

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
8 ΙΟΥΝΙΟΥ 2026**

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1–A4** 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.

- A1.** Η στροφορμή ενός συστήματος σωμάτων δεν μεταβάλλεται όταν
- α) η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα είναι μηδέν.
 - β) τα σώματα κάνουν μόνο περιστροφική κίνηση.
 - γ) οι άξονες περιστροφής των σωμάτων είναι σταθεροί.
 - δ) το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν.

Μονάδες 5

- A2.** Ένα εγκάρσιο απλό αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο χωρίς απώλειες ενέργειας. Μια τυχαία χρονική στιγμή t όλα τα σημεία του μέσου που ταλαντώνονται έχουν
- α) ίσες ταχύτητες και ίσα πλάτη ταλάντωσης.
 - β) ίσες περιόδους και ίσα πλάτη ταλάντωσης.
 - γ) ίσες συχνότητες και ίσες απομακρύνσεις.
 - δ) ίσες ταχύτητες και ίσες συχνότητες.

Μονάδες 5

- A3.** Τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις στο εναλλασσόμενο ρεύμα δίνουν
- α) την ενεργό τιμή των μεγεθών.
 - β) τη μέση τιμή των μεγεθών.
 - γ) το πλάτος των μεγεθών.
 - δ) τη στιγμιαία τιμή των μεγεθών.

Μονάδες 5

- A4.** Δύο σφαίρες μικρών διαστάσεων, ίδιας μάζας, που κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με αντίθετες ταχύτητες μέτρου $υ$, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση
- α) οι σφαίρες θα ακινητοποιηθούν.
 - β) η μία σφαίρα θα ακινητοποιηθεί και η άλλη θα κινηθεί με ταχύτητα $υ$.
 - γ) οι σφαίρες θα απομακρυνθούν η μία από την άλλη με ταχύτητες ίδιου μέτρου.
 - δ) η συνολική κινητική ενέργεια των δύο σφαιρών θα μηδενιστεί.

Μονάδες 5

A5. 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) Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.
- β) Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση κατά τον συντονισμό το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.
- γ) Κατά την ελαστική κρούση δεν διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων.
- δ) Ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός ιδανικού πηνίου εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
- ε) Σύμφωνα με τον de Broglie, κάθε κινούμενο σωματίδιο έχει κυματική φύση και μήκος κύματος αντιστρόφως ανάλογο της ορμής του.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Μία ομογενής ελαστική χορδή ΟΓ, μήκους L , έχει το άκρο της (Γ) στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο στη θέση $x = L$. Το άλλο άκρο της (Ο) βρίσκεται στη θέση $x = 0$, είναι ελεύθερο και διεγείρεται σε απλή αρμονική ταλάντωση, με αποτέλεσμα στη χορδή να δημιουργείται στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση $x = 0$. Όταν το άκρο Ο ταλαντώνεται με περίοδο T_1 , το στάσιμο κύμα έχει συνολικά δύο δεσμούς. Μεταβάλλουμε την περίοδο της ταλάντωσης του άκρου Ο σε T_2 , με αποτέλεσμα στη χορδή να δημιουργείται στάσιμο κύμα με τρεις συνολικά δεσμούς. Τότε ο λόγος των περιόδων T_1 / T_2 είναι ίσος με:

- i) $20/3$ ii) $10/3$ iii) $5/3$

- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
- β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

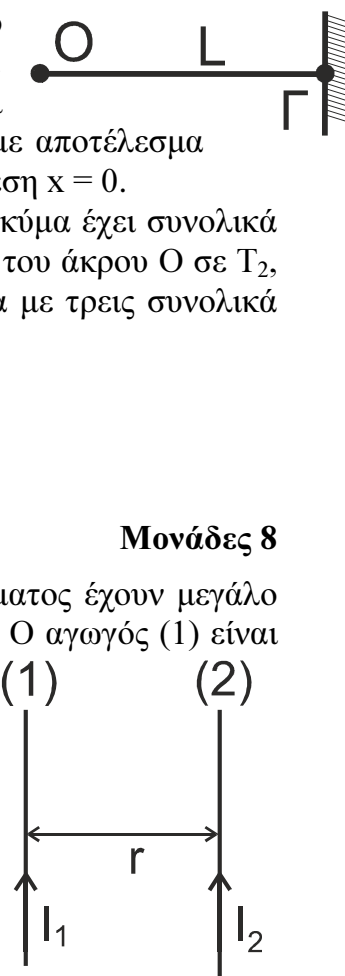
Μονάδες 8

B2. Οι δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1), (2) του σχήματος έχουν μεγάλο μήκος και βρίσκονται πάνω στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Ο αγωγός (1) είναι ακλόνητα στερεωμένος ενώ ο αγωγός (2) μπορεί να μετακινηθεί. Οι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται, αντίστοιχα, από συνεχή ομόρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1 = I$ και $I_2 = 2I$, απέχουν απόσταση r και η δύναμη που αναπτύσσεται σε μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_1 .

Απομακρύνουμε τον αγωγό (2) κατά $d = r/2$ προς τα δεξιά και ταυτόχρονα διπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Τότε η δύναμη που αναπτύσσεται στο ίδιο μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_2 .

