



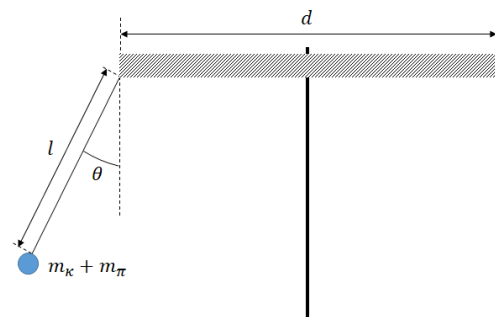
ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα Α4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα Α4 θα αναγράψετε τα ονομαστικά στοιχεία σας.
2. Όλα τα ζητούμενα αριθμητικά αποτελέσματα πρέπει ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ να μεταφερθούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις και το τυπολόγιο.
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε το τετράδιο (ή τα φύλλα Α4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα Α4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία **ΔΕΝ** θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΘΕΜΑ

Στο παιχνίδι του Λούνα Παρκ που φαίνεται στην διπλανή εικόνα, οι αναβάτες προσδένονται στα καθίσματα, η κυκλική οροφή ανυψώνεται σε ασφαλή απόσταση από το έδαφος και τίθεται σε περιστροφή, με το επίπεδό της οριζόντιο. Στην άσκηση αυτή, για λόγους απλότητας θα θεωρήσουμε ότι το κάθισμα κρέμεται από μία μοναδική αλυσίδα (όπως φαίνεται στο σχήμα) και όχι τέσσερις, (όπως φαίνεται στην φωτογραφία), το σημείο ανάρτησης της οποίας βρίσκεται στην περιφέρεια της οροφής. Γνωρίζουμε ότι η οροφή έχει διάμετρο $d = 12\sqrt{3}m$, το κάθισμα έχει μάζα $m_k = 10kg$, η αλυσίδα ανάρτησης από την οροφή έχει μήκος $l = 8\sqrt{3}m$ και αμελητέα μάζα, ενώ το παιδί έχει μάζα $m_\pi = 40kg$. Όταν το σύστημα περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, η αλυσίδα σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ με την κατακόρυφο.



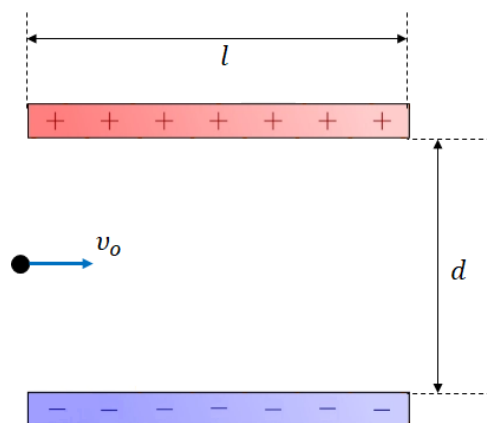
A.1. Να υπολογίσετε την τάση T της αλυσίδας.

A.2. Να υπολογίσετε την επιτροχία ταχύτητα v_ϵ του παιδιού.

A.3. Πόση πρέπει να γίνει η γωνιακή ταχύτητα της οροφής ώστε η αλυσίδα ανάρτησης να γίνει οριζόντια; Δίνεται $g = 10m/s^2$ στην τοποθεσία του Λούνα Παρκ.

2^ο ΘΕΜΑ

Ηλεκτρόνιο εισέρχεται με οριζόντια ταχύτητα v_o σε χώρο όπου υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται από τις οριζόντιες ακλόνητες πλάκες ενός πυκνωτή, οι οποίες έχουν μήκους l και βρίσκονται σε απόσταση d . Το σημείο εισόδου του ηλεκτρονίου ισαπέχει από τους οπλισμούς του πυκνωτή, ο οποίος βρίσκεται υπό τάση V . Γνωρίζοντας το φορτίο q_e και την μάζα m_e του ηλεκτρονίου και αγνοώντας βαρυτικές δυνάμεις σε αυτό, να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα:



B.1. Να περιγράψετε την κίνηση του ηλεκτρονίου με αναφορά στις εξισώσεις κίνησης, το σχήμα της τροχιάς



7/3/2025

και στα φυσικά μεγέθη που την καθορίζουν, προσδιορίζοντας τις τιμές τους βάσει των δεδομένων που δίνονται ανωτέρω.

B.2. Να αποδείξετε ότι η ελάχιστη τιμή $v_{o,min}$ της ταχύτητας εισόδου, ώστε το ηλεκτρόνιο να εξέλθει από το ηλεκτρικό πεδίο χωρίς να συγκρουστεί με τις πλάκες του πυκνωτή, είναι

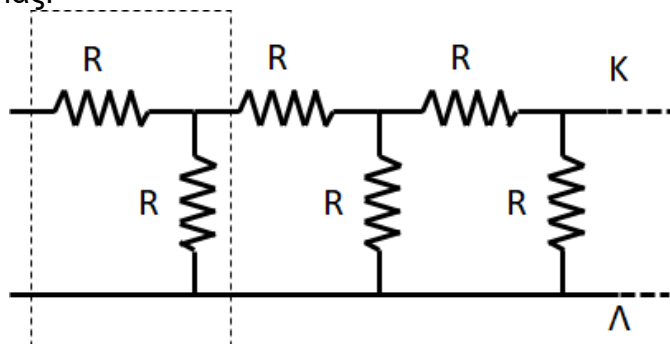
$$\frac{l}{d} \sqrt{\frac{q_e V}{m_e}}.$$

B.3. Για αυτή την ελάχιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας εισόδου να υπολογίσετε τον χρόνο κίνησης $t_{κιν}$ του ηλεκτρονίου εντός του ηλεκτρικού πεδίου.

B.4. Να υποθέσετε ότι το ηλεκτρόνιο ξεκίνησε την κίνησή του από σημείο που βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυκνωτή, δηλαδή εκτός ηλεκτρικού πεδίου. Στην συνέχεια, διερχόμενο μέσα από το πεδίο, επιταχύνθηκε (δηλαδή αύξησε την κινητική του ενέργεια, χωρίς να μεταβληθεί η ενέργεια του πυκνωτή, ο οποίος διατηρείται σε τάση V) και εξετράπη της πορείας του. Εξερχόμενο του πεδίου, το σωματίδιο κινήθηκε ευθύγραμμα και ομαλά μέχρι να βρεθεί και πάλι σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυκνωτή. Καταλήγουμε λοιπόν ότι το σύστημα φορτίο πυκνωτής παραβιάζει τόσο την αρχή διατήρησης της ενέργειας, όσο και την αρχή διατήρησης της ορμής. Συμφωνείτε; Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

3° ΘΕΜΑ

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος, όπου $R = (\sqrt{5} - 1)\Omega$. Οι διακεκομμένες γραμμές στα σημεία K και Λ υπονοούν ότι το τμήμα του κυκλώματος που οριοθετείται από το πλαίσιο επαναλαμβάνεται προς τα δεξιά N φορές με $N \gg 1$). Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση $R_{ολ}$ της συνδεσμολογίας.

