

**Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 14/12/2024**

**ΘΕΜΑ Α**

**Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.**

**Α1.** Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα:

- α) εξαρτάται από την τιμή της σταθεράς απόσβεσης και από τη συχνότητα του διεγέρτη.
- β) είναι σταθερό και ανεξάρτητο από τη συχνότητα του διεγέρτη.
- γ) αυξάνεται, αν αυξάνεται συνεχώς η συχνότητα του διεγέρτη.
- δ) μειώνεται εκθετικά σε συνάρτηση με τον χρόνο.

**(5 μονάδες)**

**Α2.** Σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται με τον χρόνο σύμφωνα με τη σχέση  $A = A_0 \cdot e^{-\Lambda t}$ , όπου  $A_0$  το αρχικό πλάτος και  $\Lambda$  θετική σταθερά.

- α) Η ενέργεια του συστήματος μειώνεται κατά το ίδιο ποσό σε κάθε περίοδο.
- β) Η δύναμη απόσβεσης είναι ανάλογη της επιτάχυνσης του σώματος και αντίρροπη αυτής.
- γ) Ο λόγος δύο διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση μειώνεται συνεχώς.
- δ) Η σταθερά  $\Lambda$  εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και τη σταθερά απόσβεσης.

**(5 μονάδες)**

**Α3.** Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι μικρότερη από τη συχνότητα του διεγέρτη. Αν μειώνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη χωρίς να ξεπεράσουμε την ιδιοσυχνότητα, το πλάτος της ταλάντωσης:

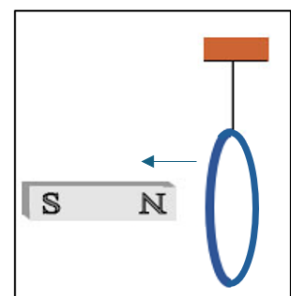
- α) θα αυξάνεται συνεχώς.
- β) θα μειώνεται συνεχώς.
- γ) αρχικά θα μειώνεται και στη συνέχεια θα αυξάνεται.
- δ) θα παραμείνει το ίδιο.

**(5 μονάδες)**

**Α4.** Ο μεταλλικός δακτύλιος του διπλανού σχήματος είναι δεμένος στο άκρο μονωτικού νήματος και αρχικά ισορροπεί στην κατακόρυφη θέση. Όταν απομακρύνουμε απότομα τον μαγνήτη:

- α) η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του δακτυλίου αυξάνεται.
- β) ο δακτύλιος κινείται προς τον μαγνήτη.
- γ) ο δακτύλιος απομακρύνεται από τον μαγνήτη.
- δ) ο δακτύλιος παραμένει ακίνητος.

**(5 μονάδες)**



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

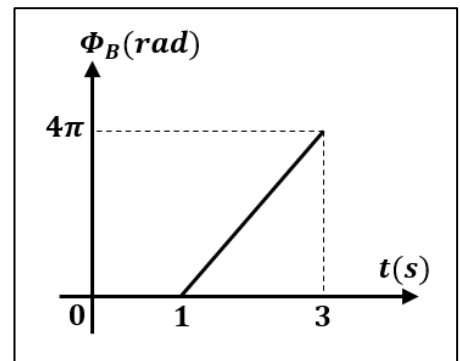
- α) Σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση. Ο ρυθμός μείωσης του πλάτους αυξάνεται όταν αυξάνεται η σταθερά απόσβεσης.
- β) Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.
- γ) Σε ακίνητο ευθύγραμμο αγωγό που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη.
- δ) Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε κλειστό κύκλωμα λόγω του φαινομένου της επαγωγής, εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.
- ε) Σε ευθύγραμμο αγωγό που κινείται με ταχύτητα παράλληλα στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη.

**(5 μονάδες)**

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Εγκάρσιο αρμονικό διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου το οποίο ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα  $Ox$ .

Η πηγή των αρμονικών κυμάτων βρίσκεται στο άκρο  $O$ , στη θέση  $x = 0$ , του γραμμικού ελαστικού μέσου και τη χρονική στιγμή  $t = 0$  ξεκινά να εκτελεί κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση στον άξονα  $yy'$  με χρονική εξίσωση απομάκρυνσης  $y = A\eta\mu(\omega t)$ .



Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το διάγραμμα της φάσης του σημείου

$B$ , που βρίσκεται στη θέση  $x_B = 0,5m$ , σε συνάρτηση με τον χρόνο ( $\Phi_B = f(t)$ ). Τη χρονική στιγμή  $t = 3s$  τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου που έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια και κινούνται προς την αρνητική κατεύθυνση του άξονα  $yy'$  είναι:

α) επτά

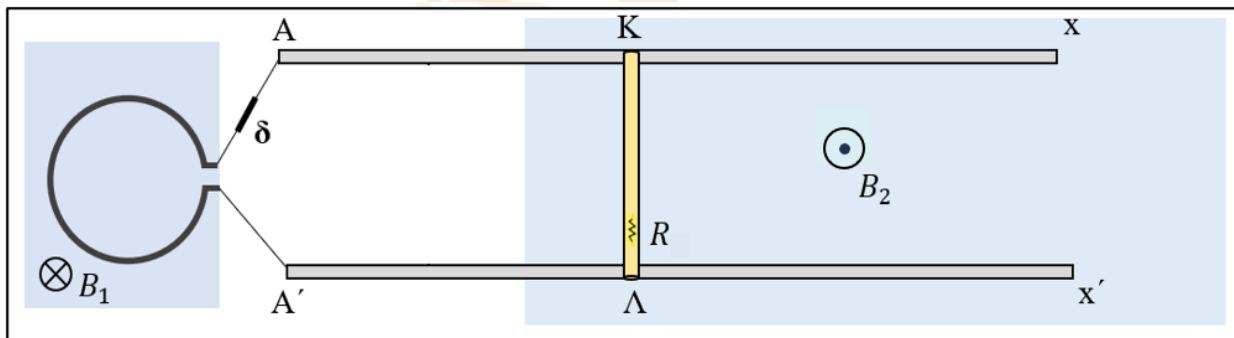
β) τέσσερα

γ) τρία

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1+6 μονάδες)

**B2.** Δύο παράλληλοι αγωγάι οδηγοί μεγάλου μήκους  $Ax$  και  $A'x'$  βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $\ell$ . Στα άκρα  $A$  και  $A'$  έχει συνδεθεί μέσω διακόπτη ( $\delta$ ) κυκλικός αγωγός με το επίπεδό του οριζόντιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (κάτοψη).



Ο κυκλικός αγωγός έχει εμβαδόν  $S$ , ωμική αντίσταση  $R$  και βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο μεταβλητής έντασης  $\vec{B}_1$ , περιορισμένου εύρους με κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Το μέτρο της έντασης  $\vec{B}_1$  αυξάνεται με σταθερό ρυθμό  $\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = \lambda$ , όπου  $\lambda$  θετική σταθερά. Πάνω στους

οδηγούς είναι τοποθετημένος ευθύγραμμος αγωγός  $KL$  μήκους  $\ell$  και ωμικής αντίστασης  $R_{KL} = R$ .

Μεταξύ του αγωγού  $KL$  και των παράλληλων οδηγών δεν εμφανίζεται τριβή. Ο αγωγός  $KL$  και οι

παράλληλοι οδηγοί βρίσκονται μέσα σε ένα δεύτερο κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_2$

σταθερού μέτρου, μεγάλου μήκους και επίσης περιορισμένου εύρους με φορά από τη σελίδα προς τον

αναγνώστη.

**I.** Με τον διακόπτη (δ) κλειστό, ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης  $\vec{F}$  σταθερού μέτρου που ασκείται στο μέσο του αγωγού. Η δύναμη  $\vec{F}$  έχει μέτρο:

- α)  $F = \lambda \frac{B\ell S}{2R}$  και κατεύθυνση προς τα δεξιά,  
 β)  $F = \lambda \frac{B\ell S}{2R}$  και κατεύθυνση προς τα αριστερά,  
 γ)  $F = \lambda \frac{B\ell S}{R}$  και κατεύθυνση προς τα αριστερά.