Ο λόγος των δυνάμεων F_1 / F_2 είναι ίσος με:

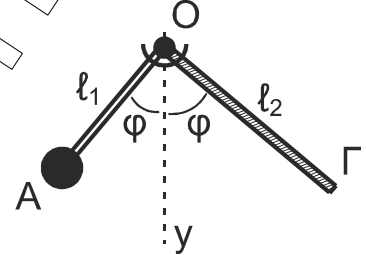
- i) $3/4$ ii) $4/3$ iii) $3/5$



- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

- B3.** Δύο λεπτές, ομογενείς και άκαμπτοι ράβδοι ΟΑ, μήκους ℓ_1 , και ΟΓ, μήκους ℓ_2 , είναι κατασκευασμένες από διαφορετικό υλικό, έχουν ίδια μάζα M και είναι συγκολλημένες μεταξύ τους στο κοινό άκρο τους Ο. Στο άκρο Α της ράβδου ΟΑ είναι στερεωμένη μικρή σφαίρα μάζας $m = M/2$. Το σύστημα των δύο ράβδων μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα, κάθετο στο επίπεδο των δύο ράβδων στο σημείο Ο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Όταν το σύστημα ισορροπεί, οι δύο ράβδοι σχηματίζουν την ίδια γωνία φ με την κατακόρυφο Ογ.



Ο λόγος ℓ_1/ℓ_2 των μηκών των δύο ράβδων είναι ίσος με:

- i) $1/3$ ii) $1/2$ iii) $1/4$

- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Σε πείραμα μελέτης του φαινομένου Compton, μονοχρωματική δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος $\lambda = 8\lambda_c$ προσπίπτει σε υλικό, όπου $\lambda_c = \frac{h}{m_e \cdot c}$ το μήκος κύματος

Compton του ηλεκτρονίου (h η σταθερά του Planck, m_e η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός).

- Γ1.** Να υπολογιστεί το μήκος κύματος λ' ενός φωτονίου που σκεδάζεται σε γωνία $\varphi = 180^\circ$ από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο του υλικού ως συνάρτηση του λ_c . Δίνεται ότι $\sin 180^\circ = -1$.

Μονάδες 5

- Γ2.** Να εκφράσετε τις ενέργειες E_φ και E'_φ του προσπίπτοντος και του κατά $\varphi = 180^\circ$ σκεδαζόμενου φωτονίου, αντίστοιχα, ως συνάρτηση των μεγεθών m_e και c (μονάδες 4). Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου σε eV (μονάδες 4).

Μονάδες 8

Η δέσμη των σκεδαζόμενων φωτονίων, μετά από πρόσπτωση σε κατάλληλο υλικό, παράγει φωτόνια μήκους κύματος $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$, τα οποία εισέρχονται σε διάταξη μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Γ3. Εάν το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου είναι $\Phi = 1,4 \text{ eV}$, να αποδείξετε τη σχέση υπολογισμού της συχνότητας κατωφλίου f_0 (μονάδες 4) και να υπολογίσετε την f_0 (μονάδες 3).

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε το δυναμικό αποκοπής V_0 στην περίπτωση που η επιφάνεια της καθόδου φωτίζεται με την παραπάνω ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 .

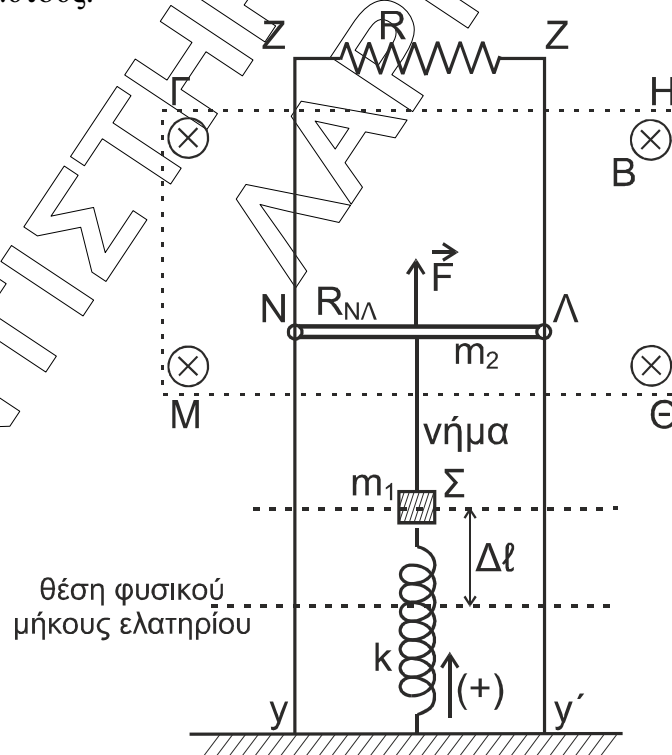
Μονάδες 5

Να θεωρήσετε ότι:

- $m_e \cdot c^2 = 5 \cdot 10^5 \text{ eV}$, $h_c = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$,
- $h = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- Οι πειραματικές διατάξεις βρίσκονται σε χώρο υψηλού κενού.