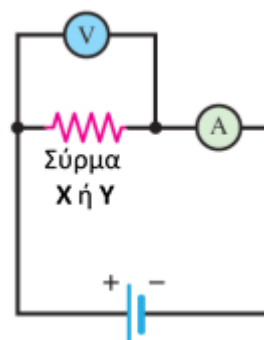


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4° ΘΕΜΑ

Σας έχουν δοθεί δύο σύρματα X και Y από διαφορετικά υλικά. Συνδέουμε διαδοχικά τα δύο σύρματα στο διπλανό κύκλωμα και, μεταβάλλοντας την τάση της ηλεκτρικής πηγής, μετράμε με το αμπερόμετρο (A) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, καθώς με την τάση στα άκρα του σύρματος με το βολτόμετρο (V).

Δ.1. Πήραμε τις μετρήσεις που καταγράφονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας. Μελετώντας τον Πίνακα με τα πειραματικά δεδομένα, να δώσετε την εκτίμησή σας αν πρόκειται για ωμικούς ή μη αγωγούς, αιτιολογώντας την απάντησή σας.





α/α	Τάση στα άκρα σύρματος V (V)	Σύρμα X I_X (mA)	Σύρμα Y I_Y (mA)
1	-2,0	-0,74	-0,37
2	-1,0	-0,37	-0,19
3	0,0	0,00	0,00
4	1,0	0,37	0,19
5	2,0	0,74	0,37

Δ.2. Στον προβλεπόμενο χώρο του Φύλλου Απαντήσεων να σχεδιάσετε σε κοινό διάγραμμα τις γραφικές παραστάσεις $I_X = f(V)$ και $I_Y = g(V)$ καθώς και τις δύο καλύτερες καμπύλες που προσεγγίζουν κάθε σειρά πειραματικών δεδομένων.

Δ.3. Επιβεβαιώνουν αυτές οι γραφικές παραστάσεις την εκτίμησή σας στο πρώτο ερώτημα, είναι δηλαδή οι δύο αγωγοί ωμικοί και, αν ναι, μπορείτε από τις δύο γραφικές παραστάσεις να υπολογίσετε τις αντιστάσεις R_X , R_Y των δύο συρμάτων; Δώστε το αποτέλεσμα με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

Δ.4. Να δικαιολογήσετε θεωρητικά ότι η αντίσταση που υπολογίζουμε με αυτό το κύκλωμα είναι ελαφρά μικρότερη από την πραγματική της τιμή. Ποιος παράγοντας καθορίζει το μέγεθος της απόκλισης μεταξύ πειραματικής και πραγματικής τιμής της αντίστασης;

Δ.5. Συνδέουμε τα δύο σύρματα X και Y πρώτα σε σειρά και μετά παράλληλα. Σε κάθε περίπτωση συνδέουμε το σύστημα των δύο συρμάτων με την ίδια ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης. Σε ποια αντίσταση καταναλώνεται περισσότερη ηλεκτρική ισχύς σε κάθε περίπτωση;



ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Οριζόντια Βολή - Κυκλική Κίνηση

$x = v_0 t$	$v_x = v_0$	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = \frac{\theta}{t}$	$a_k = \frac{v^2}{R}$
$y = \frac{1}{2} g t^2$	$v_y = g t$	$v = \frac{s}{t}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$F_k = m a_k$
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$f = \frac{N}{t}$	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$v = \omega R$	$F_k = \frac{m v^2}{R}$

Ορμή

$\vec{p} = m\vec{v}$	$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$	$\Sigma \vec{F}_{\text{εξ}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{p}_{\text{ολ(αρχ)}} = \vec{p}_{\text{ολ(τελ)}}$
----------------------	---	--

Κινητική Θεωρία των Αερίων

$pV = \text{σταθ. για } n, T = \text{σταθ.}$ Νόμος του Boyle	$\frac{p}{T} = \text{σταθ. για } n, V = \text{σταθ.}$ Νόμος του Charles	$\frac{V}{T} = \text{σταθ. για } n, p = \text{σταθ.}$ Νόμος του Gay-Lussac
---	--	---

$pV = nRT$	$p = \frac{\rho}{M} RT$	$p = \frac{1}{3} \frac{Nm\bar{v}^2}{V}$	$\bar{K} = \frac{3}{2} kT$	$v_{\text{εφ}} = \sqrt{\bar{v}^2}$	$v_{\text{εφ}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$
------------	-------------------------	---	----------------------------	------------------------------------	--

Θερμοδυναμική

$\Delta W = p\Delta V$	$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$W = \frac{p_{\text{τ}} V_{\text{τ}} - p_{\text{α}} V_{\text{α}}}{1 - \gamma}$	$e = 1 - \frac{ Q_c }{Q_h}$
$U = \frac{3}{2} nRT$	$pV^\gamma = \text{σταθ.}$	$e = \frac{W}{Q_h}$	$e = 1 - \frac{T_c}{T_h} \text{ (Carnot)}$
$Q = \Delta U + W$	$W = -\Delta U$		

Ηλεκτρικό Πεδίο

$F = k_c \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$	$E = k_c \frac{ Q }{r^2}$	$U_\infty = 0, V_\infty = 0$	$E = \frac{V}{d}$	$C = \frac{Q}{V}$
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$	$U_A = W_{A \rightarrow \infty}$	$x = v_0 t \pm \frac{1}{2} a t^2$	$C = \epsilon_0 \frac{S}{\ell}$
$E = \frac{F}{ q }$	$V = \frac{U}{q}$	$U = k_c \frac{Qq}{r}$	$v = v_0 \pm at$	$U = \frac{1}{2} C V^2$
	$W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)$	$V = k_c \frac{Q}{r}$	$a = \frac{qE}{m} = \frac{qV}{md}$	

