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. Ιδανικό ρευστό ρέει σε οριζόντιο σωλήνα μεταβλητής διατομής. Η εξίσωση του Bernoulli παίρνει τη μορφή

α) $p+\frac{1}{2}\rho \upsilon^2 = \text{σταθερό}$

β) $p+\rho g y = \text{σταθερό}$

γ) $\frac{1}{2}\rho \upsilon^2 + \rho g y = \text{σταθερό}$

δ) $\frac{1}{2}\rho \upsilon^2 = \text{σταθερό}$

Α2. Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε κλειστό κύκλωμα, λόγω φαινομένου επαγωγής, εξαρτάται από

α) τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.

β) τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.

γ) την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

δ) την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει το κύκλωμα.

Α3. Η στιγμιαία ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος δίνεται από τη σχέση

α) $p = VI$

β) $p = \frac{VI}{2}$

γ) $p = V\eta\mu\omega t \; I\,\eta\mu\omega t$

δ) $p = V_{\varepsilon\nu} I_{\varepsilon\nu}$

Α4. Σε κάθε κεντρική ελαστική κρούση δύο σωμάτων

α) έχουμε ανταλλαγή ταχυτήτων.

β) έχουμε ανταλλαγή ορμών.

γ) έχουμε ανταλλαγή κινητικών ενεργειών.

δ) οι μεταβολές των ορμών των σωμάτων είναι αντίθετες.

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) Η μονάδα έντασης του μαγνητικού πεδίου στο S.I. είναι το 1 Tesla.

β) Στο χώρο γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται ομογενές μαγνητικό πεδίο.

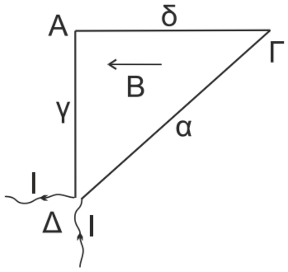
γ) Τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης έχουν πάντα την ίδια κατεύθυνση.

δ) Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση με απόσβεση, στην κατάσταση συντονισμού, το μέγιστο πλάτος εξαρτάται από τη σταθερά απόσβεσης b.

ε) Με τη βοήθεια του υδραυλικού ανυψωτήρα μπορούμε να κερδίσουμε σε δύναμη.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Το πλαίσιο ΑΓΔ έχει σχήμα ορθογώνιου τριγώνου με ορθή γωνία στο Α και πλευρές α, δ, γ, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 1.**



Σχήμα 1

Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης Ι και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $\vec{B}$.

Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι παράλληλες στην πλευρά ΑΓ του πλαισίου.

Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης , που δέχεται το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο, έχει τιμή

i. $\Sigma F = B\,I\,\gamma$ **ii.** $\Sigma F = 0$ **iii.** $\Sigma F = B\,I\,\alpha\,\eta\mu\Delta$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Β2. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας συχνότητας, οι οποίες πραγματοποιούνται γύρω από το ίδιο σημείο, στην ίδια διεύθυνση, με εξισώσεις:

- $x_1 = A_1 \eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$
- $x_2 = A_2 \eta\mu\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$

Για τα πλάτη A_1 και A_2 ισχύει $A_1 = A_2\sqrt{3}$.

Τη χρονική στιγμή $t = 0$, ο λόγος της κινητικής προς τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος είναι ίσος με:

i. $\frac{1}{3}$ **ii.** $\frac{1}{2}$ **iii.** 3

Δίνεται ότι: $\eta\mu\frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}$, $\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\eta\mu\frac{\pi}{3} = \eta\mu\frac{2\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

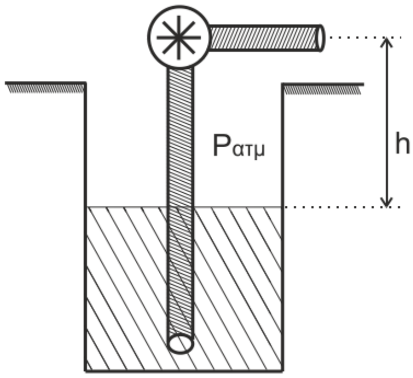
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Β3. Μια αντλία χρησιμοποιείται για την άντληση νερού από πηγάδι.

Η υψομετρική διαφορά της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στο πηγάδι και του σημείου εξόδου από το σωλήνα της αντλίας παραμένει σταθερή και ίση με h, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 2.**

Από την ενέργεια που προσφέρει η αντλία, 0,2 Joule ανά δευτερόλεπτο μετατρέπονται σε κινητική ενέργεια του νερού στην έξοδο.

Αν υποδιπλασιάσουμε μόνο το εμβαδόν διατομής στην έξοδο του σωλήνα της αντλίας, για να κρατήσουμε σταθερή την παροχή του νερού η αντλία θα πρέπει να αυξήσει την ισχύ της κατά



Σχήμα 2

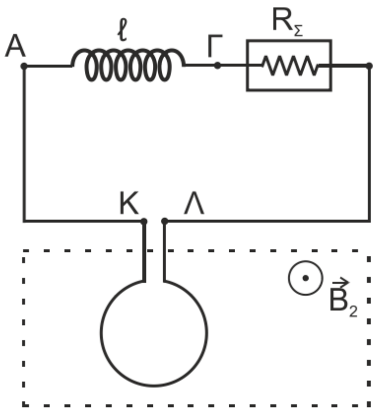
i. $0,6\ \frac{J}{s}$ **ii.** $0,8\ \frac{J}{s}$ **iii.** $0,2\ \frac{J}{s}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Το σωληνοειδές μήκους ℓ του **Σχήματος 3,** που έχει n = 500 σπείρες/m και ωμική αντίσταση $R_1 = 2\ \Omega$, έχει συνδεθεί με θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης R_Σ, η οποία, όταν στα άκρα της έχει τάση ίση με 10 V, λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 50 W.