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του **σχήματος 1**, οι κατακόρυφοι αγωγοί Zy και $Z'y'$ έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους 1 m . Τα άκρα τους Z και Z' συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R = 1 \Omega$, ενώ ο ευθύγραμμος αγωγός $N\Lambda$, μήκους $\ell = 1 \text{ m}$, μάζας $m_2 = 0,1 \text{ kg}$ και αντίστασης $R_{N\Lambda} = 1 \Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω τους, μένοντας συνεχώς οριζόντιος και με τα άκρα του N , Λ σε διαρκή επαφή με αυτούς.



Σχήμα 1

Στην περιοχή $GH\Theta M$ υπάρχει ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1 \text{ T}$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Στο μέσο του αγωγού ΝΛ ασκείται προς τα πάνω κατακόρυφη σταθερή δύναμη $F = 3$ N. Στο ίδιο σημείο είναι δεμένο κατακόρυφο αβαρές, μη εκτατό νήμα, από το οποίο αναρτάται σώμα Σ μικρών διαστάσεων και μάζας $m_1 = 0,1$ kg. Το σώμα Σ είναι στερεωμένο σε κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 10$ N/m, του οποίου το κάτω άκρο στερεώνεται σε οριζόντιο ηλεκτρομονωτικό δάπεδο. Ο αγωγός ΝΛ και το σώμα Σ ισορροπούν, με το ελατήριο να έχει επιμηκυνθεί κατά $\Delta\ell$ από τη θέση του φυσικού του μήκους.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα, οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς $D = k$ και ο αγωγός ΝΛ ανέρχεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

- Δ1.** Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης x του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε ως θετική την προς τα πάνω φορά.

Μονάδες 7

- Δ2.** Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος Σ, στις θέσεις όπου ο λόγος της κινητικής του ενέργειας K προς την ολική ενέργεια της ταλάντωσής του E είναι ίσος με $\frac{K}{E} = \frac{3}{4}$.

Μονάδες 5

- Δ3.** Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του αγωγού ΝΛ από τη χρονική στιγμή το μέχρι αυτός να αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα (μονάδες 3), την οποία και να υπολογίσετε (μονάδες 4).

Μονάδες 7

Ο αγωγός ΝΛ, κινούμενος προς τα πάνω και αφού έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, ανέρχεται κατά h σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,125$ s.

- Δ4.** Να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις % του έργου της δύναμης F που μετατρέπεται σε θερμότητα στους αντιστάτες του κυκλώματος στο χρονικό διάστημα Δt .

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε ότι:

- $g = 10$ m/s².
- Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα και ότι καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης του ο αγωγός ΝΛ παραμένει εντός του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

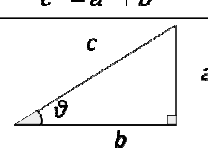
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΩΝ

(Σελίδες 2)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΩΝ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Μάζα πρωτονίου, $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	Φορτίο ηλεκτρονίου (απόλυτη τιμή), $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Μάζα νετρονίου, $m_n=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	Ηλεκτρονιοβόλτ, $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19}$ J
Μάζα ηλεκτρονίου, $m_e=9,11 \cdot 10^{-31}$ kg	Ταχύτητα του φωτός, $c=3 \cdot 10^8$ m/s
Επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης, $g=9,8$ m/s ²	
Ηλεκτρική σταθερά, $k=1/4\pi\epsilon_0=9 \cdot 10^9$ N·m ² /C ²	
Σταθερά παγκόσμιας έλξης, $G=6,67 \cdot 10^{-11}$ m ³ /kg·s ²	
Μαγνητική διαπερατότητα του κενού, $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A·m = $4\pi \cdot 10^{-7}$ (T·m/A)	
Σταθερά του Planck, $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s = $4,14 \cdot 10^{-15}$ eV·s	
$hc=12,42 \cdot 10^7$ eV·m = $12,42 \cdot 10^7$ eV·10 ⁹ nm = 1242 eV·nm ≈ 1200 eV·nm	

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ -ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΑ		ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΤΡΙΓΩΝΟ	
10 ¹² → tera (T)		Εμβαδόν παραλληλογράμμου: A=ab		ημθ = $\frac{a}{c}$, συνθ = $\frac{b}{c}$	
10 ⁹ → giga (G)		Περίμετρος κύκλου: C=2πr		εφθ = $\frac{a}{b}$	
10 ⁶ → mega (M)		Εμβαδόν κύκλου: A=πr ²		c ² = a ² + b ²	
10 ³ → kilo (k)		Εμβαδόν σφαίρας: A=4πr ²			
10 ⁻² → centi (c)		Όγκος σφαίρας: V = $\frac{4}{3}\pi r^3$			
10 ⁻³ → milli (m)		Μήκος τόξου κύκλου s=r θ			
10 ⁻⁶ → micro (μ)		ημα + ημβ = 2συν($\frac{\alpha - \beta}{2}$)ημ($\frac{\alpha + \beta}{2}$)			
10 ⁻⁹ → nano (n)					
10 ⁻¹² → pico (p)					
ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ		μέτρο, m	χέρτζ, Hz	τζουλ, J	ηλεκτρονιοβόλτ, eV
		χιλιόγραμμα, kg	τέσλα, T	νιούτον, N	κέλβιν, K
		δευτερόλεπτο, s	χένρι, H	βολτ, V	βατ, W
		αμπέρ, A	ομ, Ω	κουλόμπ, C	ακτίνιο, rad

ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ							
θ	0°	30°	37°	45°	53°	60°	90°
$\eta\mu\theta$	0	1/2	3/5	$\sqrt{2}/2$	4/5	$\sqrt{3}/2$	1
$\sigma\upsilon\nu\theta$	1	$\sqrt{3}/2$	4/5	$\sqrt{2}/2$	3/5	1/2	0
$\epsilon\phi\theta$	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ
$u=u_0+at$ $x=x_0+u_0t+\frac{1}{2}at^2$ $v^2=u_0^2+2a\Delta x$ $v_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1$ $v_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}u_1$	u : ταχύτητα x : θέση Δx : μετατόπιση a : επιτάχυνση m : μάζα p : ορμή F : δύναμη $T_{ολ}$: τριβή ολίσθησης μ : συντελεστής τριβής N : κάθετη δύναμη K : κινητική ενέργεια
$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{E}{R_{ολ}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$	$\Phi_B = BA\sigma\upsilon\nu\theta$ $F = B q v\eta\mu\theta$ $F = BI\ell\eta\mu\phi$ $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 \ell}{a}$ $E_{επ} = Bv\ell$ $E_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{αυτ} = -L \frac{di}{dt}$
	A : εμβαδόν B : μαγνητικό πεδίο Φ_B : μαγνητική ροή E : ηλεκτρικό πεδίο, HEΔ F : δύναμη q : ηλεκτρικό φορτίο $E_{επ}$: HEΔ από επαγωγή I : ηλεκτρικό ρεύμα V : διαφορά δυναμικού W : έργο R : αντίσταση

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $T_{ολ} = \mu N$ $K = \frac{1}{2}mv^2$ $p = m v$ $v = \frac{ds}{dt}$ $\alpha_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{cm} = \omega R$ $\alpha_{γων} = \frac{d\omega}{dt}$ $\alpha_{cm} = \alpha_{γων} R$ $\tau = F\ell = F d$ $L = m v r$ $\Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$	s : τόξο ή διάστημα a_k : κεντρομόλος επιτάχυνση R ή r : ακτίνα ω : γωνιακή ταχύτητα θ : γωνία T : περίοδος f : συχνότητα v_{cm} : ταχύτητα κέντρου μάζας $\alpha_{γων}$: γωνιακή επιτάχυνση α_{cm} : επιτάχυνση κέντρου μάζας τ : ροπή ℓ, d : μήκος ή απόσταση L : στροφορμή	$\frac{1}{R_{oi}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{\ell}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell}{4\pi r^2} \eta \mu \theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta \ell \text{ συν}\theta = \mu_0 I_{εξ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{\ell}$	$L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$ $U = \frac{1}{2} L I^2$ $c = \lambda f$ $\frac{E}{B} = c$ $E = E_{\max} \eta \mu 2\pi (\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$ $B = B_{\max} \eta \mu 2\pi (\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$	ℓ ή a : μήκος ή απόσταση $E_{\text{αυτ}}$: ΗΕΔ από αυτεπαγωγή U : ενέργεια μαγν. πεδίου $R_{ολ}$: ολική αντίσταση ρ : ειδική αντίσταση E : συντελεστής αυτεπαγωγής T : περίοδος λ : μήκος κύματος r : ακτίνα ή απόσταση n : αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους N : αριθμός σπειρών v : ταχύτητα θ, φ : γωνία μ : μαγνητική διαπερατότητα c : ταχύτητα φωτός
---	---	--	---	---

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ	
$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $v = \omega A \sigma \nu \eta(\omega t + \varphi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $v = \lambda f$ $F = b v$ $A = A_0 e^{-\lambda t}$ $y = A \eta \mu 2\pi (\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda})$ $y = 2 A \sigma \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \frac{2\pi t}{T}$	A : πλάτος x : απομάκρυνση, θέση v : ταχύτητα a : επιτάχυνση ω : γωνιακή συχνότητα φ : αρχική φάση f : συχνότητα D : σταθερά επαναφοράς T : περίοδος b : σταθερά απόσβεσης λ : μήκος κύματος T : περίοδος U : δυναμική ενέργεια y : απομάκρυνση	$v = V \eta \mu \omega t$ $V = N B \omega A$ $i = I \eta \mu(\omega t)$ $i = \frac{v}{R}$ $I_{\kappa \nu} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{\epsilon \nu} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $p = u i$ $P = \frac{W}{T}$	v : στιγμιαία τάση V : πλάτος τάσης i : στιγμιαίο ρεύμα I : πλάτος ρεύματος $I_{\epsilon \nu}$: ενεργός ένταση $V_{\epsilon \nu}$: ενεργός τάση P : Μέση ισχύς p : Στιγμιαία ισχύς T : περίοδος R : αντίσταση W : ενέργεια ηλ. ρεύματος N : αριθμός σπειρών
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ			
$\lambda_{\max} T = \sigma \alpha \theta$ $E = h f = p c$, $p = \frac{h}{\lambda}$ $\kappa = h f - \Phi$ $c = \lambda f$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \sigma \nu \varphi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$, $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\Sigma \Psi ^2 dV = 1$	T : θερμοκρασία E : ενέργεια p : ορμή c : ταχύτητα φωτός f : συχνότητα x : θέση K : κινητική ενέργεια	λ : μήκος κύματος φ : γωνία t : χρόνος Φ : Έργο εξαγωγής Δ : αβεβαιότητα Ψ : κυματοσυνάρτηση V : όγκος