Βαρυντικό Πεδίο

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$V_A = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{m}$	$V = -G \frac{M}{r}$	$V = -G \frac{M_\Gamma}{R_\Gamma + h}$
$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$	$U_\infty = 0$	$U = -G \frac{m_1 m_2}{r}$	$g_0 = G \frac{M_\Gamma}{R_\Gamma^2}$
$W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$	$V_\infty = 0$	$g = G \frac{M_\Gamma}{(R_\Gamma + h)^2}$	$v_{\text{διαφυγής}} = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma + h}}$
$W_{A \rightarrow B} = m(V_A - V_B)$	$g = G \frac{M}{r^2}$		

Ηλεκτρικό Ρεύμα

$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{V}{R}$	$V = V_1 + V_2$	$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$P = I^2 R$	$\mathcal{E} = \frac{P}{I}$
$\Sigma I = 0$	$R = \rho \frac{\ell}{S}$	$R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2$	$W = VIt$	$P = \frac{V^2}{R}$	$V_\pi = \mathcal{E} - Ir$
$\Sigma(\Delta V) = 0$	$\rho = \rho_0(1 + \alpha\theta)$	$I = I_1 + I_2$	$P = \frac{W}{t}$	$Q = I^2 R t$	$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$
$R = \frac{V}{I}$	$I = I_1 = I_2$	$V = V_1 = V_2$	$P = VI$	$\mathcal{E} = \frac{W}{q}$	



Φως

$c = \lambda f$	$n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$	$K = k_c \frac{e^2}{2r}$	$E = -k_c \frac{e^2}{2r}$	$E = \frac{E_1}{n^2}$
$E = hf$	$L = mvr$			
$n = \frac{c_0}{c}$	$E_a - E_\tau = hf$	$U = -k_c \frac{e^2}{r}$	$r_n = n^2 r_1$	$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV}$

Σταθερές

$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$	$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$	$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$	$M_\Gamma = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
$k_c = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$	$R_\Gamma = 6400 \text{ km}$	$E_1 = -13,6 \text{ eV}$	$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
	$g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$	$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$	$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
		$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$	

Σύμβολα

x, y : Θέση	ω : Γωνιακή ταχύτητα	e : Συντελεστής απόδοσης	c : Ταχύτητα του φωτός
v : Ταχύτητα	W : Έργο	q, Q : Φορτίο	λ : Μήκος κύματος
a : Επιτάχυνση	K : Κινητική ενέργεια	V : Δυναμικό, Διαφορά δυναμικού	L : Στροφορμή
m, M : Μάζα	U : Δυναμική ενέργεια	C : Χωρητικότητα	E : Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου
F : Δύναμη	p : Ορμή	R : Αντίσταση	g : Επιτάχυνση λόγω βαρύτητας
s : Διάστημα	ρ : Πυκνότητα	ρ : Ειδική αντίσταση	I : Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος
f : Συχνότητα	p : Πίεση	P : Ισχύς	
T : Περίοδος	Q : Θερμότητα	$\mathcal{E}$: ΗΕΔ πηγής	
θ : Γωνία	U : Εσωτερική ενέργεια		

Μονάδες Μέτρησης Μεγεθών

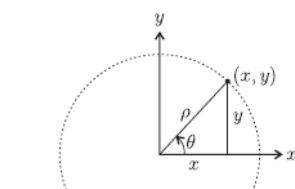
μέτρο, m	νιούτον, N	τζούλ, J	κουλόμπ, C	Ωμ, Ω
χιλιόγραμμα, kg	ακτίνιο, rad	βάτ, W	βόλτ, V	αμπέρ, A
δευτερόλεπτο, s	χέρτζ, Hz	πασκάλ, Pa	φαράντ, F	

Πολλαπλασία - Υποπολλαπλασία

$10^{12} \rightarrow \text{Tera (T)}$	$10^3 \rightarrow \text{kilo (k)}$	$10^{-6} \rightarrow \text{micro (}\mu\text{)}$
$10^9 \rightarrow \text{Giga (G)}$	$10^{-2} \rightarrow \text{centi (c)}$	$10^{-9} \rightarrow \text{nano (n)}$
$10^6 \rightarrow \text{Mega (M)}$	$10^{-3} \rightarrow \text{milli (m)}$	$10^{-12} \rightarrow \text{pico (p)}$

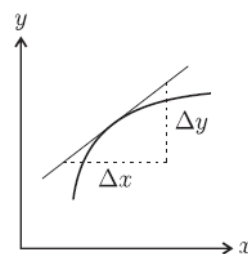
Μαθηματικό Βοήθημα

θ (°)	$\eta\mu\theta$	$\sigma\upsilon\nu\theta$	$\epsilon\varphi\theta$
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	—
180°	0	-1	0
270°	-1	0	—



$$\rho^2 = x^2 + y^2$$

$$\eta\mu\theta = \frac{y}{\rho}, \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{x}{\rho}, \epsilon\varphi\theta = \frac{y}{x}$$



$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$



ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: Όνομα: Τάξη: ...

Πατρώνυμο: Μητρώνυμο:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΘΕΜΑ

A.1. $T = \dots\dots\dots$, **A.2.** $v_e = \dots\dots\dots$, **A.3.** (στο τετράδιο)

2^ο ΘΕΜΑ

B.1. (στο τετράδιο), **B.2.** (στο τετράδιο), **B.3.** $t_{κιν} = \dots\dots\dots$,

B.4. $\Delta E = \dots\dots\dots$ Η αιτιολόγηση να γραφτεί στο τετράδιο.

3^ο ΘΕΜΑ

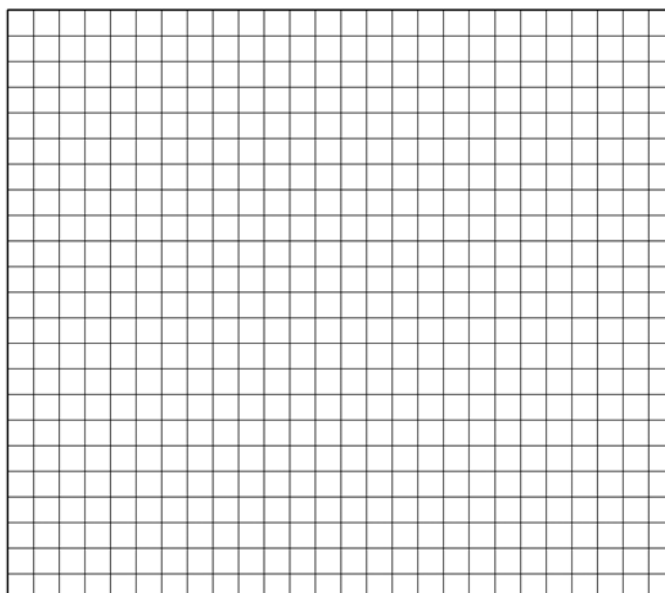
$R_{ολ} = \dots\dots\dots$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

Δ.1. (Στο τετράδιο)

Δ.2.



