ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

ΘΕΜΑΤΑ

32ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

2η ΦΑΣΗ

(*Συμπληρώστε τα στοιχεία σας με μικρά γράμματα και τόνους*)

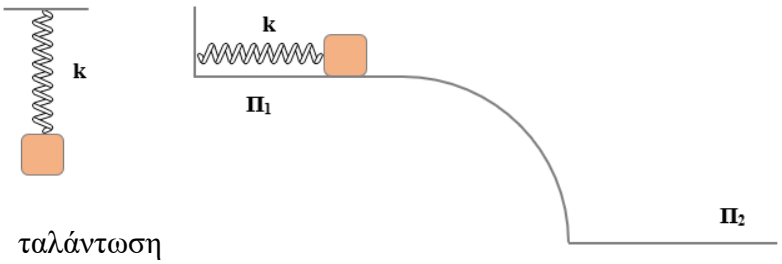
Επώνυμο: ……..…….	Όνομα μητέρας: ……
Όνομα: …….....	Πόλη: ……..…….
Όνομα πατέρα: ……..	Σχολείο: ……

ΘΕΜΑΤΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. Όταν ένα σώμα ισορροπεί στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k, που το πάνω άκρο του είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο, η επιμήκυνσή του είναι $\Delta\ell$. Τοποθετούμε το σύστημα ελατήριο-σώμα σε λείο οριζόντιο επίπεδο (Π_1) και το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Κάποια στιγμή καθώς το σώμα διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, αποκολλάται από το ελατήριο και συνεχίζει να κινείται στο οριζόντιο επίπεδο. Στη συνέχεια εισέρχεται στην κυρτή επιφάνεια λείου τεταρτοκυκλίου ακτίνας R και χάνει την επαφή του με αυτό σε ύψος h από το οριζόντιο δάπεδο (Π_2). Ισχύει η σχέση:



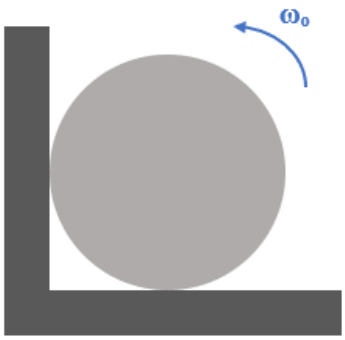
α. $h = \dfrac{A^2 + 3R\Delta\ell}{3\Delta\ell}$ **β.** $h = \dfrac{A^2 + 2R\Delta\ell}{3\Delta\ell}$

γ. $h = \dfrac{A^2 + R\Delta\ell}{3\Delta\ell}$ **δ.** $h = \dfrac{3A^2 + R\Delta\ell}{3\Delta\ell}$

i. Ποια είναι η σωστή απάντηση; *Μονάδες 2*

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *Μονάδες 10*

Α2. Κύλινδρος μάζας m και ακτίνας $R = 80$ cm στρέφεται με γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega_o = \dfrac{150}{13}$ r/s και τοποθετείται έτσι ώστε να έρχεται σε επαφή με κατακόρυφο τοίχωμα και οριζόντιο δάπεδο ταυτόχρονα τη χρονική στιγμή $t_o = 0$. Ο κύλινδρος εμφανίζει ίδιο συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,2$ και με τον τοίχο και με το δάπεδο, με τα οποία είναι συνεχώς σε επαφή. Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2 και η ροπή αδράνειας ως προς το κέντρο μάζας του κυλίνδρου $I_{cm} = \dfrac{1}{2}mR^2$.



Α2.Α. Ο κύλινδρος θα ακινητοποιηθεί τη χρονική στιγμή

α. $t_1 = 1,2$ s **β.** $t_1 = 1,4$ s **γ.** $t_1 = 1,8$ s **δ.** $t_1 = 2$ s

i. Ποια είναι η σωστή απάντηση; *Μονάδα 1*

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *Μονάδες 5*

Α2.Β. Αν η μάζα του κυλίνδρου είναι $m = 6760\ \text{g}$, τότε η θερμότητα που εκλύθηκε στο περιβάλλον εξαιτίας της επαφής του κυλίνδρου με τον κατακόρυφο τοίχο, από τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 ισούται με