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. δ

A2. β

A3. α

A4. γ

A5. $\alpha. \rightarrow \Sigma$

$\beta. \rightarrow \Sigma$

$\gamma. \rightarrow \Lambda$

$\delta. \rightarrow \Lambda$

$\epsilon. \rightarrow \Sigma$

ΘΕΜΑ Β

B1.

T_1

$$L = (2N_1 + 1) \frac{\lambda_1}{4} \quad \left. \begin{array}{l} N_1 = 1 \end{array} \right\} \rightarrow L = 3 \frac{\lambda_1}{4} \quad (1)$$

T_2

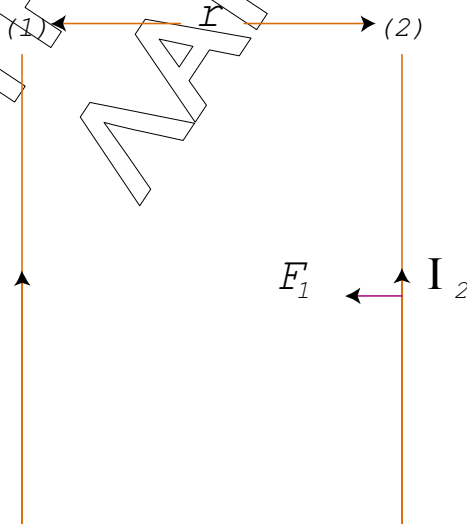
$$L = (2N_2 + 1) \frac{\lambda_2}{4} \quad \left. \begin{array}{l} N_2 = 2 \end{array} \right\} \rightarrow L = 5 \frac{\lambda_2}{4} \quad (2)$$

$$(1), (2) \quad 3 \frac{\lambda_1}{4} = 5 \frac{\lambda_2}{4} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{5}{3} \lambda_2 \xRightarrow{\lambda = v \cdot T} \cancel{v} \cdot T_1 = \frac{5}{3} \cancel{v} \cdot T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3}$$

Σωστή απάντηση: (iii)

B2.



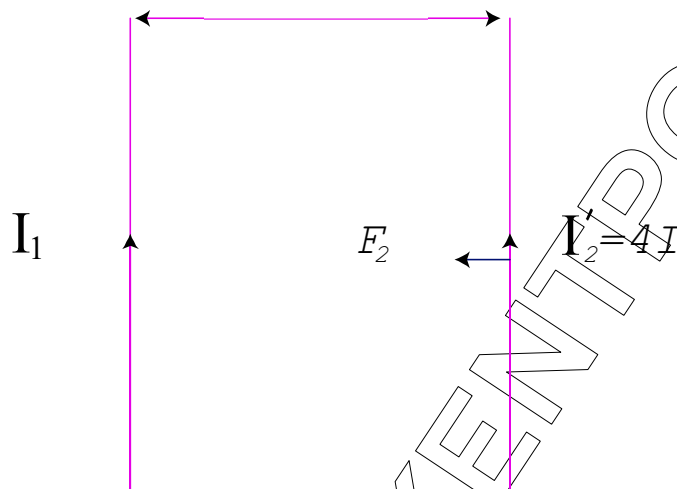
$$I_1 = I$$

$$I_2 = 2I$$

Τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς ομόρροπα άρα έλκονται με δύναμη

$$F_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r} \cdot \ell \Rightarrow F_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I \cdot 2I}{r} \cdot \ell \Rightarrow F_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{4I^2}{r} \cdot \ell \Rightarrow F_1 = \frac{\mu_0}{\pi} \cdot \frac{I^2}{r} \cdot \ell \quad (1)$$