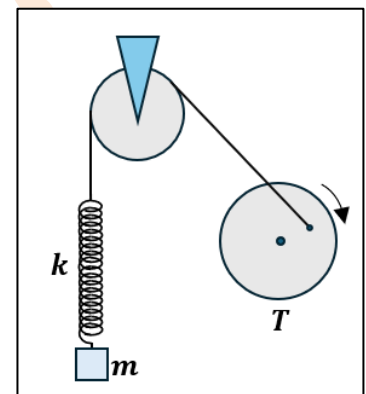
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1+4 μονάδες)

**II.** Σε μια άλλη περίπτωση, χωρίς το μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_1$ , ασκείται στο μέσο του αγωγού μια κατάλληλη δύναμη  $\vec{F}'$  με φορά προς τα δεξιά. Ο διακόπτης (δ) είναι κλειστός και ο αγωγός κινείται εντός του ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}_2$  με σταθερή ταχύτητα. Να αποδείξετε ποσοτικά ότι ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας στο φαινόμενο της επαγωγής.

(3 μονάδες)

**B3.** Στη διάταξη του διπλανού σχήματος εκτελείται πείραμα εξαναγκασμένης ταλάντωσης. Το σώμα μάζας  $m$  είναι δεμένο στο κάτω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$  και η σταθερά απόσβεσης  $b$  έχει σταθερή τιμή. Το άνω άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο με σχοινί, το άλλο άκρο του οποίου προσδένεται στον τροχό  $T$ . Με κατάλληλη διάταξη ο τροχός περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{k}{m}}$  και το σώμα εκτελεί κατακόρυφη εξαναγκασμένη ταλάντωση.



**I.** α) Το σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με το μέγιστο πλάτος.

β) Αν αυξήσουμε τη γωνιακή ταχύτητα του τροχού χωρίς να μεταβάλλουμε τη σταθερά απόσβεσης ( $b = \text{σταθερή}$ ) το πλάτος ταλάντωσης θα αυξηθεί.

γ) Αν αυξήσουμε τη σταθερά απόσβεσης  $b$  χωρίς να μεταβάλλουμε τη γωνιακή ταχύτητα ( $\omega = \text{σταθερή}$ ) το πλάτος ταλάντωσης θα μειωθεί.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1+4 μονάδες)

**II.** Αλλάζουμε το ελατήριο με ένα άλλο, του οποίου η σταθερά είναι  $k' = k/4$ , διατηρώντας την ίδια σταθερά απόσβεσης  $b$ . Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με τον τροχό να περιστρέφεται έχοντας νέα γωνιακή ταχύτητα  $\omega'$ . Το σώμα σε αυτή την περίπτωση εκτελεί κατακόρυφη εξαναγκασμένη ταλάντωση με το μέγιστο πλάτος. Το ποσοστό της μεταβολής ( $\pi$ ) της γωνιακής ταχύτητας του τροχού είναι:

α)  $\pi = -60\%$

β)  $\pi = +25\%$

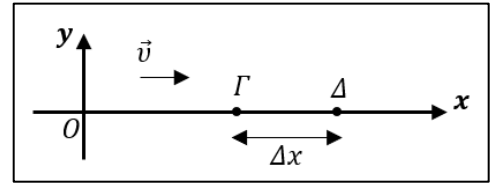
γ)  $\pi = -20\%$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1+4 μονάδες)

## ΘΕΜΑ Γ

Πηγή αρμονικών κυμάτων βρίσκεται στο άκρο  $O$ , στη θέση  $x = 0$ , γραμμικού ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα  $Ox$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  η πηγή ξεκινά να εκτελεί



κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση στον άξονα  $yy'$  με χρονική εξίσωση απομάκρυνσης  $y = A\eta\mu(\omega t)$  και παράγει εγκάρσιο αρμονικό κύμα που διαδίδεται κατά μήκος του θετικού ημιάξονα. Το υλικό σημείο  $\Gamma$  του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση  $x_\Gamma = 0,4m$  ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή  $t'$  έχοντας χρονική εξίσωση απομάκρυνσης  $y_\Gamma = 0,1\eta\mu(5\pi t - 4\pi)$  S.I. για  $t \geq t'$ . Ένα υλικό σημείο  $\Delta$  του ελαστικού μέσου βρίσκεται στη θέση  $x_\Delta$  δεξιότερα από το σημείο  $\Gamma$ . Το κύμα για να φτάσει από το σημείο  $\Gamma$  στο σημείο  $\Delta$  χρειάζεται χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,6s$ .