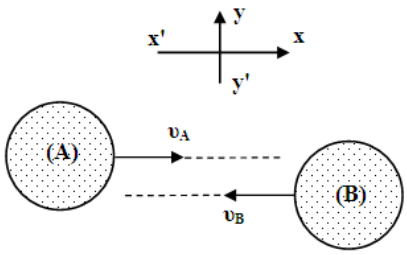
α. 24 J **β.** 48 J **γ.** 120 J **δ.** 144 J

i. Ποια είναι η σωστή απάντηση; *Μονάδα 1*

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *Μονάδες 6*

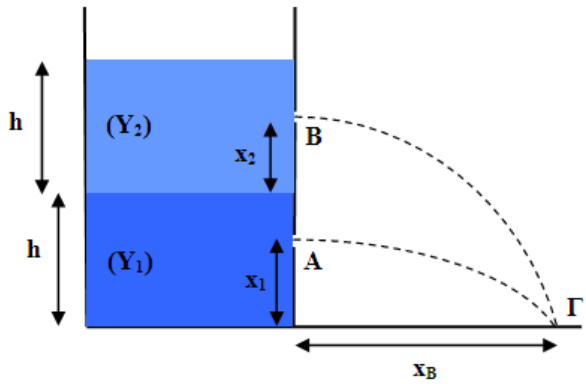
ΘΕΜΑ Β

Β1. Δύο όμοιοι λείοι επίπεδοι δίσκοι (Α) και (Β) κινούνται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ο ένας προς τον άλλο, έτσι ώστε οι ταχύτητες τους $\vec{\upsilon}_A$ και $\vec{\upsilon}_B$ αντίστοιχα, να έχουν διευθύνσεις παράλληλες στον οριζόντιο άξονα $x'x$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι ταχύτητες έχουν μέτρα $\upsilon_A = 2\ \text{m/s}$ και $\upsilon_B = \dfrac{2\cdot\sqrt{3}}{3}\ \text{m/s}$. Οι δίσκοι συγκρούονται ελαστικά και τη στιγμή της κρούσης η ευθεία που συνδέει τα κέντρα τους σχηματίζει με τον άξονα $x'x$ γωνία 150°. Δίνεται ότι $\eta\mu 30^o = \sigma\upsilon\nu 60^o = \dfrac{1}{2}$, $\eta\mu 60^o = \sigma\upsilon\nu 30^o = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$, $\eta\mu 45^o = \sigma\upsilon\nu 45^o = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$. Να υπολογίσετε τη γωνία που θα σχηματίζει η ταχύτητα του δίσκου (Α) με τον άξονα $x'x$ μετά την κρούση.



Μονάδες 8

Β2. Μέσα σε ένα δοχείο που βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, ηρεμούν δύο ιδανικά υγρά, τα οποία δεν αναμειγνύονται. Η πάνω επιφάνεια του υγρού (Y_1) βρίσκεται σε ύψος h από τη βάση του δοχείου, ενώ το υγρό έχει πυκνότητα ρ_1. Πάνω από το υγρό (Y_1) βρίσκεται το υγρό (Y_2), η ελεύθερη επιφάνεια του οποίου βρίσκεται σε ύψος $2\cdot h$ από τη βάση του δοχείου και είναι σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η πυκνότητα του υγρού (Y_2) ισούται με ρ_2. Για τις πυκνότητες ισχύει $\rho_1 = 2\rho_2$. Σε δύο σημεία Α και Β του τοιχώματος που βρίσκονται στην ίδια



κατακόρυφο υπάρχουν δύο μικρά ανοίγματα, που είναι σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το άνοιγμα Α βρίσκεται σε ύψος x_1 από τη βάση του δοχείου $(x_1 \le h)$ και το άνοιγμα Β βρίσκεται σε ύψος x_2 από την πάνω επιφάνεια του υγρού (Y_1), για το οποίο ισχύει $x_2 < h$. Από τα δύο ανοίγματα πετάγεται υγρό, το οποίο πέφτει στο ίδιο σημείο Γ του οριζόντιου επιπέδου. Θεωρούμε αμελητέα την αντίσταση του αέρα.

Β2. Α. Να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει το ύψος x_2 σε συνάρτηση με το ύψος h.