Δ.3. (Στο τετράδιο)

Δ.4. (Στο τετράδιο)

Δ.5. (Στο τετράδιο)

Καλή επιτυχία!



Συνοπτικές Απαντήσεις

1° ΘΕΜΑ

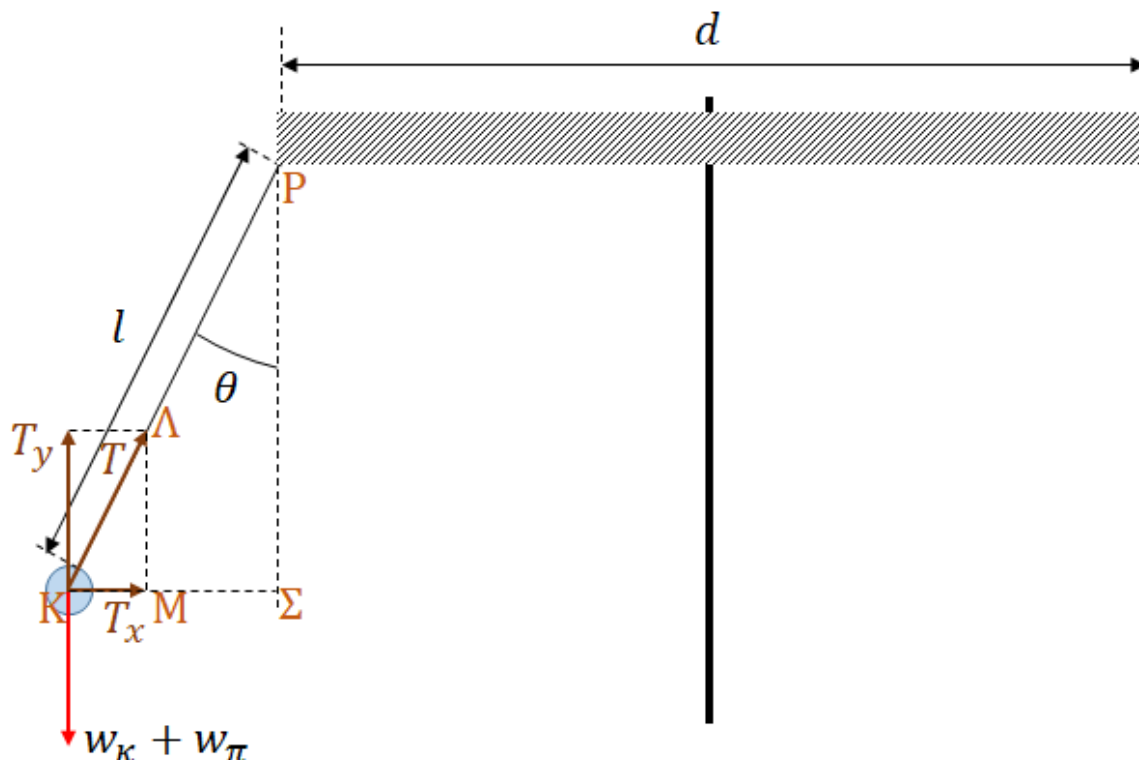
A.1. Όταν η οροφή στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, το σύστημα παιδί – κάθισμα εκτελεί κυκλική ομαλή κίνηση,

(1 μόριο)

υπό την επίδραση του βάρους του $w_K + w_\pi \equiv w_{o\lambda}$ και της τάσης T της αλυσίδας,

(1 μόριο)

όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



(2 μόρια)

Αναλύουμε την τάση του νήματος σε δύο συνιστώσες.

(1 μόριο)

Η κατακόρυφη T_y εξασφαλίζει την ισορροπία του σώματος στον άξονα $y'y$, δηλ.

$$\sum \vec{F}_y = 0 \Rightarrow \vec{T}_y + \vec{w}_{o\lambda} = 0 \Rightarrow T_y - w_{o\lambda} = 0 \Rightarrow T_y = w_{o\lambda}$$

(2 μόρια)

Τα ορθογώνια τρίγωνα $K\Lambda M$ και $KP\Sigma$ είναι όμοια, αφού έχουν την γωνία $\angle K\hat{\Lambda}M$ κοινή. Συνεπώς:

$$K\hat{\Lambda}M = \theta$$

(1 μόριο)

Εναλλακτικά: $K\hat{\Lambda}M = \theta$ ως εντός εκτός και επί τα αυτά των παραλλήλων ΛM και $P\Sigma$ που τέμνονται από την ΛP .

Άρα

$$T_y = T \sin \theta$$

(1 μόριο)



και τελικά:

$$T \sin \theta = w_{ολ} \Rightarrow T = \frac{w_{ολ}}{\sin \theta} \Rightarrow T = \frac{m_{\kappa} + m_{\pi}}{\sin \theta} g$$
$$\Rightarrow T = \frac{10 + 40}{\frac{\sqrt{3}}{2}} 10N \Rightarrow T = 1000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

(3 μόρια)

A.2. Η συνιστώσα T_x είναι ή συνισταμένη των δύο δυνάμεων που δέχεται το σύστημα, είναι δηλαδή η κεντρομόλος που αναγκάζει το σύστημα σε κυκλική κίνηση:

(1 μόριο)