$$r+d=r+\frac{r}{2}=\frac{3r}{2}$$

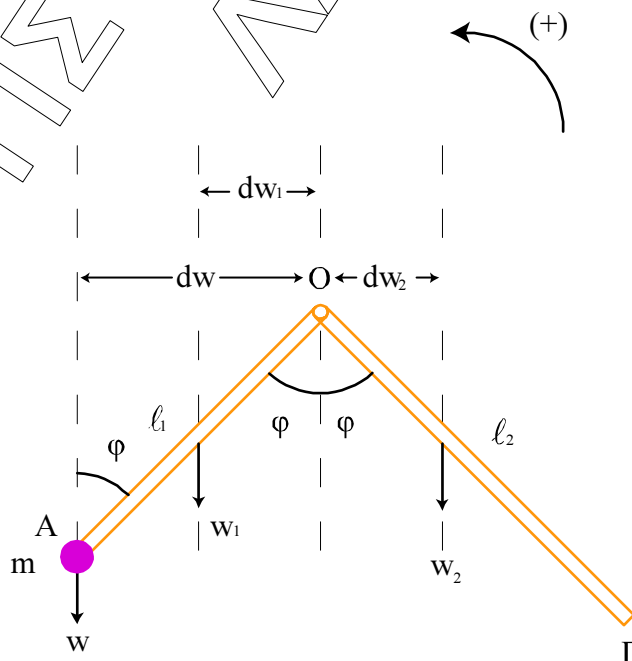


$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{\frac{3r}{2}} \cdot \ell = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I \cdot 4I}{\frac{3r}{2}} \cdot \ell = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{16I^2}{3r} \cdot \ell = \frac{\mu_0}{\pi} \cdot \frac{4I^2}{3r} \cdot \ell \quad (2)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{\mu_0}{\pi} \cdot \frac{I^2}{r} \cdot \ell}{\frac{\mu_0}{\pi} \cdot \frac{4I^2}{3r} \cdot \ell} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{4}$$

Σωστή απάντηση: (i)

B3.



$$(OA) = \ell_1 \quad M$$

$$(OG) = \ell_2 \quad M$$

$$m = \frac{M}{2}$$

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} =;$$

Ισορροπία

Το σύστημα των ράβδων ισορροπεί:

$$\Sigma \tau_{(0)} = 0 \Rightarrow Tw_{(0)} + Tw_{1(0)} - Tw_{2(0)} = 0$$

$$w \cdot dw + w_1 \cdot dw_1 - w_2 \cdot dw_2 = 0 \quad (1)$$

$$dw = \ell_1 \eta \mu \varphi$$

$$dw_1 = \frac{\ell_1}{2} \eta \mu \varphi$$

$$dw_2 = \frac{\ell_2}{2} \eta \mu \varphi$$

Άρα:

$$(1) \quad \frac{M}{2} g \ell_1 \eta \mu \varphi + Mg \frac{\ell_1}{2} \eta \mu \varphi - Mg \frac{\ell_2}{2} \eta \mu \varphi = 0$$

$$Mg \frac{\ell_1}{2} \eta \mu \varphi - Mg \frac{\ell_1}{2} \eta \mu \varphi = Mg \frac{\ell_2}{2} \eta \mu \varphi$$

$$2\ell_1 = \ell_2 \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{1}{2}$$

Σωστή απάντηση: (ii)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από τη σχέση $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} \cdot (1 - \cos \varphi)$ έχουμε

$$\lambda' - 8 \cdot \lambda_c = \lambda_c \cdot (1 - \cos 180^\circ) \Rightarrow \lambda' - 8 \cdot \lambda_c = \lambda_c \cdot 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda' = 10 \cdot \lambda_c$$

Γ2. $E_\Phi = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{8 \cdot \lambda_c} = \frac{h \cdot c}{8 \cdot \frac{h}{m_e \cdot c}} = \frac{m_e \cdot c^2}{8}$

$$E_{\Phi'} = h \cdot f' = \frac{h \cdot c}{\lambda'} = \frac{h \cdot c}{10 \cdot \frac{h}{m_e \cdot c}} = \frac{m_e \cdot c^2}{10}$$

Από ΑΔΕ έχουμε:

$$E_{\Phi} = E'_{\Phi} + K_e \Rightarrow K_e = E_{\Phi} - E'_{\Phi} \Rightarrow K_e = \frac{m_e \cdot c^2}{8} - \frac{m_e \cdot c^2}{10} =$$

$$= \frac{10m_e \cdot c^2 - 8m_e \cdot c^2}{80} = \frac{2m_e \cdot c^2}{80} = \frac{m_e \cdot c^2}{40} \Rightarrow K_e = \frac{5 \cdot 10^5 \text{ eV}}{40} = \frac{5}{4} 10^4 \text{ eV}$$

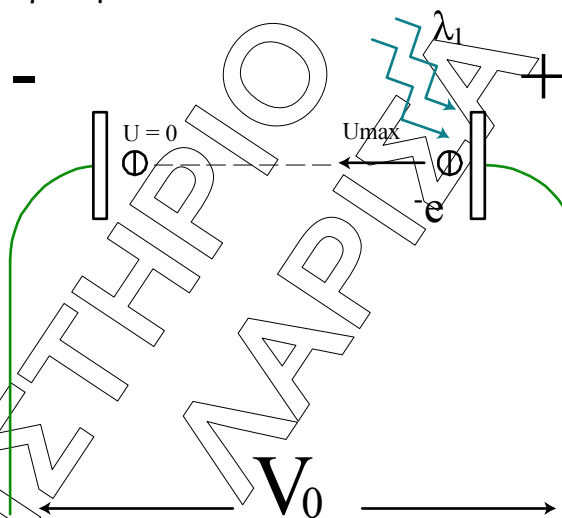
$$\text{ή } K_e = 1,25 \cdot 10^4 \text{ eV}$$

Γ3. Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein έχουμε:

$$K_E = h \cdot f - \Phi \xrightarrow[f=f_0]{K_E=0} 0 = h \cdot f_0 - \Phi \Rightarrow f_0 = \frac{\Phi}{h}$$

$$\text{Έτσι } f_0 = \frac{1,4 \text{ eV}}{6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = \frac{1,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,4 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} \Rightarrow f_0 = 0,35 \cdot 10^{15} \text{ Hz} = 35 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