Σχήμα 3

Στα σημεία Κ, Λ του κυκλώματος έχει συνδεθεί κυκλικός αγωγός ωμικής αντίστασης $R_2 = 2\ \Omega$. Ο αγωγός αυτός αποτελείται από N = 300 σπείρες ίδιας ακτίνας, εμβαδού $S = 0,25\ m^2$ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Το επίπεδο του αγωγού αυτού είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, οι οποίες έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό $\frac{\Delta B_2}{\Delta t} = 0,16\ \frac{T}{s}$.

Γ1. Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στον κυκλικό αγωγό, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

Γ2. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

Γ4. Αποσυνδέουμε το σωληνοειδές από το κύκλωμα, το κόβουμε στη μέση και συνδέουμε ξανά το ένα από τα δύο νέα σωληνοειδή στα σημεία Α, Γ, διατηρώντας το μήκος $\frac{\ell}{2}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1'$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου σωληνοειδούς, καθώς και την τελική ισχύ που αποδίδει τότε η θερμική συσκευή.

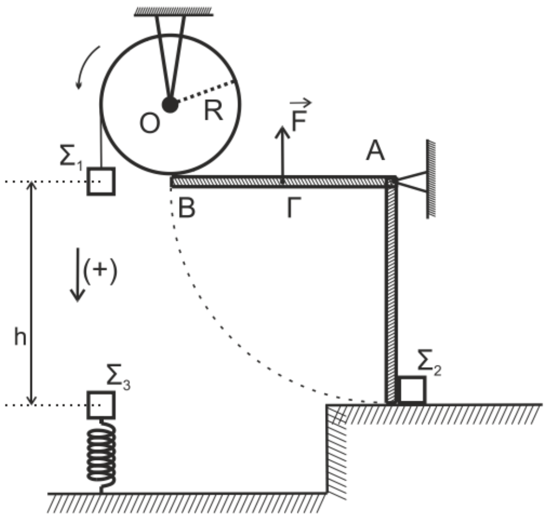
Δίνεται η σταθερά του μαγνητικού πεδίου $K_\mu = 10^{-7}\ \frac{N}{A^2}$.

Να μη γίνει αντικατάσταση του π, όπου αυτό εμφανιστεί.

ΘΕΜΑ Δ

Άκαμπτη, ομογενής και ισοπαχής ράβδος ΑΒ, μήκους $\ell = 1,2\ \text{m}$ και μάζας $M_\rho = 2\ \text{kg}$, έχει το άκρο της Α αρθρωμένο και ισορροπεί οριζόντια. Η ράβδος μπορεί να στρέφεται, χωρίς τριβές, σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Α.

Στο μέσον Γ της ράβδου ασκείται σταθερή κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα πάνω, μέτρου F = 80 N. Η ράβδος ΑΒ εφάπτεται με το άκρο της Β σε ομογενή τροχαλία, μάζας $M_T = 2\ \text{kg}$ και ακτίνας R, που είναι στερεωμένη σε οροφή και που μπορεί να στρέφεται, χωρίς τριβές, γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετος στο επίπεδό της **(Σχήμα 4).**



Σχήμα 4

Αβαρές και μη εκτατό νήμα είναι τυλιγμένο πολλές φορές στο αυλάκι της τροχαλίας και στο ελεύθερο άκρο του είναι δεμένο σώμα Σ_1, μικρών διαστάσεων και μάζας $m_1 = 1\ \text{kg}$. Η τροχαλία με την επίδραση της τριβής που δέχεται από τη ράβδο ισορροπεί οριακά.

Δ1. Να υπολογίσετε το συντελεστή οριακής τριβής μεταξύ ράβδου και τροχαλίας.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, καταργούμε τη δύναμη $\vec{F}$, με αποτέλεσμα η ράβδος να στραφεί γύρω από το άκρο της Α και η τροχαλία να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της. Όταν η ράβδος φθάσει στην κατακόρυφη θέση, το άκρο της Β συγκρούεται πλαστικά με ακίνητο σώμα Σ_2, μικρών διαστάσεων και μάζας $m_2 = 1\ \text{kg}$.

Δ2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Σ_2 αμέσως μετά την κρούση.

Κάτω από το σώμα Σ_1 και σε απόσταση h = 1,2 m βρίσκεται σώμα Σ_3, μάζας $m_3 = 3\ \text{kg}$, το οποίο ισορροπεί στο άνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\ \dfrac{\text{N}}{\text{m}}$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη στο έδαφος.

Τη χρονική στιγμή t_1, το σώμα Σ_1 συγκρούεται πλαστικά με το σώμα Σ_3 και ταυτόχρονα κόβεται το νήμα. Αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας $\vec{\upsilon}_1$ του σώματος $Σ_1$, τη χρονική στιγμή t_1 που συναντά το σώμα $Σ_3$.

Δ4. Να υπολογίσετε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συσσωματώματος.

Δ5. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του συσσωματώματος. Θεωρήστε χρονική στιγμή $t = 0$ τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά την προς τα κάτω.

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\,\frac{m}{s^2}$.
- η ροπή αδράνειας ράβδου ως προς άξονα που διέρχεται από το άκρο της Α $I_{(A)} = \frac{1}{3}M_\rho \ell^2$.
- η ροπή αδράνειας τροχαλίας ως προς τον άξονά της: $I_{cm(T)} = \frac{1}{2}M_T R^2$.

Να θεωρήσετε ότι:

- οι κρούσεις είναι ακαριαίες και κατά την πραγματοποίησή τους δεν έχουμε απώλεια μάζας.
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα.
- το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.