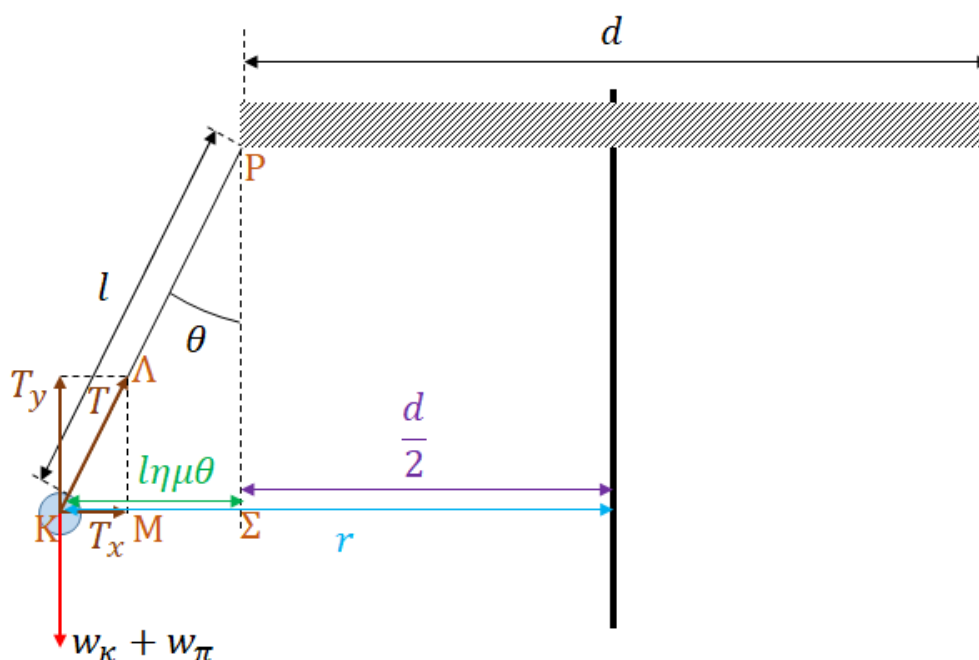
$$T_x = F_{\kappa} \Rightarrow T \eta \mu \theta = \frac{m_{ολ} v_{\varepsilon}^2}{r} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{T \cdot r \cdot \eta \mu \theta}{m_{ολ}}}$$

(1 μόριο)

Η τροχιά του συστήματος κάθισμα – παιδί είναι κυκλική ακτίνας, έστω, r για την οποία ισχύει (βλ. σχήμα):

$$r = \frac{d}{2} + l \eta \mu \theta$$

(2 μόρια)



(2 μόρια)

Άρα:

$$v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{T \cdot \left(\frac{d}{2} + l \eta \mu \theta\right) \cdot \eta \mu \theta}{m_{ολ}}} \Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1000 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \left(\frac{12\sqrt{3}}{2} + 8\sqrt{3} \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{1}{2}}{50}} m/s \Rightarrow$$



$$\Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1000 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot (12 + 8) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{50}} m/s \Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 20 \cdot \frac{1}{4}}{50}} m/s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 5}{50}} m/s \Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1000}{10}} m/s \Rightarrow v_{\varepsilon} = \sqrt{100} m/s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_{\varepsilon} = 10 m/s$$

(3 μόρια)

A.3. Όπως αναλύσαμε στο πρώτο ερώτημα, η κατακόρυφη συνιστώσα της τάσης εξουδετερώνει το βάρος. Αυτό σημαίνει ότι η αλυσίδα (άρα και η τάση) δεν μπορεί να γίνει οριζόντια, αφού στην περίπτωση αυτή το σύστημα κάθισμα – παιδί δεν θα ισορροπούσε στον κατακόρυφο άξονα. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως όσο μεγάλη κι αν γίνει η γωνιακή ταχύτητα (ακόμη δηλαδή και αν λάβει τιμές απαγορευτικές για την ασφάλεια του παιδιού), η αλυσίδα θα παρουσιάζει μια μικρή έστω απόκλιση από την οριζόντια διεύθυνση.

(4 μόρια)

2^ο ΘΕΜΑ

B.1. Γνωρίζουμε ότι οι σπλισμοί του πυκνωτή και η ταχύτητα του ηλεκτρονίου έχουν οριζόντια διεύθυνση. Συμπεραίνουμε ότι το σωματίδιο κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές, δηλαδή δέχεται ηλεκτρική δύναμη κάθετη στην ταχύτητά του.

(1 μόριο)

Μπορούμε να περιγράψουμε την κίνησή του με βάση την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων, ως συνδυασμό μιας ευθύγραμμης ομαλής κίνησης που πραγματοποιεί στον άξονα $x'x$ και μιας ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης που εκτελεί στον άξονα $y'y$

(2 μόρια)

με επιτάχυνση

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m_e} = \frac{F_{\eta\lambda}}{m_e} = \frac{q_e E}{m_e} = \frac{q_e V}{d m_e}$$

(2 μόρια)

Πρόκειται λοιπόν για μια οριζόντια βολή μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο, αντίστοιχη εκείνης που γνωρίζουμε για το βαρυτικό πεδίο

(1 μόριο)

(αν και, όπως φαίνεται στο σχήμα, δεν είναι υποχρεωτικό η απόκλιση να είναι προς τα κάτω).

B.2. Αφού το σημείο εισόδου ισαπέχει από τις πλάκες του πυκνωτή, συμπεραίνουμε ότι η αρχική απόσταση του ηλεκτρονίου από κάθε πλάκα είναι $\frac{d}{2}$.

(1 μόριο)

Το σωματίδιο θα εξέλθει από το ηλεκτρικό πεδίο χωρίς να συγκρουστεί με τους σπλισμούς με την προϋπόθεση ότι η κατακόρυφη μετατόπισή του, έστω y_{max} είναι μικρότερη από (ή οριακά ίση με) $\frac{d}{2}$.

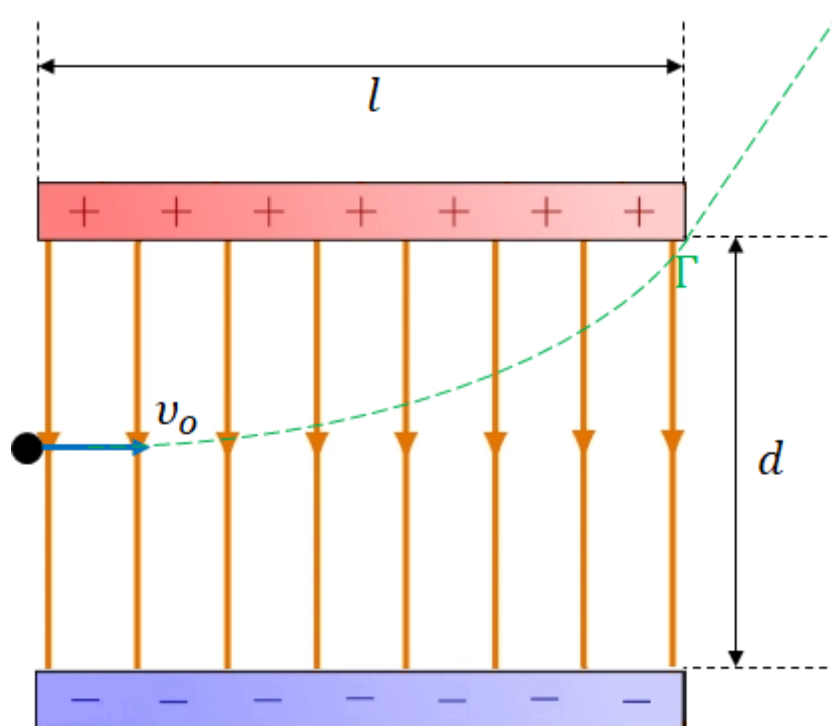
(2 μόρια)