Γ4. Εφαρμόζοντας ΘΜΚΕ για τα εξερχόμενα φωτοηλεκτρόνια και μέχρι να σταματήσουν παίρνουμε:



$$0 - K_E = -e(V_+ - V_-) \Rightarrow \frac{K_e}{e} = V_0 \Rightarrow V_0 = \frac{h \cdot f}{e} - \frac{\Phi}{e} = \frac{h \cdot c}{\lambda_1 \cdot e} - \frac{\Phi}{e} =$$

$$= \frac{1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{400 \text{ nm} \cdot e} - \frac{1,4 \text{ eV}}{e} = 3 \text{ V} - 1,4 \text{ V} \Rightarrow V_0 = 1,6 \text{ V}$$

ΘΕΜΑ Δ

$$R = 1 \, \Omega$$

$$\ell = 1 \, \text{m}$$

$$m_2 = 0,1 \, \text{kg}$$

$$R_{N\Lambda} = 1 \, \Omega$$

$$B = 1 \, \text{T}$$

$$F = 3 \, \text{N}$$

$$m_1 = 0,1 \, \text{kg}$$

$$K = 10 \, \text{N/m}$$

$$t_0 = 0$$

$$D = K$$

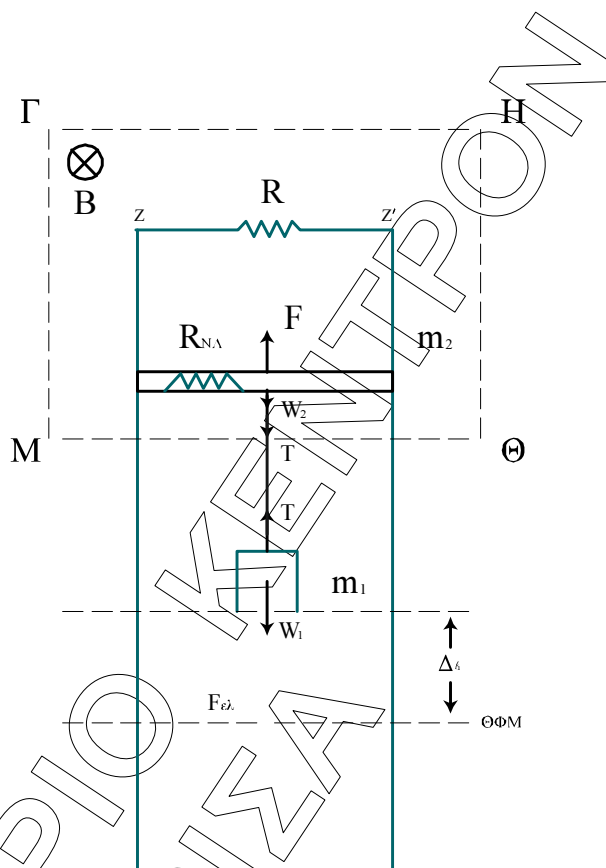
$$\Delta 1. x = f(t) \uparrow \oplus$$

$$\Delta 2. \alpha = ; \frac{K}{E} = \frac{3}{4}$$

$\Delta 3.$ Περιγραφή κίνησης

$$t_0 \rightarrow v_{op} \quad v_{op} = ;$$

$$\Delta 4. \pi\% \, WF \rightarrow Q$$



$\Delta 1.$ Ο αγωγός m_2 ισορροπεί:

$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \Rightarrow F = w_2 + T \Rightarrow$$

$$T = F - w_2 \Rightarrow T = F - m_2 g \Rightarrow$$

$$T = 3 - 1 \Rightarrow T = 2 \, \text{N}$$

Το σώμα m_1 ισορροπεί:

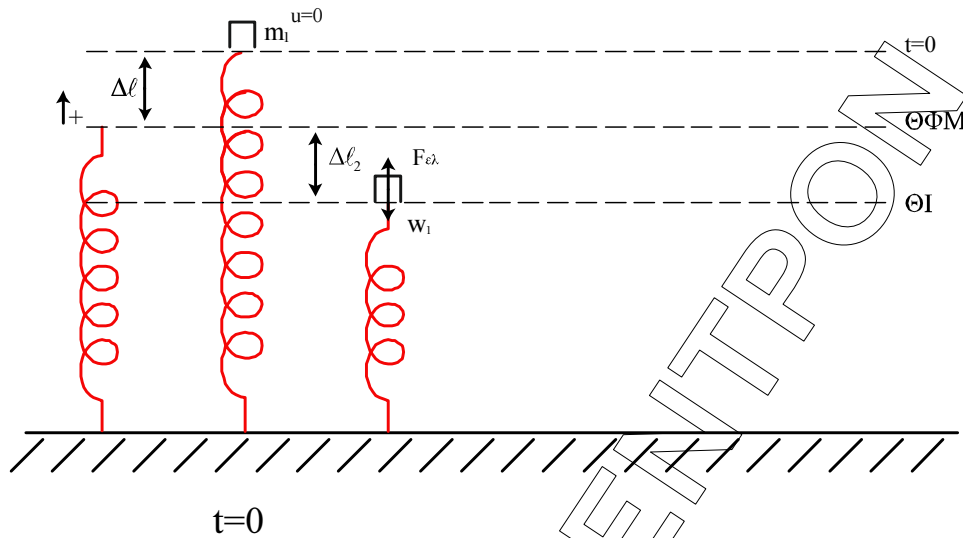
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T = w_1 + F_{ελ}$$