**Γ1.** Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης του αρμονικού κύματος. **(4 μονάδες)**

**Γ2.** Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης ( $\Delta\Phi = \Phi_\Gamma - \Phi_\Delta$ ) μεταξύ των ταλαντώσεων των υλικών σημείων  $\Gamma$  και  $\Delta$  την ίδια χρονική στιγμή. **(5 μονάδες)**

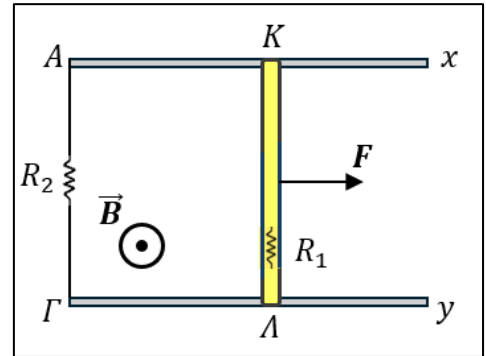
**Γ3.** Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της φάσης του κύματος σε συνάρτηση με τη θέση  $x$  των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου ( $\Phi = f(x)$ ) τη χρονική στιγμή  $t'$  που το κύμα φτάνει στο σημείο  $\Gamma$ . **(5 μονάδες)**

**Γ4.** Να γράψετε την χρονική εξίσωση της επιτάχυνσης ταλάντωσης που εκτελεί το σημείο  $\Delta$  ( $a_\Delta = f(t)$ ) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση μέχρι να ολοκληρώσει μια πλήρη ταλάντωση. **(4+1 μονάδες)**

**Γ5.** Να βρείτε την απομάκρυνση του σημείου  $\Delta$  όταν το σημείο  $\Gamma$  βρεθεί στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης του για πρώτη και δεύτερη φορά. **(3+3 μονάδες)**

### ΘΕΜΑ Δ

Ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους  $\ell = 1\text{m}$ , μάζας  $m = 1\text{Kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R_1 = 1,2\Omega$  μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx και Γy αμελητέας αντίστασης και μεγάλου μήκους. Στα άκρα Α και Γ οι αγωγοί συνδέονται με ωμική αντίσταση  $R_2 = 0,8\Omega$ . Η διάταξη βρίσκεται



μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο  $B = 1\text{T}$  και κατεύθυνση από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ασκείται στον αγωγό ΚΛ, κάθετα στο μέσο του, σταθερή δύναμη μέτρου  $F = 4\text{N}$  όπως φαίνεται στο σχήμα, οπότε αρχίζει να κινείται. Τη χρονική στιγμή  $t_1$  ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα. Τη χρονική στιγμή  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ) η δύναμη  $\vec{F}$  καταργείται και ο αγωγός τελικά ακινητοποιείται τη χρονική στιγμή  $t_3$ . Στο χρονικό διάστημα  $\Delta t = t_2 - t_1$  ο αγωγός μετατοπίζεται κατά  $\Delta x = 8\text{m}$ .

**Δ1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας  $v_{op}$  που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ. (5 μονάδες)

**Δ2.** Τη χρονική στιγμή  $t$ , για  $t < t_1$ , που το μέτρο της ταχύτητας του αγωγού είναι  $v = \frac{v_{op}}{2}$  να βρείτε:

α) τη διαφορά δυναμικού  $V_{K\Lambda}$  στα άκρα του, (4 μονάδες)

β) τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας. (4 μονάδες)

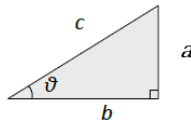
**Δ3.** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που παράγεται στις αντιστάσεις της διάταξης από τη χρονική στιγμή  $t_1$  που ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα και μέχρι να ακινητοποιηθεί τη χρονική στιγμή  $t_3$ . (5 μονάδες)

