

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 4/4/2021
Διάρκεια 3 ώρες

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Δύο αντιστάτες R_1 και R_2 με $R_1 > R_2$ συνδέονται παράλληλα και στα άκρα του συνδυασμού τους εφαρμόζουμε εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V \cdot \eta\mu(\omega t)$.

- α) Η μέση ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης R_1 είναι ίση με αυτή που καταναλώνει ο αντιστάτης R_2 .
- β) Η ενεργός τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη είναι ίδια.
- γ) Η μέση ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης R_1 είναι μεγαλύτερη από αυτή που καταναλώνει ο αντιστάτης R_2 .
- δ) Η στιγμιαία τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 είναι κατ' απόλυτη τιμή μικρότερη από τη στιγμιαία τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_2 . (5 μονάδες)

Α2. Τετράγωνο πλαίσιο πλευράς a βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης B με το επίπεδό του παράλληλο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το τετράγωνο πλαίσιο ισούται με:

- α) $\Phi = 0$
- β) $\Phi = B \cdot a^2$
- γ) $\Phi = \frac{B \cdot a^2}{2}$
- δ) $\Phi = B \cdot a$ (5 μονάδες)

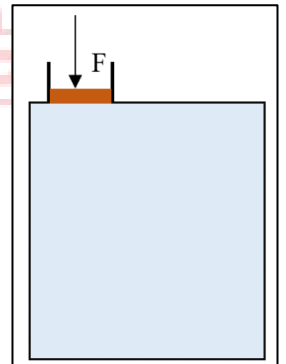
Α3. Μια μπάλα μάζας m κινούμενη οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $2v$, προσπίπτει κάθετα σε κατακόρυφο τοίχο και ανακλάται με ταχύτητα μέτρου v . Το μέτρο της μεταβολής της ορμής της είναι:

- α) $4mv$
- β) $3mv$
- γ) $2mv$
- δ) mv (5 μονάδες)

Α4. Δοχείο περιέχει ιδανικό υγρό και βρίσκεται εντός πεδίου βαρύτητας στον ατμοσφαιρικό αέρα. Στην πάνω βάση του δοχείου υπάρχει αβαρές εφαρμοστό έμβολο με εμβαδόν A το οποίο δεν εμφανίζει τριβές με τα τοιχώματα στα οποία εφάπτεται και ισορροπεί. Η κάτω βάση του δοχείου έχει εμβαδόν $4A$. Στο έμβολο αρχικά ασκείται κατακόρυφη δύναμη μέτρου F .

Αν αυξήσουμε το μέτρο της κατακόρυφης δύναμης που ασκείται στο έμβολο κατά $2F$ τότε το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο πυθμένας

- α) αυξάνεται κατά $2F$
- β) αυξάνεται κατά $4F$
- γ) αυξάνεται κατά $8F$
- δ) αυξάνεται κατά $0,25F$ (5 μονάδες)



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

- α) Η μαγνητική βελόνα προσανατολίζεται πάντα κατά μήκος της εφαπτομένης μιας μαγνητικής δυναμικής γραμμής.
- β) Η φέρουσα δύναμη σε έναν ηλεκτρομαγνητικό γερανό είναι αυτή που ασκείται στο σώμα που σηκώνει ο ηλεκτρομαγνητικός γερανός.
- γ) Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο σημείο γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό αυξάνεται καθώς η απόσταση του σημείου από τον αγωγό μεγαλώνει.
- δ) Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού ακτίνας r που αποτελείται από N σπείρες υπολογίζεται από τη σχέση $B = k_\mu \frac{2I}{r} N$.
- ε) Μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής στο S.I. είναι το 1 Weber. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

B1. Πλαίσιο αμελητέας ωμικής αντίστασης περιστρέφεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο και στα άκρα του δημιουργείται εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V \cdot \eta\mu(\omega t)$. Διαθέτουμε δύο αντιστάτες R_1 και R_2 . Αρχικά συνδέουμε τον κάθε αντιστάτη ξεχωριστά στα άκρα του πλαισίου. Όταν συνδέεται μόνος του ο αντιστάτης R_1 καταναλώνει μέση ισχύ \bar{P}_1 , ενώ όταν συνδέεται μόνος του ο αντιστάτης R_2 καταναλώνει μέση ισχύ \bar{P}_2 .