Αυτό σημαίνει ότι, οριακά, θα πρέπει το ηλεκτρόνιο να εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο Γ.

(2 μόρια)



7/3/2025



Με τρόπο όμοιο εκείνου που χρησιμοποιούμε στην μελέτη της οριζόντιας βολής σε βαρυτικό πεδίο, βρίσκουμε ότι η εξίσωση της τροχιάς είναι:

$$y = \frac{\alpha}{2v_o^2} x^2$$

(1 μόριο)

Θεωρώντας ως αφετηρία του Συστήματος Αναφοράς το σημείο εισόδου, έχουμε

$$x_\Gamma = l$$

(1 μόριο)

ΟΠΟΤΕ

$$y_{\max} = \frac{\alpha}{2v_o^2} l^2 \Rightarrow y_{\max} = \frac{\frac{q_e V}{d m_e}}{2v_o^2} l^2 \Rightarrow y_{\max} = \frac{q_e V}{2d m_e v_o^2} l^2$$

(1 μόριο)

Τελικά, είναι:

$$y_{\max} \leq \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{q_e V}{2d m_e v_o^2} l^2 \leq \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{q_e V l^2}{d^2 m_e} \leq v_o^2 \Rightarrow v_o \geq \sqrt{\frac{q_e V l^2}{d^2 m_e}} \Rightarrow v_o \geq \frac{l}{d} \sqrt{\frac{q_e V}{m_e}}$$

(2 μόρια)

Δηλαδή, πράγματι:

$$v_{o,\min} = \frac{l}{d} \sqrt{\frac{q_e V}{m_e}}$$

(1 μόριο)

B.3. Ο χρόνος κίνησης συμπίπτει με εκείνον που χρειάζεται το ηλεκτρόνιο για να διασχίσει στον οριζόντιο άξονα απόσταση l :



$$t_{κιν} = \frac{l}{v_{o,min}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow t_{κιν} = \frac{l}{\frac{l}{d} \sqrt{\frac{q_e V}{m_e}}} \Rightarrow t_{κιν} = \frac{1}{\frac{1}{d} \sqrt{\frac{q_e V}{m_e}}} \Rightarrow t_{κιν} = d \sqrt{\frac{m_e}{q_e V}}$$

(4 μόρια)

Β.4. Το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή είναι ομογενές μόνο στον χώρο μεταξύ των οπλισμών και ακόμη πιο συγκεκριμένα, μακριά από τα όριά τους.

(2 μόρια)

Αν θέλουμε να απεικονίσουμε σωστά το ηλεκτρικό πεδίο σε ολόκληρο το χώρο, θα έχουμε μια εικόνα παρόμοια με αυτή του διπλανού σχήματος.

(1 μόριο)

Αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρόνιο δέχεται την επίδραση του πεδίου καθ' όλη την διάρκεια της κίνησής του και όχι μόνο όταν κινείται στον χώρο μεταξύ των πλακών.

(1 μόριο)

Αν λοιπόν υποθέσουμε ότι ξεκινά με ταχύτητα $v_{αρχ}$ από σημείο που βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυκνωτή, η ταχύτητα αυτή μεταβάλλεται σταδιακά (και σίγουρα όχι ομαλά) σε v_o στο σημείο Α.

(1 μόριο)

Μετά το σημείο Γ η κίνησή του δεν αλλάζει σε ευθύγραμμη ομαλή, αφού συνεχίζει να δέχεται την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου.

(1 μόριο)

Όταν φτάσει σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυκνωτή, η ταχύτητά του θα έχει επανέλθει σε τιμή $v_{αρχ}$, σε συμφωνία με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας.

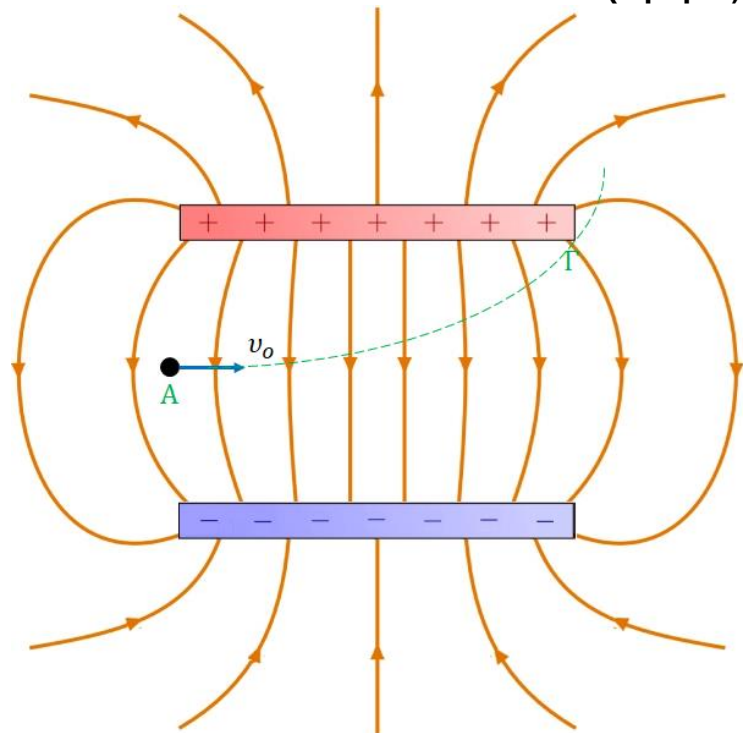
(1 μόριο)

Όσο για την Ορμή, το σύστημα δεν είναι μονωμένο,

(1 μόριο)

αφού ασκούνται δυνάμεις από τον ένα οπλισμό στον άλλο, αλλά και (κυρίως) μεταξύ αυτών και του ηλεκτρονίου.