Μονάδες 9

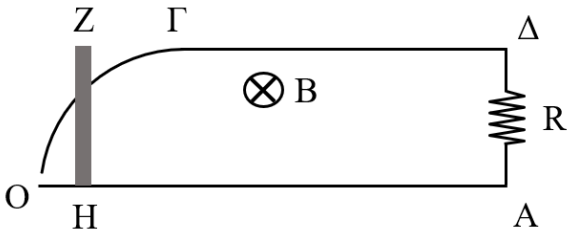
Β2. Β. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει το ύψος x_2 σε συνάρτηση με το ύψος h.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Δίνεται η διάταξη του σχήματος, η οποία βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\ \mathrm{T}$, με διεύθυνση κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο (Π) του σχήματος, με φορά από τον αναγνώστη προς το επίπεδο (Π). Η διάταξη αποτελείται από:

- τον αγωγό ΟΓ σχήματος τεταρτοκυκλίου ακτίνας $\ell = 1\ \mathrm{m}$ αμελητέας ωμικής αντίστασης
- τον ευθύγραμμο αγωγό ΟΑ αμελητέας ωμικής αντίστασης
- τον ευθύγραμμο αγωγό ΓΔ αμελητέας ωμικής αντίστασης, που είναι παράλληλος προς τον ΟΑ και απέχει απόσταση $\ell = 1\ \mathrm{m}$ από αυτόν.



Τα άκρα Α και Δ των αγωγών ΓΔ και ΟΑ συνδέονται αγώγιμα μέσω αντιστάτη αντίστασης $R = \dfrac{\pi}{2}\ \Omega$. Οι αγωγοί ΟΓ και ΟΑ δεν συνδέονται στο σημείο Ο. Ομογενής μικρού πάχους αγώγιμη ράβδος ΗΖ ωμικής αντίστασης $R_1 = \dfrac{\pi}{2}\ \Omega$ και μήκους $\ell = (\mathrm{HZ}) = 1\ \mathrm{m}$ κινείται στο επίπεδο (Π) παράλληλα στον εαυτό της, μένοντας πάντοτε κάθετη στον αγωγό ΟΑ. Το άκρο της Η είναι πάντοτε σε επαφή με τον αγωγό ΟΑ. Η ράβδος είναι επίσης κατά την κίνησή της συνεχώς σε επαφή με τον αγωγό ΟΓ ή τον αγωγό ΓΔ. Αρχικά η ράβδος είναι ακίνητη, έτσι ώστε το άκρο της Η να βρίσκεται στο σημείο Ο. Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ ασκούμε δύναμη $\vec{F}$ στο μέσο της ράβδου με διεύθυνση παράλληλη της ΟΑ, οπότε αρχίζει να κινείται με τέτοιο τρόπο, ώστε το σημείο επαφής της με τον αγωγό ΟΓ να έχει σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου

$\omega = \frac{\pi}{2}$ r/s. Η ράβδος φτάνει στο σημείο Γ τη χρονική στιγμή t_1 με ταχύτητα $\vec{\upsilon_1}$ και με την ταχύτητα αυτή συνεχίζει να κινείται, έως ότου φτάσει στα σημεία Α και Δ.

Γ1. Αν η θερμότητα που εκλύεται κατά την κίνηση της ράβδου ΗΖ, όταν είναι σε επαφή με τον αγωγό ΓΔ, ισούται με $Q = 2$ J, να υπολογίσετε το μήκος (ΓΔ).

Μονάδες 8

Γ2. Τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{1}{3}$ s, να υπολογίσετε την τάση από επαγωγή στο τμήμα της ράβδου που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Μονάδες 8

Γ3. Τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{1}{3}$ s, να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, καθώς και την ισχύ της δύναμης Laplace.

Μονάδες 9

Δίνονται $ημ\frac{\pi}{6} = συν\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$, $ημ\frac{\pi}{3} = συν\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $ημ\frac{\pi}{4} = συν\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΘΕΜΑ Δ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΑΓΩΓΟ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ

Έστω ένας ευθύγραμμος αγωγός με μήκος L, ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα με ένταση I. Εάν ο αγωγός τοποθετηθεί σε μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ με διεύθυνση κάθετη στις δυναμικές του γραμμές, αναμένεται να του ασκηθεί ηλεκτρομαγνητική δύναμη, ως η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται από το μαγνητικό πεδίο στα κινούμενα ηλεκτρικά φορτία.

Ας υποθέσουμε ότι φορείς (π.χ ελεύθερα ηλεκτρόνια) με ηλεκτρικό φορτίο q το καθένα που κινούνται με ταχύτητα υ, διανύουν το μήκος του αγωγού σε χρόνο Δ*t*, θα ισχύει: $L = \upsilon \cdot \Delta t$ και $\sum q = I\ \Delta t$, επομένως $L = \upsilon \frac{\sum q}{I}$ ή $\sum q \cdot \upsilon = L \cdot I$ (1).