I. Όταν οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά και στη συνέχεια τους εφαρμόζουμε την παραπάνω εναλλασσόμενη τάση, τότε η μέση ισχύς \bar{P} του συνδυασμού των δύο αντιστατών είναι:

α) $\bar{P} = \frac{\bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2}{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}$ β) $\bar{P} = \bar{P}_1 + \bar{P}_2$ γ) $\bar{P} = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2}$

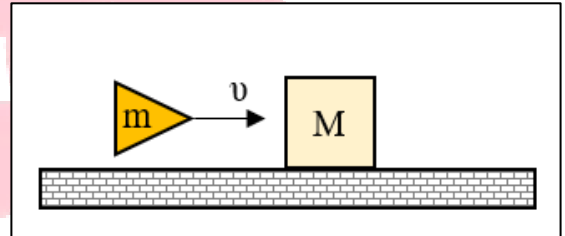
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

II. Όταν ο κάθε αντιστάτης είχε συνδεθεί μόνος του με την πηγή εναλλασσόμενης τάσης διαπιστώνεται ότι η μέση ισχύς του αντιστάτη R_1 είναι ίση με τη μέγιστη ισχύ του αντιστάτη R_2 . Όταν οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα και στη συνέχεια τους εφαρμόζουμε την παραπάνω εναλλασσόμενη τάση, τότε η μέση ισχύς \bar{P} του συνδυασμού των δύο αντιστατών είναι:

α) $\bar{P} = \frac{2}{3} \bar{P}_1$ β) $\bar{P} = \frac{1}{3} \bar{P}_1$ γ) $\bar{P} = \frac{3}{2} \bar{P}_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

B2. Βλήμα μάζας m κινείται οριζόντια έχοντας ταχύτητα μέτρου v ελάχιστα πριν συγκρουστεί κεντρικά και πλαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα μάζας $M = 3m$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η κρούση διαρκεί απειροελάχιστο χρόνο. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται κινείται στο τραχύ οριζόντιο δάπεδο και κάποια χρονική στιγμή ακινητοποιείται. Αν E_1 η ενέργεια που χάνεται κατά την



πλαστική κρούση και E_2 η ενέργεια που χάνεται λόγω της τριβής ολίσθησης τότε το πηλίκο $\frac{E_2}{E_1}$ είναι ίσο

με:

α) $\frac{1}{4}$ β) $\frac{1}{3}$ γ) $\frac{1}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε. (1+6 μονάδες)

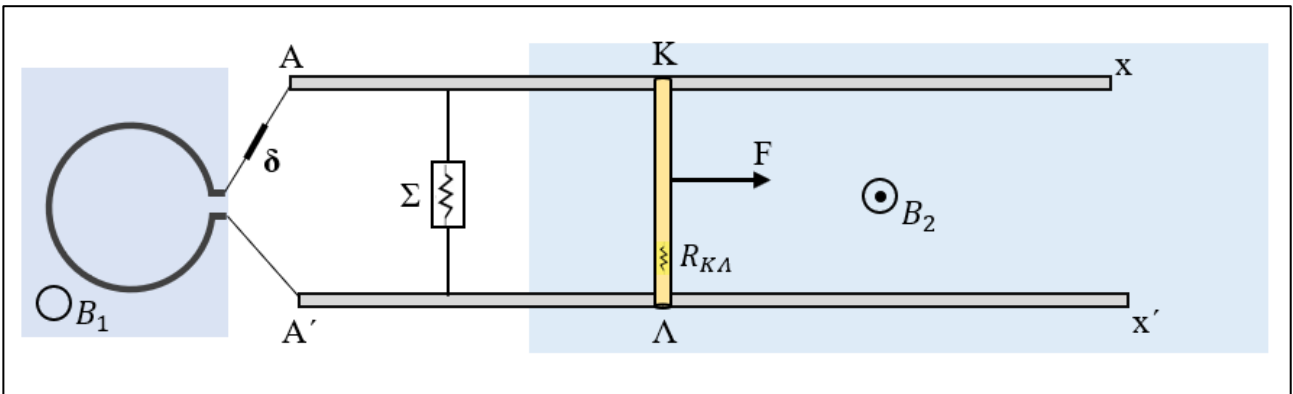
B3. Σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 κινείται ευθύγραμμα και συγκρούεται κεντρικά ελαστικά με αρχικά ακίνητη όμοια σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 . Η σφαίρα Σ_1 μεταβιβάζει στη σφαίρα Σ_2 όλη της την κινητική ενέργεια. Όταν η σφαίρα Σ_1 συγκρούεται ελαστικά αλλά όχι κεντρικά με την αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 , μετά την κρούση κινείται σε διεύθυνση που σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με την αρχική της πορεία. Σε αυτή την περίπτωση το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάζει η σφαίρα Σ_1 στη σφαίρα Σ_2 είναι

α) $\pi = 25\%$ β) $\pi = 50\%$ γ) $\pi = 75\%$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (2+6 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