(1 μόριο)





7/3/2025

Για να διατηρηθεί σταθερή η απόσταση d , θα πρέπει να ασκηθούν εξωτερικές δυνάμεις στις πλάκες (π.χ. από την πλακέτα στην οποία κατασκευάζεται το κύκλωμα, από το διηλεκτρικό μεταξύ των οπλισμών, το οποίο αντιτίθεται στην συμπίεση κ.λπ.).

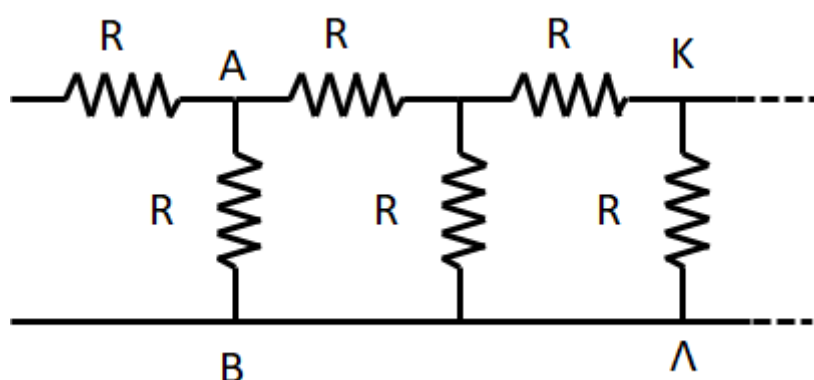
(1 μόριο)

Συνεπώς ούτε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής μπορούμε να εφαρμόσουμε, ούτε τίθεται ζήτημα παραβίασής της.

(1 μόριο)

3^ο ΘΕΜΑ

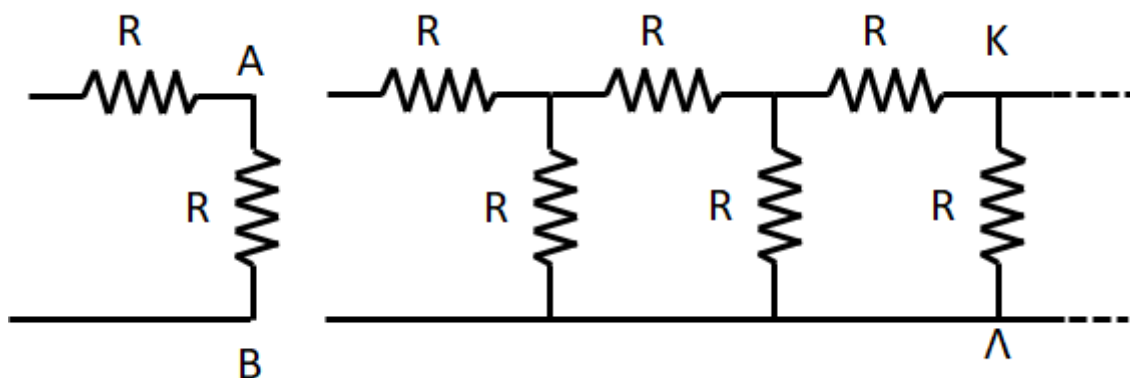
Έστω A και B τα σημεία του κυκλώματος που σημειώνονται στο σχήμα:



Διαχωρίζουμε το κύκλωμα στα σημεία αυτά,

(2 μόρια)

οπότε προκύπτει:



Γνωρίζουμε ότι $N \gg 1$, άρα $N - 1 \cong N$. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το δεξιό τμήμα είναι ισοδύναμο με το αρχικό,

(3 μόρια)

δηλαδή έχει επίσης αντίσταση ίση με την ζητούμενη $R_{ολ}$.

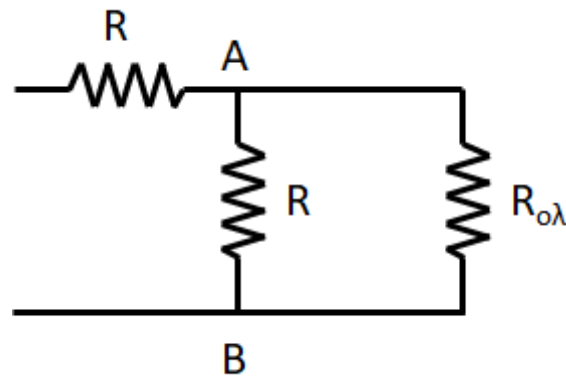
(2 μόρια)



Εφόσον το τμήμα αυτό συνδέεται στα σημεία A και B, συμπεραίνουμε ότι η αντίστασή του $R_{ολ}$ είναι παράλληλα συνδεδεμένη με την κατακόρυφη αντίσταση R της οποίας τα άκρα είναι τα A και B.

(2 μόρια)

Δηλαδή το αρχικό κύκλωμα είναι ισοδύναμο με το:



(2 μόρια)

Καταλήγουμε λοιπόν ότι:

$$\begin{aligned} R_{ολ} &= R + \frac{R \cdot R_{ολ}}{R + R_{ολ}} \Rightarrow R_{ολ} \cdot (R + R_{ολ}) = R \cdot (R + R_{ολ}) + R \cdot R_{ολ} \Rightarrow \\ &\Rightarrow R_{ολ} \cdot R + R_{ολ}^2 = R^2 + R_{ολ} \cdot R + R \cdot R_{ολ} \Rightarrow \\ &\Rightarrow R_{ολ}^2 = R^2 + R_{ολ} \cdot R \Rightarrow R_{ολ}^2 - R \cdot R_{ολ} - R^2 = 0 \end{aligned}$$

(2 μόρια)

Έχουμε λοιπόν μια δευτεροβάθμια εξίσωση με άγνωστο την $R_{ολ}$ και

$$\Delta = R^2 + 4R^2 = 5R^2$$

Συνεπώς,

$$R_{ολ} = \begin{cases} \frac{R + \sqrt{5R^2}}{2} \\ \frac{R - \sqrt{5R^2}}{2} \end{cases} = \begin{cases} \frac{1 + \sqrt{5}}{2} R \\ \frac{1 - \sqrt{5}}{2} R \end{cases}$$

(2 μόρια)

Όμως $5 > 4 \Rightarrow \sqrt{5} > 2 > 1$, οπότε η δεύτερη ρίζα είναι αρνητική και απορρίπτεται.