$$F_{ελ} = T - m_1 g \Rightarrow$$

$$K \Delta \ell_1 = T - m_1 g \Rightarrow$$

$$\Delta \ell_1 = \frac{T - m_1 g}{K} = \frac{2 - 1}{10} \Rightarrow \Delta \ell_1 = \frac{1}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta \ell_1 = 0,1 \, \text{m}$$



$$\Theta I_{m_1} : \Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\epsilon\lambda} = w_1 \Rightarrow K\Delta\ell_2 = m_1 g \Rightarrow \Delta\ell_2 = \frac{m_1 g}{K} = \frac{1}{10} = 0,1\text{m}$$

$$A = \Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 \Rightarrow A = 0,1 + 0,1 \Rightarrow \boxed{A = 0,2\text{m}}$$

$$t = 0 \quad x = +A \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{rad}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m_1}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = \sqrt{100} \Rightarrow \omega = 10 \text{ r/s}$$

$$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow x = 0,2 \eta \mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (SI)}$$

$$\Delta 2. \quad K = \frac{3}{4} E$$

$$E = K + U \Rightarrow E = \frac{3}{4} E + U \Rightarrow \frac{E}{4} = U \Rightarrow \frac{\frac{1}{2} D A^2}{4} = \frac{1}{2} D x^2 \Rightarrow x^2 = \frac{A^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \pm \frac{A}{2} \Rightarrow x = \pm 0,1\text{m}$$

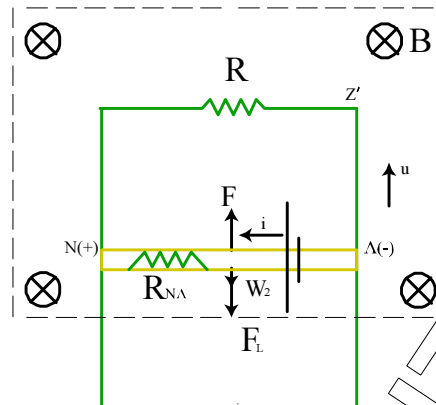
$$\alpha = -\omega^2 x \Rightarrow |\alpha| = |-100 \cdot 0,1| \Rightarrow |\alpha| = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta 3. \quad F = 3\text{N}$$

$$w_2 = m_2 \cdot g = 1\text{N}$$

Ο αγωγός αρχίζει να ανεβαίνει προς τα πάνω ($F > w_2$)

Λόγω της κίνησής του αποκτά τάση από επαγωγή με την πολικότητα του σχήματος.



Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και δέχεται δύναμη Laplace με τη φορά του σχήματος.

$$\Sigma F = F - w_2 - F_2 \Rightarrow \Sigma F = F - m_2 g - B I \ell \Rightarrow \Sigma F = F - m_2 g - B \frac{E_{\varepsilon\pi} \ell}{R_{N\Lambda} + R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Sigma F = F - m_2 g - \frac{B(Bv\ell)\ell}{R_{N\Lambda} + R} \Rightarrow \Sigma F = F - m_2 g - \frac{B^2 v \ell^2}{R_{N\Lambda} + R}$$

Επειδή η ταχύτητα αυξάνεται η ΣF μειώνεται μέχρι που $\Sigma F = 0$.

Ο αγωγός εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με μειούμενη επιτάχυνση μέχρι $\Sigma F = 0$ και αποκτά την οριακή του ταχύτητα. Από το σημείο αυτό και μετά εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Όταν $\Sigma F = 0$ $v = v_{op}$

$$F - m_2 g = \frac{B^2 v_{op}^2 \ell^2}{R_{N\Lambda} + R} \Rightarrow v_{op} = \frac{(F - m_2 g) \cdot (R_{N\Lambda} + R)}{B^2 \cdot \ell^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{op} = \frac{(3 - 1) \cdot (1 + 1)}{1 \cdot 1} \Rightarrow v_{op} = 2 \cdot 2 \text{ m/s} \Rightarrow v_{op} = 4 \text{ m/s}$$

Δ4. $h = v_{op} \cdot \Delta t \Rightarrow h = 4 \cdot 0,125 = 0,5 \text{ m}$

$$W_F = F \cdot h = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ J}$$

$$Q = I^2 (R_{N\Lambda} + R) \Delta t$$

$$i = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{N\Lambda} + R} = \frac{B v_{op} \ell}{R_{N\Lambda} + R} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1}{2} = 2 \text{ A} \quad \left. \begin{array}{l} Q = 4 \cdot 2 \cdot 0,125 \Rightarrow Q_R = 1 \text{ J} \end{array} \right\}$$

$$\Pi\% = \frac{Q}{W_F} \cdot 100\% = \frac{1}{1,5} 100\% = \frac{1}{\frac{3}{2}} 100\% \Rightarrow \Pi\% = \frac{200}{3} \%$$