Δύο παράλληλοι αγωγάμοι οδηγοί μεγάλου μήκους Ax και $A'x'$ αμελητέας ωμικής αντίστασης βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1m$. Στα άκρα A και A' έχει συνδεθεί μέσω διακόπτη (δ), κυκλικό πλαίσιο με το επίπεδό του οριζόντιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (κάτοψη). Η ωμική αντίσταση του πλαισίου είναι $R_{\pi} = 1,8\Omega$ και αποτελείται από $N = 20$ σπείρες. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο μεταβλητού μέτρου έντασης B_1 , περιορισμένου εύρους και άγνωστης κατεύθυνσης το οποίο αυξάνεται με σταθερό ρυθμό. Παράλληλα στο πλαίσιο έχει συνδεθεί θερμική συσκευή Σ η οποία έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $\ll 12W, 6V \gg$.

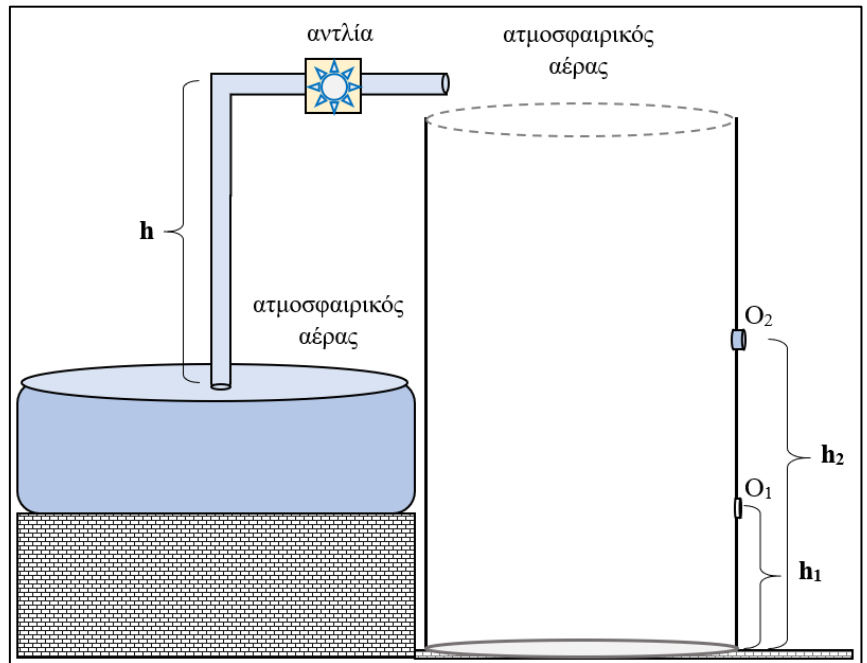


Πάνω στους οδηγούς και δεξιά της συσκευής είναι τοποθετημένος ευθύγραμμος αγωγός $K\Lambda$ μήκους $\ell = 1m$, μάζας $m = 0,4Kg$ και ωμικής αντίστασης $R_{K\Lambda} = 2\Omega$. Μεταξύ του αγωγού $K\Lambda$ και των παράλληλων οδηγών δεν εμφανίζεται τριβή. Ο αγωγός $K\Lambda$ και οι παράλληλοι οδηγοί βρίσκονται μέσα σε ένα δεύτερο κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο σταθερού μέτρου έντασης $B_2 = 1T$ μεγάλου μήκους, επίσης περιορισμένου εύρους με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Με τον διακόπτη (δ) κλειστό, ο αγωγός $K\Lambda$ ισορροπεί υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης σταθερού μέτρου $F = 2N$ όπως φαίνεται στο σχήμα.

- Γ1.** Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου \vec{B}_1 αιτιολογώντας την απάντησή σας. (1+2 μονάδες)
- Γ2.** Να βρείτε τον ρυθμό που μεταβάλλεται η μαγνητική ροή $\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$ που διέρχεται μέσα από μια σπείρα του κυκλικού πλαισίου και να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά. (4+3 μονάδες)
- Κάποια χρονική στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη (δ), ενώ συνεχίζουμε να ασκούμε τη δύναμη \vec{F} , οπότε ο αγωγός αρχίζει να κινείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 .
- Γ3.** Να εξηγήσετε γιατί ο αγωγός τελικά αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{ορ}$ και να την υπολογίσετε. (5 μονάδες)
- Γ4.** Να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά μετά την απόκτηση της οριακής ταχύτητας του αγωγού. (3 μονάδες)
- Γ5.** Από τη στιγμή που ο αγωγός $K\Lambda$ αρχίζει να κινείται και μέχρι να αποκτήσει την οριακή ταχύτητα, από μια διατομή του διέρχεται φορτίο ίσο με το φορτίο που διέρχεται από τη συσκευή σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2,25s$ όταν ο διακόπτης (δ) ήταν κλειστός. Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που παράγεται λόγω φαινομένου Joule στη διάταξη από τη στιγμή που άνοιξε ο διακόπτης και μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά την οριακή ταχύτητα. (6 μονάδες)

