

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 4/1/2025

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Ομογενής κύλινδρος ανέρχεται επιβραδυνόμενος σε κεκλιμένο επίπεδο και σταματά στιγμιαία στο μέγιστο ύψος. Ο κύλινδρος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση και ο άξονας περιστροφής του παραμένει συνεχώς οριζόντιος. Κατά τη διάρκεια της ανόδου:

- α) η ταχύτητα και η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχουν συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.
- β) η γωνιακή ταχύτητα και η γωνιακή επιτάχυνση του κυλίνδρου έχουν συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.
- γ) η γωνιακή ταχύτητα και η γωνιακή επιτάχυνση του κυλίνδρου έχουν συνεχώς αντίθετη κατεύθυνση.
- δ) το σημείο επαφής του κυλίνδρου με το κεκλιμένο επίπεδο έχει συνεχώς μηδενική ταχύτητα και μηδενική επιτάχυνση. **(5 μονάδες)**

Α2. Η ταχύτητα διάδοσης ενός αρμονικού κύματος εξαρτάται από:

- α) τη συχνότητα του κύματος.
- β) τις ιδιότητες του μέσου διάδοσης.
- γ) το πλάτος του κύματος.
- δ) την ταχύτητα ταλάντωσης της πηγής που το παράγει. **(5 μονάδες)**

Α3. Για να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς απείρου μήκους, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης, εφαρμόζοντας το νόμο του Ampere, επιλέγουμε ως κλειστή διαδρομή:

- α) μια κατάλληλη κυκλική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
- β) μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό του, κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς.
- γ) μια κατάλληλη ελλειπτική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
- δ) μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό του παράλληλο στον άξονα του σωληνοειδούς. **(5 μονάδες)**

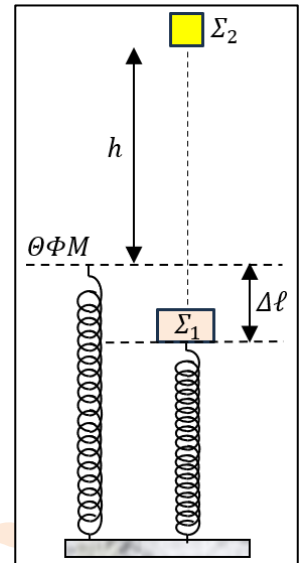
Α4. Όταν δύο σφαίρες μικρών διαστάσεων ίδιας μάζας κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο και συγκρούονται έκκεντρα και ελαστικά, τότε:

- α) μετά την κρούση ανταλλάσσουν ταχύτητες.
- β) μειώνεται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών.
- γ) διατηρείται η ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών.
- δ) μετά την κρούση θα κινούνται πάντα σε κάθετες διευθύνσεις. **(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) Παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί που διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα απωθούνται.
- β) Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση και η συχνότητα του διεγέρτη είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος. Αν αυξήσουμε τη σταθερά απόσβεσης b το πλάτος εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα μειωθεί.
- γ) Αν διπλασιάσουμε το μέτρο καθεμιάς από τις δύο δυνάμεις ενός ζεύγους δυνάμεων, χωρίς να αλλάξουμε την απόσταση των φορέων των δυνάμεων, τότε το μέτρο της ροπής του ζεύγους των δυνάμεων τετραπλασιάζεται.
- δ) Ο νόμος Ampere ισχύει τόσο για σταθερές όσο και για μεταβλητές εντάσεις ηλεκτρικού ρεύματος.
- ε) Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση αυξάνεται όταν αυξάνεται το μέτρο της επιτάχυνσής του. **(5 μονάδες)**

B3. Ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει στερεωθεί σε οριζόντιο δάπεδο και στο πάνω άκρο του έχει δεθεί σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 4m$. Το σώμα Σ_1 ισορροπεί προκαλώντας συσπίρωση $\Delta\ell$ στο ελατήριο. Πάνω από το σώμα Σ_1 στην ίδια κατακόρυφο και σε απόσταση $h = 4\Delta\ell$ από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου (Θ.Φ.Μ) βρίσκεται σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m$. Εκτοξεύουμε το σώμα Σ_1 κατακόρυφα προς τα κάτω και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ πλάτος $A_1 = 3\Delta\ell$. Κατάλληλη χρονική στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_2 έτσι ώστε να συγκρουστεί με το σώμα Σ_1 όταν αυτό διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και κινείται προς τα πάνω. Η κρούση των σωμάτων είναι κεντρική και ελαστική. Ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων των σωμάτων μετά την κρούση είναι:

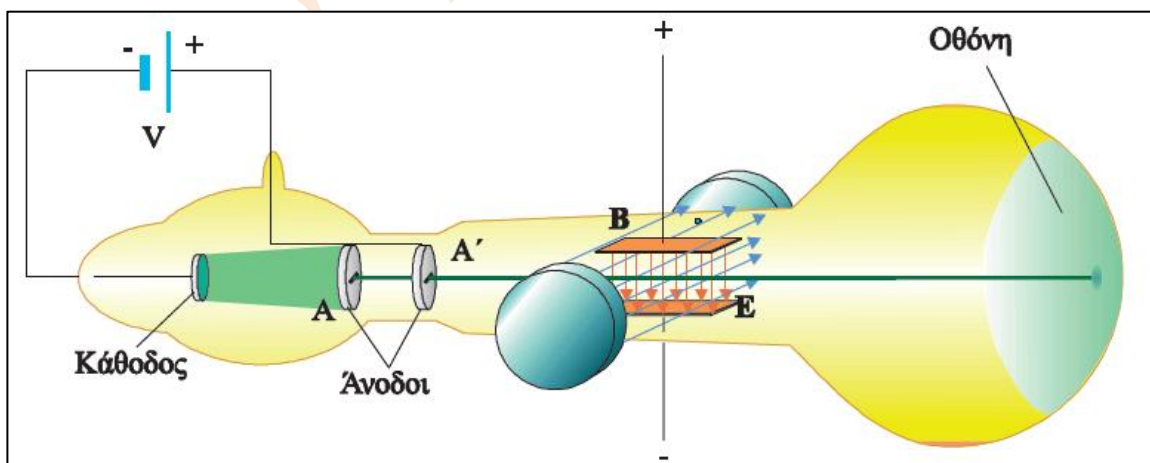


α) $\frac{v'_1}{v'_2} = \frac{1}{11}$ β) $\frac{v'_1}{v'_2} = \frac{1}{5}$ γ) $\frac{v'_1}{v'_2} = \frac{1}{9}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+6 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

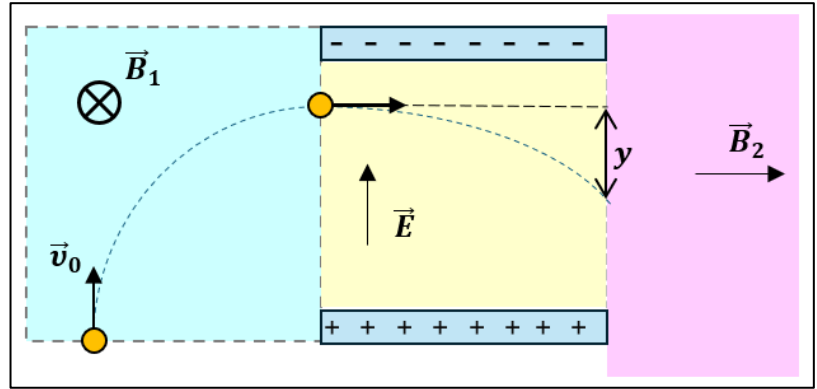
Ο J. J. Thomson απόδειξε πειραματικά την ύπαρξη του ηλεκτρονίου. Το πείραμά του έγινε στο εργαστήριο με μια συσκευή σαν αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Μέσα σε έναν καθοδικό σωλήνα, στον οποίο επικρατεί υψηλό κενό, τα ηλεκτρόνια που προέρχονται από μια πυρακτωμένη κάθοδο επιταχύνονται από τη διαφορά δυναμικού V ανάμεσα στην κάθοδο και τις ανόδους A και A' και σχηματίζουν μια δέσμη. Η δέσμη των ηλεκτρονίων εισέρχεται σε ένα φίλτρο ταχυτήτων όπου οι εντάσεις του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι \vec{E} και \vec{B} αντίστοιχα. Τα ηλεκτρόνια που διέρχονται χωρίς απόκλιση από το φίλτρο ταχυτήτων πέφτουν σε μια οθόνη, στο άκρο του σωλήνα, η οποία είναι καλυμμένη με υλικό που φθορίζει και φωτοβολεί.



Γ1. Γνωρίζοντας την τιμή της διαφοράς δυναμικού V και τα μέτρα των εντάσεων \vec{E} και \vec{B} να αποδείξετε ότι το πηλίκο $\frac{e}{m}$ (ειδικό φορτίο του ηλεκτρονίου) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\frac{e}{m} = \frac{E^2}{2VB^2} \quad (5 \text{ μονάδες})$$

Ένα ηλεκτρόνιο κινούμενο με μέτρο ταχύτητας $v_0 = 7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B_1 = 10^{-3} \text{ T}$ το οποίο έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Αμέσως μετά την έξοδο από το μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_1 , το