(1 μόριο)

Τελικά είναι

$$R_{ολ} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} (\sqrt{5} - 1) \Omega = 2\Omega$$

(2 μόρια)



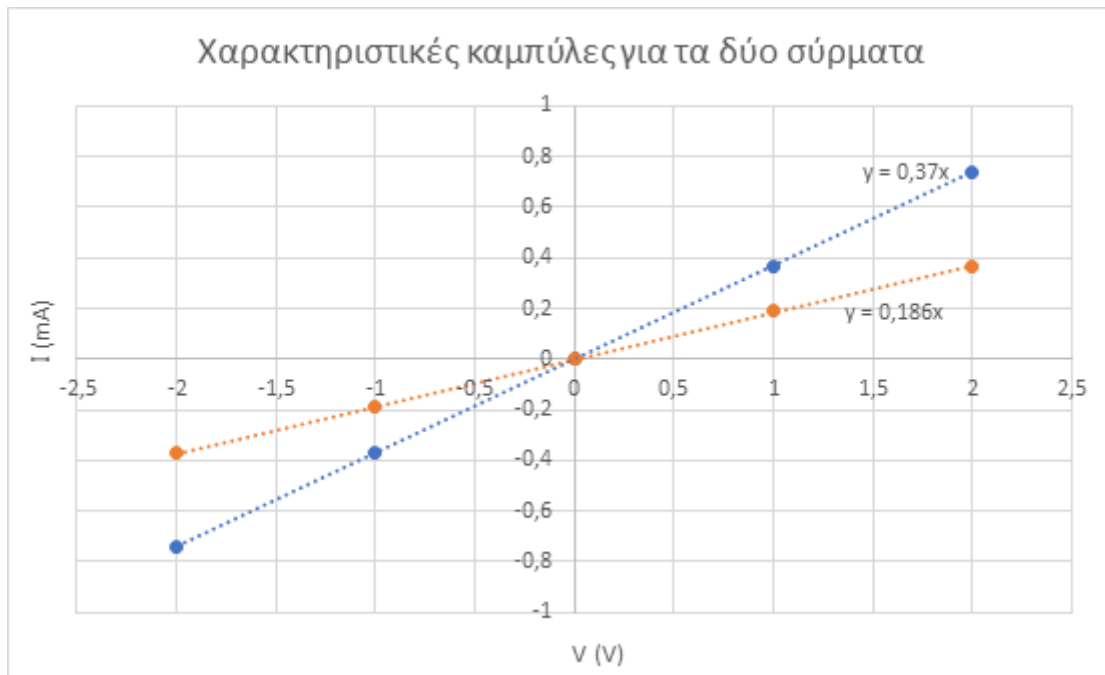
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

Δ.1. Παρατηρούμε και στις δυο περιπτώσεις ότι διπλασιασμός της τάσης στα άκρα κάθε σύρματος, οδηγεί σε διπλασιασμό (στα όρια του σφάλματος στη μέτρηση της έντασης: $\pm 0,01 \text{ mA}$) της έντασης του ρεύματος. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τουλάχιστον για το εύρος των μετρήσεών μας οι αγωγοί συμπεριφέρονται ως ωμικοί.

(5 μόρια)

Δ.2.



(5 μόρια)

Δ.3. Είναι φανερό η γραμμικότητα των πειραματικών δεδομένων $I_X = f(V)$ και $I_Y = g(V)$, οπότε οι αγωγοί συμπεριφέρονται ως ωμικοί στην περιοχή τάσεων των μετρήσεων μας.

(2 μόρια)

Η κλίση κάθε γραφικής παράστασης ισούται με το αντίστροφο της αντίστασης του αντίστοιχου σύρματος, οπότε:

$$\lambda_X = 0,37 \text{ mA/V} \Rightarrow R_X = 2700 \Omega$$

$$\lambda_Y = 0,186 \text{ mA/V} \Rightarrow R_Y = 5400 \Omega$$

Εννοείται εδώ πρέπει να φαίνονται στις γραφικές παραστάσεις τα σχετικά τρίγωνα για τον υπολογισμό της κλίσης

(3 μόρια)

Δ.4. Το βολτόμετρο μετράει την τάση στα άκρα της αντίστασης,

(1 μόριο)

αλλά το αμπερόμετρο μετράει ρεύμα λίγο μεγαλύτερο από αυτό που διαρρέει την αντίσταση.

(1 μόριο)



Συνεπώς, το πηλίκο των ενδείξεων των δύο οργάνων ($R_\mu = \frac{V}{I}$) είναι μικρότερο από την πραγματική τιμή της αντίστασης ($R_x = \frac{V}{I_R} = \frac{V}{I - I_V}$).

(2 μόρια)

Η διαφορά μετρούμενης-πραγματικής τιμής καθορίζεται από την τιμή του ρεύματος που διαρρέει το βολτόμετρο, που κι αυτό με τη σειρά του καθορίζεται από την αντίσταση του βολτομέτρου.

(1 μόριο)

Δ.5. Παρατηρώ ότι $R_X < R_Y$. Όταν τα σύρματα συνδέονται σε σειρά, διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Συνεπώς:

$$P_X = I^2 R_X, \quad P_Y = I^2 R_Y$$

(2 μόρια)

και αφού $R_X < R_Y$ προκύπτει $P_X < P_Y$

(1 μόριο)

Στην παράλληλη σύνδεση τα δύο σύρματα έχουν κοινή τάση στα άκρα τους. Οπότε:

$$P_X = \frac{V^2}{R_X}, \quad P_Y = \frac{V^2}{R_Y}$$

και αφού $R_X < R_Y$ προκύπτει $P_X > P_Y$.

(2 μόρια)



7/3/2025

Οδηγίες βαθμολόγησης

1° ΘΕΜΑ: 25 μόρια

A.1.: 12 μόρια

A.2.: 9 μόρια

A.3.: 4 μόρια

2° ΘΕΜΑ: 32 μόρια

B.1.: 6 μόρια

B.2.: 11 μόρια

B.3.: 4 μόρια

B.4.: 11 μόρια

3° ΘΕΜΑ: 18 μόρια

4° ΘΕΜΑ: 25 μόρια

Δ.1. 5 μόρια

Δ.2. 5 μόρια

Δ.3. 5 μόρια

Δ.4. 5 μόρια

Δ.5. 5 μόρια