**Δ4.** Να βρείτε πως μεταβάλλονται σε συνάρτηση με την ταχύτητα του αγωγού και να γίνουν οι αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  και μέχρι ο αγωγός να αποκτήσει την οριακή ταχύτητα για:

α) την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τη διάταξη ( $I = f(v)$ ) και (3 μονάδες)

β) τον χρονικό ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ( $\frac{dI}{dt} = f(v)$ ). (4 μονάδες)

1. ☒ Ζωγράφου: Ι. Χρυσίππου 1, ☎ 210 7488030 & ΙΙ. Ξηρογιάννη 10, ☎ 210 7488180
2. ☒ Χολαργός: Φανερωμένης 13, ☎ 210 6536551
3. ☒ Αγία Παρασκευή: Ευεργέτου Γιαβάση 9, πλατεία Αγ. Παρασκευής, ☎ 210 6000031

ΠΡΟΘΕΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ - ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΑ			ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΤΡΙΓΩΝΟ	
	$10^{12} \rightarrow$ tera (T)	Εμβαδόν παραλληλογράμμου: $A=bu$			$\eta\mu\theta = \frac{a}{c}, \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{b}{c}$
	$10^9 \rightarrow$ giga (G)	Περίμετρος κύκλου: $C=2\pi r$			
	$10^6 \rightarrow$ mega (M)	Εμβαδόν κύκλου: $A=\pi r^2$			$\varepsilon\phi\theta = \frac{a}{b}$
	$10^3 \rightarrow$ kilo (k)	Εμβαδόν σφαίρας: $A=4\pi r^2$			
	$10^{-2} \rightarrow$ centi (c)	Όγκος σφαίρας: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$			$c^2 = a^2 + b^2$
	$10^{-3} \rightarrow$ milli (m)	Μήκος τόξου κύκλου $s=r\theta$			
	$10^{-6} \rightarrow$ micro ( $\mu$ )	$\eta\mu\alpha + \eta\mu\beta = 2\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)$			
	$10^{-9} \rightarrow$ nano (n)				
	$10^{-12} \rightarrow$ pico (p)				
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							
$\theta$	$0^\circ$	$30^\circ$	$37^\circ$	$45^\circ$	$53^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$\eta\mu\theta$	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
$\varepsilon\phi\theta$	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		
$E = \frac{F}{q}$	$\Phi_B = BA\sigma\upsilon\nu\theta$	A: εμβαδόν
$I = \frac{dq}{dt}$	$F = B q v\eta\mu\theta$	B: μαγνητικό πεδίο
$I = \frac{V}{R}$	$F = BI\ell\eta\mu\phi$	$\Phi_B$ : μαγνητική ροή
$I = \frac{E}{R_{ολ}}$	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi \alpha}$	E: ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ
$V = \frac{W}{q}$	$E_{\varepsilon\pi} = Bv\ell$	F: δύναμη
$R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$	$E_{\varepsilon\pi} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$	q: ηλεκτρικό φορτίο
	$E_{\alpha\nu\tau} = -L \frac{di}{dt}$	$E_{\varepsilon\pi}$ : ΗΕΔ από επαγωγή
		I: ηλεκτρικό ρεύμα
		V: διαφορά δυναμικού
		W: έργο
		R: αντίσταση

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	
$x=A\eta\mu(\omega t+\phi)$	A: πλάτος
$u=\omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t+\phi)$	x: απομάκρυνση, θέση
$a=-\omega^2 A\eta\mu(\omega t+\phi)$	u: ταχύτητα
$F = -Dx$	a: επιτάχυνση
$U = \frac{1}{2}Dx^2$	$\omega$ : γωνιακή συχνότητα
$u=\lambda f$	$\phi$ : αρχική φάση
$F=-bv$	f: συχνότητα
$A = A_0 e^{-\lambda t}$	D: σταθερά επαναφοράς
$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)$	T: περίοδος
$y = 2A\sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$	b: σταθερά απόσβεσης
	$\lambda$ : μήκος κύματος
	T: περίοδος
	U: δυναμική ενέργεια
	y: απομάκρυνση