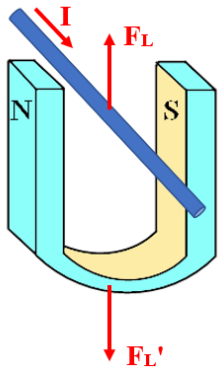
Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη (Lorentz) που ασκείται από μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές δίνεται από τη σχέση:

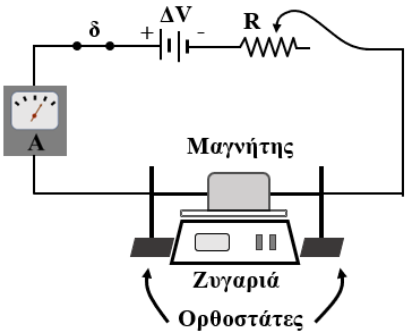
$F = B\upsilon q$, επομένως η αντίστοιχη δύναμη μακροσκοπικά στον αγωγό λόγω της (1) θα έχει μέτρο $F_L = \sum F = B\upsilon \sum q = BIL$ και είναι γνωστή ως δύναμη Laplace.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της δύναμης Laplace επιχειρείται με την περιγραφόμενη πειραματική διαδικασία.

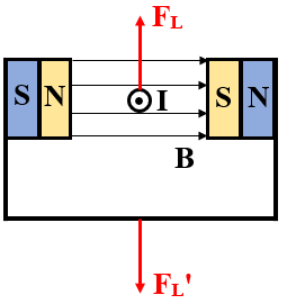
Δημιουργείται ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως φαίνεται στο σχήμα, το οποίο περιλαμβάνει ως τροφοδοτικό μια πηγή συνεχούς τάσης 24V σε σειρά με ροοστάτη, μέσω του οποίου μπορεί να μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος. Σε σειρά στο κύκλωμα συνδέεται ένας ευθύγραμμος αγωγός -σύρμα- ο οποίος διέρχεται, χωρίς να εφάπτεται, ανάμεσα από τους πόλους ενός πεταλοειδούς μαγνήτη τοποθετημένου στην επιφάνεια μιας ηλεκτρονικής ζυγαριάς. Η διεύθυνση του αγωγού είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Αρχικά το κύκλωμα είναι ανοιχτό επομένως η ένδειξη της ζυγαριάς που είναι η κάθετη δύναμη N_o, ισούται με το βάρος του μαγνήτη $W_o = m_o g$, συνεπώς είναι ανάλογη με τη μάζα του m_o. Εάν κλείσουμε το διακόπτη ανάλογα με την πολικότητα της πηγής άρα και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος στον αγωγό, η ένδειξη της ζυγαριάς θα μεταβληθεί, δείχνοντας ένα «φαινομενικό» βάρος W που θα ισούται με τη νέα κάθετη δύναμη $N = W_o \pm F_L'$ όπου η F_L' είναι η ηλεκτρομαγνητική δύναμη που ασκείται από τον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό στο μαγνήτη. Στην ουσία το μέτρο αυτής της δύναμης που προστίθεται ή αφαιρείται από το βάρος του μαγνήτη είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης F_L η οποία ασκείται από το μαγνήτη στον ρευματοφόρο αγωγό, ως ζεύγος δράσης – αντίδρασης. Σκοπός του πειράματος είναι η λήψη μετρήσεων για διάφορες τιμές του μήκους του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, προκειμένου να συσχετίσουμε το μέτρο της δύναμης F_L με το μήκος L του αγωγού και την ένταση I του ρεύματος που τον διαρρέει.





ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για διευκόλυνση των υπολογισμών ας θεωρήσουμε τη φορά των δυναμικών γραμμών και της έντασης του ρεύματος όπως στο σχήμα, οπότε το μέτρο της δύναμης F_L προστίθεται στο βάρος W_o του μαγνήτη, συνεπώς η ένδειξη της ζυγαριάς αυξάνεται. Εδώ να σημειώσουμε ότι η ζυγαριά δείχνει δύναμη, είναι όμως ρυθμισμένη ώστε η ένδειξή της να ισούται με τη μάζα.



Με ανοιχτό το διακόπτη σημειώνουμε την ένδειξη της ζυγαριάς $m_o = 260\ \text{g}$ η οποία αντιστοιχεί στο βάρος του μαγνήτη
$W_o = m_o g = 260 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}81\ \text{N}$=2,55 N.