ηλεκτρόνιο εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές κατακόρυφου ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = \frac{1}{7} 10^4 \text{ N/C}$. Αφού κινηθεί σε αυτό, εξέρχεται, έχοντας αποκλίνει κατακόρυφα από τη διεύθυνση της ταχύτητας εισόδου κατά $y = 3 \text{ cm}$. Στη συνέχεια εισέρχεται σε ένα δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ μεγάλης έκτασης, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι οριζόντιες. Να υπολογίσετε:

Γ2. Τον χρόνο παραμονής του ηλεκτρονίου στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_1 και την ακτίνα του τμήματος της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει σε αυτό. (4+4 μονάδες)

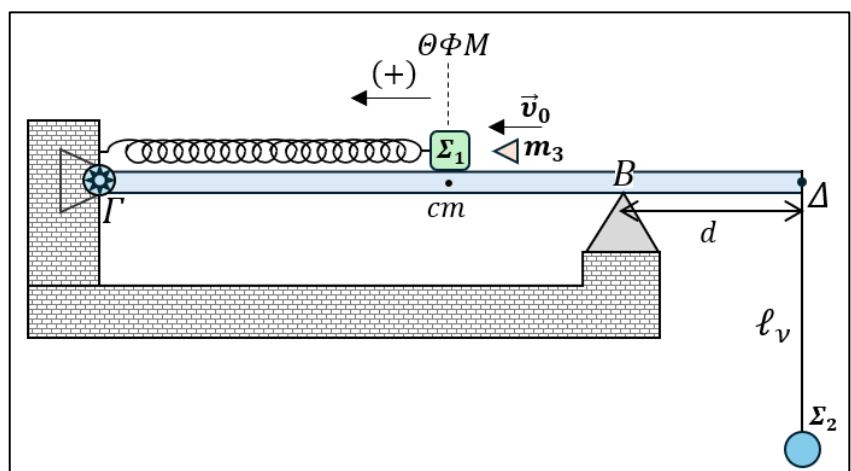
Γ3. Το βήμα της έλικας στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 . (6 μονάδες)

Γ4. Το μήκος της τροχιάς που έχει διανύσει το ηλεκτρόνιο μετά από επτά πλήρεις περιστροφές εντός του μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B}_2 . (6 μονάδες)

Δίνεται το ειδικό φορτίο του ηλεκτρονίου $\frac{|q_e|}{m_e} = \frac{e}{m} = \frac{7}{4} 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{Kg}}$. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις να θεωρηθούν αμελητέες.

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής δοκός ΓΔ του διπλανού σχήματος έχει μάζα $M = 7 \text{ Kg}$, μήκος $\ell = 2 \text{ m}$ και έχει στερεωθεί ακλόνητα σε άρθρωση στο άκρο της Γ σε κατακόρυφο τοίχο. Η δοκός, στο σημείο Β, είναι τοποθετημένη πάνω σε στήριγμα με το οποίο δεν εμφανίζει τριβή. Το στήριγμα απέχει από το άκρο Δ απόσταση $d = 0,5 \text{ m}$.



Πάνω στη δοκό, στο κέντρο μάζας της (cm), είναι τοποθετημένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2 \text{ Kg}$ το οποίο είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 75 \text{ N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στον κατακόρυφο τοίχο. Μεταξύ δοκού και σώματος Σ_1 δεν εμφανίζονται τριβές.

Στο άκρο Δ της δοκού είναι στερεωμένο κατακόρυφο αβαρές μη εκτατό νήμα μήκους $\ell_\nu = 1m$. Στο άκρο του νήματος είναι δεμένο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1,5Kg$. Το σύστημα δοκός – σώματα Σ_1, Σ_2 είναι αρχικά ακίνητο. Βλήμα μικρών διαστάσεων μάζας $m_3 = 1Kg$ κινείται οριζόντια έχοντας μέτρο ταχύτητας $v_0 = 7,5 m/s$ ελάχιστα πριν σφηνωθεί ακαριαία στο σώμα Σ_1 . Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα βλήμα - σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στη δοκό με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Το σώμα Σ_2 παραμένει ακίνητο με το νήμα κατακόρυφο. Χρονική στιγμή $t = 0$ θεωρείται η στιγμή της κρούσης και τα θετικά του άξονα της ταλάντωσης είναι προς τον κατακόρυφο τοίχο. Να βρείτε:

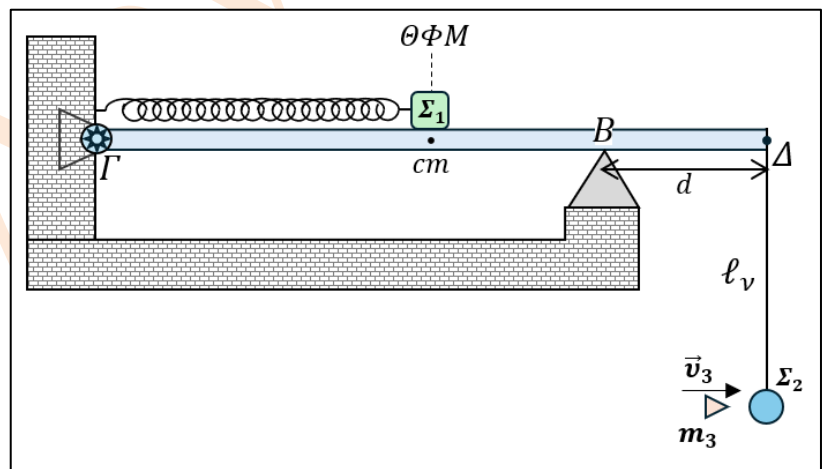
Δ1. Τα μέτρα των δυνάμεων που δέχεται η δοκός από το στήριγμα και την άρθρωση στην κατάσταση ισορροπίας του συστήματος (πριν την κρούση). (3+3 μονάδες)

Δ2. Τη χρονική στιγμή t_1 που το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για δεύτερη φορά μετά κρούση. (2 μονάδες)

Δ3. Τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του βλήματος όταν το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για πρώτη φορά μετά την κρούση. (3 μονάδες)

Δ4. Πως μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την απομάκρυνση της ταλάντωσης του συσσωματώματος η δύναμη που δέχεται η δοκός από το στήριγμα στο σημείο Β ($F_B = f(x)$) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες. (5 μονάδες)

Σε μια άλλη περίπτωση το σύστημα δοκός – σώματα Σ_1, Σ_2 είναι αρχικά ακίνητο και το βλήμα μικρών διαστάσεων μάζας $m_3 = 1Kg$ κινούμενο οριζόντια έχοντας ταχύτητα \vec{v}_3 σφηνώνεται ακαριαία στο σώμα Σ_2 . Το συσσωμάτωμα βλήμα – σώμα Σ_2 μετά την κρούση κινείται διαγράφοντας κατακόρυφη κυκλική τροχιά με το νήμα



συνεχώς τεντωμένο γύρω από το σημείο Δ και ακινητοποιείται στιγμιαία τη στιγμή που το νήμα γίνεται οριζόντιο. Η δοκός ισορροπεί στην οριζόντια θέση σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του συσσωματώματος.

Δ5. Να υπολογίσετε:

α) Την απώλεια της ενέργειας του συστήματος κατά την κρούση μεταξύ βλήματος και σώματος Σ_2 . (3 μονάδες)

β) Τη στροφορμή του συσσωματώματος βλήμα - σώμα Σ_2 ως προς το σημείο Δ, τη στιγμή που το μέτρο της δύναμης από το στήριγμα στο σημείο Β είναι $F_B = 124N$. (6 μονάδες)

Δίνεται $g = 10 m/s^2$. Τα σώματα Σ_1, Σ_2 και το βλήμα θεωρούνται υλικά σημεία.

ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ	μέτρο, m	χερτζ, 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°
ημ θ	0	1/2	3/5	$\sqrt{2}/2$	4/5	$\sqrt{3}/2$	1
συν θ	1	$\sqrt{3}/2$	4/5	$\sqrt{2}/2$	3/5	1/2	0
εφ θ	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ		ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		
$u = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$	v : ταχύτητα x : θέση Δx : μετατόπιση a : επιτάχυνση m : μάζα ρ : ορμή F : δύναμη $T_{ολ}$: τριβή ολίσθησης μ : συντελεστής τριβής N : κάθετη δύναμη K : κινητική ενέργεια	$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{E}{R_{ολ}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$	$\Phi_B = BA \sin \theta$ $F = B q v \eta \mu \theta$ $F = BI \ell \eta \mu \phi$ $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$ $E_{επ} = Bv \ell$ $E_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$	A : εμβαδόν B : μαγνητικό πεδίο Φ_B : μαγνητική ροή E : ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ F : δύναμη q : ηλεκτρικό φορτίο $E_{επ}$: ΗΕΔ 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 α_k : κεντρομόλος επιτάχυνση R ή r : ακτίνα ω : γωνιακή ταχύτητα θ : γωνία T : περίοδος f : συχνότητα u_{cm} : ταχύτητα κέντρου μάζας $\alpha_{γων}$: γωνιακή επιτάχυνση α_{cm} : επιτάχυνση κέντρου μάζας τ : ροπή ℓ, d : μήκος ή απόσταση L : στροφορμή	$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{\ell}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell}{4\pi r^2} \eta \mu \theta$	$B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta \ell \sin \theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{\ell}$
ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ			
$x = A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $v = \omega A \sigma \nu(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $v = \lambda f$ $F = b v$ $A = A_0 e^{-\Lambda t}$ $y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$	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		