ΘΕΜΑ Δ

Κυλινδρικό δοχείο Δ_1 μεγάλου ύψους με εμβαδόν βάσης $A_\delta = 0,9m^2$ έχει στην παράπλευρη επιφάνεια δύο οπές O_1 και O_2 στην ίδια κατακόρυφο. Τα ύψη των οπών από το οριζόντιο δάπεδο είναι $h_1 = 0,8m$ και $h_2 = 1,8m$ αντίστοιχα. Οι οπές έχουν το ίδιο εμβαδόν διατομής $A = 2cm^2$ και αρχικά είναι σφραγισμένη με τάπα μόνο η οπή O_2 . Δίπλα στο κυλινδρικό δοχείο υπάρχει δεξαμενή μεγάλου όγκου γεμάτη με νερό. Με τη βοήθεια αντλίας θα αρχίσει να γεμίζει το κυλινδρικό δοχείο. Η άντληση του νερού από την επιφάνεια της δεξαμενής γίνεται μέσω κατακόρυφου σωλήνα ύψους $h = 1m$. Το εμβαδόν διατομής του σωλήνα στην έξοδο του νερού από την αντλία είναι $A_{αντ} = 4cm^2$. Κάποια χρονική στιγμή η αντλία μπαίνει σε λειτουργία έχοντας συνεχώς σταθερή παροχή οπότε και αρχίζει το γέμισμα του κυλινδρικού δοχείου Δ_1 . Για να φτάσει το νερό στο κυλινδρικό δοχείο Δ_1 στο ύψος h_1 και να αρχίσει η εκροή του νερού από την οπή O_1 χρειάζεται χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 15min$.



Να υπολογιστεί:

- Δ1.** η παροχή της αντλίας, (4 μονάδες)
Δ2. η ενέργεια που δαπάνησε η αντλία στο χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 15min$, (4 μονάδες)
Δ3. το ύψος H_1 από το οριζόντιο δάπεδο στο οποίο σταθεροποιείται η στάθμη του νερού στο κυλινδρικό δοχείο Δ_1 , (4 μονάδες)
Δ4. η ταχύτητα εκροής του νερού από την οπή O_1 τη χρονική στιγμή που ο ρυθμός αύξησης της μάζας του νερού στο δοχείο είναι $0,5 \frac{Kg}{s}$. (3 μονάδες)

Μεταβάλλουμε την ισχύ της αντλίας οπότε η παροχή της αυξάνεται κατά 150% και ταυτόχρονα αφαιρούμε την τάπα από τη δεύτερη οπή O_2 . Όταν το ύψος του νερού στο κυλινδρικό δοχείο σταθεροποιηθεί σε νέο ύψος H_2 διαπιστώνεται ότι η μέγιστη οριζόντια απόσταση που φτάνει η φλέβα του νερού που εξέρχεται από την οπή O_1 είναι μεγαλύτερη κατά $0,8m$ απ' ότι προηγουμένως.

- Δ5.** Να βρεθεί η ταχύτητα με την οποία εξέρχεται το νερό από την οπή O_2 . (5 μονάδες)

Τοποθετούμε ένα δεύτερο κυλινδρικό δοχείο Δ_2 ύψους $\ell = 60cm$ και ακτίνας βάσης $R = 20cm$ στη μεγαλύτερη δυνατή οριζόντια απόσταση από το πλευρικό τοίχωμα του κυλινδρικού δοχείου Δ_1 έτσι ώστε μόλις να εισέρχεται σε αυτό η φλέβα νερού που εξέρχεται από την οπή O_1 . Το ύψος του νερού στο κυλινδρικό δοχείο Δ_1 είναι σταθερό στην τιμή H_2 με το νερό εξέρχεται και από τις δύο οπές.

- Δ6.** Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται να γεμίσει το δεύτερο κυλινδρικό δοχείο Δ_2 . (5 μονάδες)

Δίνονται $g = 10 \frac{m}{s^2}$, $\rho_v = 10^3 \frac{Kg}{m^3}$, $\pi = 3,14$ και $\sqrt{3,84} = 0,8\sqrt{6} = 1,96$.