Κλείνουμε το διακόπτη και ρυθμίζουμε ώστε η ένταση του ρεύματος να έχει την τιμή $I = 1\ \text{A}$ για κάθε τιμή του μήκους του αγωγού από $1\ \text{cm}$ έως $10\ \text{cm}$ που επιλέγουμε να βρίσκεται κάθε φορά μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Σημειώνουμε για κάθε τιμή αυτού του μήκους την ένδειξη της ζυγαριάς και καταχωρούμε τα αποτελέσματα στον Πίνακα 1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Αγωγός	Μήκος L (cm)	Ένταση I (A)	Ένδειξη ζυγαριάς m (g)
L1	1	1	260,102
L2	2	1	260,205
L3	3	1	260,307
L4	4	1	260,407
L5	5	1	260,510
L6	6	1	260,612
L7	7	1	260,715
L8	8	1	260,817
L9	9	1	260,918
L10	10	1	261,020

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία της λήψης μετρήσεων επιλέγοντας ένα συγκεκριμένο σταθερό μήκος του αγωγού $L = 4{,}0\ \text{cm}$, ρυθμίζοντας ώστε η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος να λαμβάνει διάφορες τιμές από $0{,}2\ \text{A}$ έως $2\ \text{A}$. Σημειώνουμε για κάθε τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος την ένδειξη της ζυγαριάς και καταχωρούμε τα αποτελέσματα στον Πίνακα 2:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Αγωγός	Ένταση *I (A)*	Μήκος (cm)	Ένδειξη ζυγαριάς (g)
I1	0,2	4	260,082
I2	0,4	4	260,164
I3	0,6	4	260,245
I4	0,8	4	260,325
I5	1,0	4	260,408
I6	1,2	4	260,490
I7	1,4	4	260,571
I8	1,6	4	260,652
I9	1,8	4	260,734
I10	2,0	4	260,815

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Σε κάθε «ένδειξη» m της ζυγαριάς λόγω της ισορροπίας θα ισχύει $N = W_o + F_L$ ή $mg = m_o g + F_L$ ή $(m - m_o)g = F_L$ ή $F_L = \Delta m \cdot g$.

Δ1. Από τις μετρήσεις του Πίνακα 1 να συμπληρώσετε τα στοιχεία στον Πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Αγωγός	I (A)	L(x 10^{-2}m)	m_0 (g)	m (g)	Δm (g)	F_L (x 10^{-3}N)
L1	1	1	260	260,102		
L2	1	2	260	260,205		
L3	1	3	260	260,307		
L4	1	4	260	260,407		
L5	1	5	260	260,510		
L6	1	6	260	260,612		
L7	1	7	260	260,715		
L8	1	8	260	260,817		
L9	1	9	260	260,918		
L10	1	10	260	261,020		

Μονάδες 4

Δ2. Σε σύστημα ορθογώνιων αξόνων να κάνετε τη γραφική παράσταση της δύναμης (άξονας $y'y$) με το μήκος L του αγωγού (άξονας $x'x$), προσδιορίζοντας τα σημεία από τα δεδομένα του Πίνακα 3. Ποιό είναι το συμπέρασμα από τη μορφή της γραφικής παράστασης;

Μονάδες 3

Δ3. Από τις μετρήσεις του Πίνακα 2 να συμπληρώσετε τα στοιχεία στον Πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Αγωγός	I (A)	L(x 10^{-2}m)	m_0 (g)	m (g)	Δm (g)	F_L (x 10^{-3}N)
I1	0,2	4	260	260,082		
I2	0,4	4	260	260,163		
I3	0,6	4	260	260,245		
I4	0,8	4	260	260,326		
I5	1,0	4	260	260,408		
I6	1,2	4	260	260,490		
I7	1,4	4	260	260,571		
I8	1,6	4	260	260,652		
I9	1,8	4	260	260,734		
I10	2,0	4	260	260,815		

Μονάδες 4

Δ4. Σε σύστημα ορθογώνιων αξόνων να κάνετε τη γραφική παράσταση της δύναμης (άξονας $y'y$) με την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό

(άξονας $x'x$), προσδιορίζοντας τα σημεία από τα δεδομένα του Πίνακα 4. Ποιό είναι το συμπέρασμα από τη μορφή της γραφικής παράστασης;

Μονάδες 3

Δ5. Πως διατυπώνεται το συμπέρασμα που προέκυψε από τις προηγούμενες διαπιστώσεις;

Μονάδες 4

Δ6. Τι εκφράζεται από την κλίση κάθε διαγράμματος;

Μονάδες 3

Δ7. Έχουμε τη δυνατότητα υπολογισμού κάποιου μεγέθους της διάταξης από την τιμή της κλίσης;

Μονάδες 4