευστού παραμένει σταθερή.

Α3. Σε μια μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_o e^{-\Lambda t}$, όπου A_o είναι το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης και Λ είναι μια θετική σταθερά, ισχύει ότι:

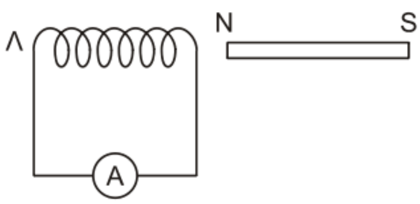
α) το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι σταθερό.

β) η περίοδος Τ της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b.

γ) περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης.

δ) το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι ανάλογο της απομάκρυνσης.

Α4. Στο κύκλωμα του **σχήματος 1** το πηνίο συγκρατείται ακίνητο.



Σχήμα 1

α) όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N)

β) όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται νότιος πόλος (S)

γ) όταν ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N)

δ) όταν ο μαγνήτης μένει ακίνητος, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).

Α5. 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) Δύο ρευματικές γραμμές ενός ρευστού δεν μπορούν να τέμνονται.

β) Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση κατά τον συντονισμό η ενέργεια μεταφέρεται από τον διεγέρτη στο ταλαντούμενο σύστημα κατά τον βέλτιστο τρόπο.

γ) Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής διαπερατότητας κάποιου υλικού στο σύστημα SI είναι το 1 Wb (1 Weber).

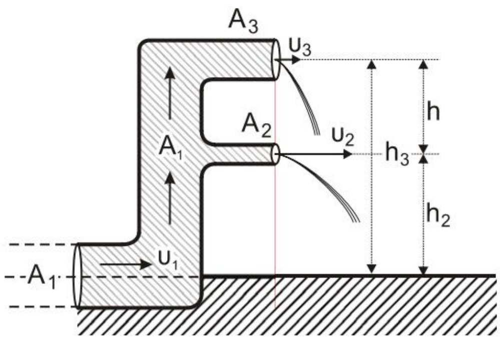
δ) Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού μεγάλου μήκους είναι ανοιχτές.

ε) Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση εναλλασσόμενων τάσεων και ρευμάτων δείχνουν ενεργές τιμές.

<u>ΘΕΜΑ Β</u>

Β1. Σε έναν οριζόντιο σωλήνα μεγάλου μήκους σταθερής διατομής A_1, κινείται ιδανικό ρευστό πυκνότητας ρ, με ταχύτητα $υ_1$. Το τελικό τμήμα του σωλήνα είναι κατακόρυφο και καταλήγει σε δύο οριζόντιους σωλήνες σταθερής διατομής $A_2 = 0,3A_1$ και $A_3 = 0,6A_1$, από τους οποίους το ιδανικό ρευστό εξέρχεται στην ατμόσφαιρα **(σχήμα 2).**

Οι οριζόντιοι σωλήνες απέχουν μεταξύ τους απόσταση h και βρίσκονται σε ύψη h_2 και h_3 αντίστοιχα από το έδαφος.



Σχήμα 2

Το ιδανικό ρευστό εξέρχεται από τους οριζόντιους σωλήνες με ταχύτητες $υ_2$ και $υ_3$ αντίστοιχα για τις οποίες ισχύει $υ_2 = 3υ_3$. Στο τμήμα του σωλήνα διατομής A_1 η κινητική ενέργεια του ιδανικού ρευστού ανά μονάδα όγκου είναι ίση με:

i. $\frac{9}{32}ρ \cdot g \cdot h$ **ii.** $\frac{3}{8}ρ \cdot g \cdot h$ **iii.** $\frac{8}{9}ρ \cdot g \cdot h$

Όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και $h = h_3 - h_2$.

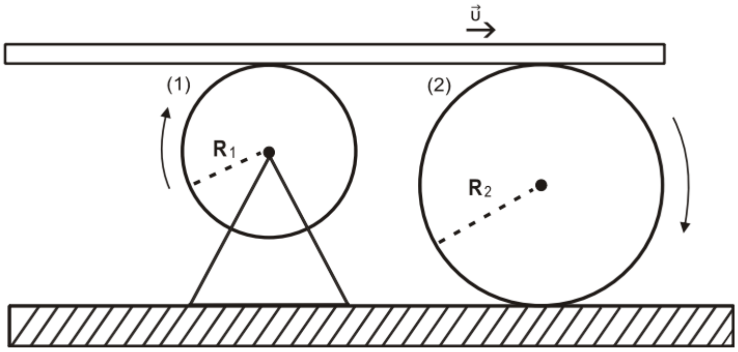
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Β2. Λεπτή σανίδα κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα $\vec{υ}$, χωρίς να ολισθαίνει, πάνω σε δύο τροχούς (1) και (2) αντίστοιχα όπως στο σχήμα 3. Ο τροχός (1) ακτίνας R_1 περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα χωρίς τριβές και ο τροχός (2) ακτίνας $R_2 = λ \cdot R_1$ (όπου $λ > 1$) κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει. Όταν η σανίδα σε χρόνο t έχει μετακινηθεί κατά x οι δύο τροχοί έχουν κάνει N_1 και N_2 περιστροφές αντίστοιχα. Ο λόγος των περιστροφών $\frac{N_1}{N_2}$ των δύο κυλίνδρων είναι ίσος με:

i. λ **ii.** 2λ **iii.** 4λ

Η σανίδα δεν χάνει την επαφή της κατά τη διάρκεια της κίνησης της πάνω στους δύο τροχούς.



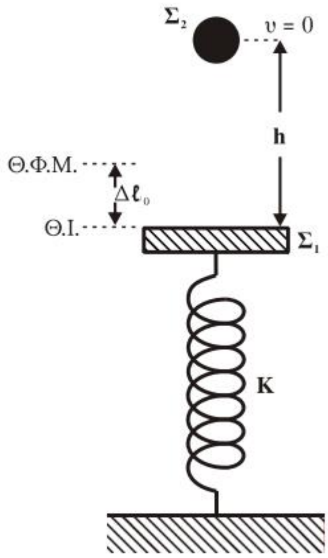
Σχήμα 3

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

B3. Σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο. Το ελατήριο είναι συμπιεσμένο κατά $Δ\ell_0$ σε σχέση με το φυσικό του μήκος όπως φαίνεται στο **σχήμα 4.** Από ύψος $h = 3Δ\ell_0$ πάνω από το $Σ_1$ στην ίδια κατακόρυφο με τον άξονα του ελατηρίου αφήνεται ελεύθερο σώμα $Σ_2$ μάζας $m_2 = m_1$, το οποίο συγκρούεται ακαριαία με το $Σ_1$ κεντρικά και πλαστικά.

Το συσσωμάτωμα που προκύπτει αμέσως μετά την κρούση εκτελεί αμείωτη απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς D = K και πλάτος A.



Σχήμα 4

Το πλάτος A της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι ίσο με:

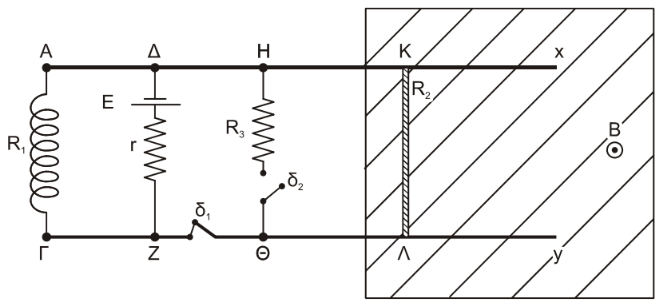
i. $\dfrac{2m \cdot g}{K}$ **ii.** $\dfrac{3m \cdot g}{K}$ **iii.** $\dfrac{4m \cdot g}{K}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ Γ

Οι δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί, Ax και Γy του **σχήματος 5,** έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1$ m. Τα άκρα τους A και Γ συνδέονται με σωληνοειδές ωμικής αντίστασης $R_1 = 6\ Ω$, του οποίου ο αριθμός των σπειρών ανά μονάδα μήκους είναι $n = N/\ell = 200$ σπείρες/m.



Σχήμα 5

Στα σημεία Δ και Ζ των παράλληλων αγωγών έχει συνδεθεί ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 24\ V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2\ \Omega$. Στα σημεία Η και Θ συνδέεται αντιστάτης ωμικής αντίστασης $R_3 = 1\ \Omega$ σε σειρά με τον διακόπτη δ_2, ενώ μεταξύ των σημείων Ζ και Θ παρεμβάλλεται διακόπτης δ_1.

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός ΚΛ, μάζας $m = 1\ kg$, μήκους $L = 1\ m$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 3\ \Omega$, του οποίου τα άκρα βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς Αx και Γy και μπορεί να ολισθαίνει παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς. Στην γραμμοσκιασμένη περιοχή του επιπέδου των αγωγών Αx και Γy εφαρμόζεται εξωτερικό ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\ T$ **(σχήμα 5),** του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο αυτό, με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Αρχικά ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός και ο διακόπτης δ_2 ανοιχτός. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί οριακά λόγω τριβής, που εμφανίζεται στα σημεία επαφής Κ και Λ, συνολικού μέτρου Τ.

Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης τριβής Τ.

Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον του άξονα του σωληνοειδούς. Θεωρείστε πως τα δύο μαγνητικά πεδία δεν αλληλεπιδρούν.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1. Την ίδια στιγμή στο μέσον του αγωγού ΚΛ και κάθετα σε αυτόν ασκείται κατάλληλη δύναμη F με φορά προς τα δεξιά, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή επιτάχυνση $\alpha = 4\ \frac{m}{s^2}$. ίδιας κατεύθυνσης με την δύναμη F.

Γ3. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την εξωτερική δύναμη σε συνάρτηση με τον χρόνο $F = F(t)$.

Η συνολική τριβή του αγωγού ΚΛ με τους οριζόντιους αγωγούς σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του είναι ίση με Τ.

Γ4. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού, ΚΛ στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t_1 = 1\ s$.

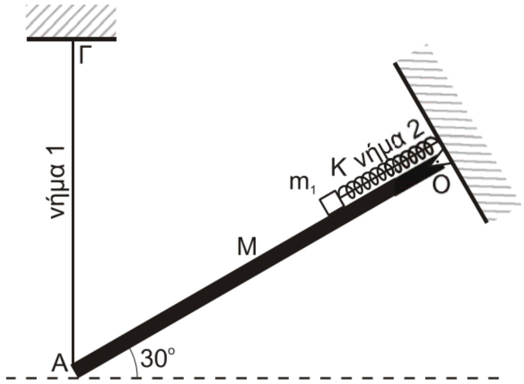
Η διάταξη κατά τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού ΚΛ παραμένει ακίνητη.

Δίνεται $K_\mu = 10^{-7}\ \frac{N}{A^2}$.

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Η ομογενής λεπτή, λεία ράβδος ΟΑ του **σχήματος 6** μάζας $M = 8\ kg$ και μήκους $L = 2\ m$ είναι αρθρωμένη στο άκρο της Ο και μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο ακλόνητο άξονα κάθετο στο επίπεδο του σχεδίου. Η ράβδος ισορροπεί δεμένη, στο άκρο της Α, από κατακόρυφο αβαρές, μη εκτατό νήμα 1 το πάνω άκρο του οποίου είναι ακλόνητα δεμένο στο Γ. Η ράβδος και το νήμα βρίσκονται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και η ράβδος σχηματίζει γωνία $\varphi = 30°$ με την οριζόντια διεύθυνση.

Επάνω στη ράβδο ισορροπεί σώμα μάζας $m_1 = 4\ kg$, μικρών διαστάσεων, που είναι δεμένο σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς Κ και σε αβαρές μη εκτατό νήμα 2 τα οποία είναι παράλληλα στη ράβδο και τα επάνω άκρα τους είναι ακλόνητα στερεωμένα **(σχήμα 6).** Στη θέση αυτή το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και το σώμα m1 βρίσκεται στη θέση Δ, όπου $O\Delta = 0,5\ m$.



Σχήμα 6

Δ1. Υπολογίστε τη δύναμη που δέχεται η ράβδος από το νήμα 1 στο άκρο της Α.

Δ2. Κάποια χρονική στιγμή κόβεται το νήμα 2 οπότε το σώμα m_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, με σταθερά επαναφοράς $D = K$, επάνω στη λεία ράβδο με ολική ενέργεια $E = 2\text{ J}$. Γράψτε τη χρονική εξίσωση της κινητικής ενέργειας ταλάντωσης της m_1 ως προς το χρόνο. Θεωρήστε $t = 0$ τη χρονική στιγμή που κόβεται το νήμα και θετική φορά από το Α προς το Ο.

Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του σώματος μάζας m_1 δεύτερο μικρό σώμα μάζας $m_2 = m_1$ που εκτοξεύεται από το άκρο Α της ράβδου, συγκρούεται κεντρικά ελαστικά (ακαριαία) με το σώμα μάζας m_1, έχοντας ακριβώς πριν την κρούση με το σώμα μάζας m_1, ταχύτητα μέτρου u_2, παράλληλη στη ράβδο με φορά προς τα επάνω. Τη στιγμή αυτή το σώμα m_1 έχει απομάκρυνση x_1, όπου $x_1 < 0$ (το σώμα μάζας m_2 μετά την κρούση απομακρύνεται).

Δ3. Να βρεθεί η απομάκρυνση x_1 ώστε το σώμα m_1 αμέσως μετά την κρούση να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με το μέγιστο δυνατό πλάτος.

Δ4. Αν δίνεται πως το νέο πλάτος ταλάντωσης της σώματος μάζας m_1 ισούται με 0,4 m, υπολογίστε την ταχύτητα u_2 του σώματος μάζας m_2.

Η ράβδος παραμένει σε ισορροπία σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου και δίνονται: $ημ30^\circ = \frac{1}{2}$, $συν30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\ \frac{m}{s^2}$.