

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 4/9/2024

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο T και πλάτος A . Τη χρονική στιγμή t_1 που το σώμα έχει μέγιστη θετική απομάκρυνση:

- α) η δύναμη επαναφοράς έχει μέγιστο μέτρο.
- β) η κινητική ενέργεια είναι μέγιστη.
- γ) η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης μηδενίζεται.
- δ) ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης είναι μέγιστος. (5 μονάδες)

Α2. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο T , πλάτος A και αρχική φάση $\varphi_0 = \pi/2 \text{ rad}$.

Τη χρονική στιγμή $t = T/2$:

- α) το σώμα έχει διανύσει διάστημα ίσο με $A/2$.
- β) το σώμα έχει διανύσει διάστημα ίσο με $2A$.
- γ) η φάση της ταλάντωσης είναι ίση με $\pi \text{ rad}$.
- δ) η φάση της ταλάντωσης αυξάνεται κατά $\pi/2 \text{ rad}$. (5 μονάδες)

Α3. Τροχός στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής. Η γωνιακή ταχύτητα του τροχού μειώνεται με σταθερό ρυθμό μέχρι να σταματήσει.

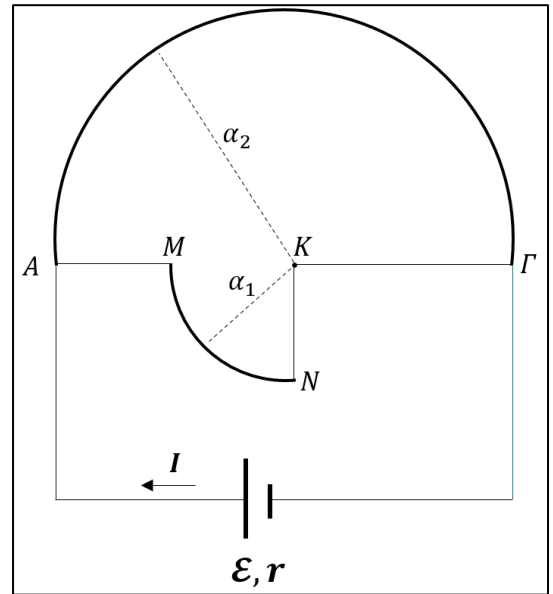
- α) Η γωνιακή επιτάχυνση του τροχού μειώνεται με σταθερό ρυθμό.
- β) Η μεταβολή της γωνιακής ταχύτητας του τροχού είναι αντίρροπη της γωνιακής ταχύτητας.
- γ) Η γωνία στροφής του τροχού μειώνεται με σταθερό ρυθμό.
- δ) Η κεντρομόλος επιτάχυνση των σημείων της περιφέρειας του τροχού έχει συνεχώς σταθερό μέτρο. (5 μονάδες)

Α4. Δύο σώματα Σ_1, Σ_2 κινούνται στην ίδια ευθεία έχοντας ορμές \vec{p}_1, \vec{p}_2 αντίστοιχα. Τα σώματα συγκρούονται πλαστικά και μετά την κρούση το συσσωμάτωμα που δημιουργείται παραμένει ακίνητο.

Αν το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_2 ($|\vec{v}_1| > |\vec{v}_2|$) τότε ισχύει:

- α) $m_1 > m_2$, $\vec{p}_1 = \vec{p}_2$
- β) $m_1 > m_2$, $\vec{p}_1 = -\vec{p}_2$
- γ) $m_1 < m_2$, $\vec{p}_1 = \vec{p}_2$
- δ) $m_1 < m_2$, $\vec{p}_1 = -\vec{p}_2$ (5 μονάδες)

B2. Στο διπλανό σχήμα η διάταξη αποτελείται από δύο αγωγίμα σύρματα MN και ΑΓ που είναι κατασκευασμένα από το ίδιο υλικό. Ο αγωγός MN είναι σχήματος τεταρτοκυκλίου με ακτίνα $\alpha_1 = \alpha$ και έχει ωμική αντίσταση $R_1 = R$. Ο αγωγός ΑΓ είναι ημικυκλικός με ακτίνα $\alpha_2 = 2\alpha$ και έχει ωμική αντίσταση $R_2 = 4R$. Οι δύο αγωγοί MN και ΑΓ έχουν κοινό κέντρο στο σημείο Κ. Ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ \mathcal{E} και ωμική αντίσταση r συνδέεται στα άκρα Α, Γ και τροφοδοτεί τη διάταξη με ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I . Η υπόλοιπη διάταξη έχει μηδενική ωμική αντίσταση.



Το μέτρο της συνολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου που

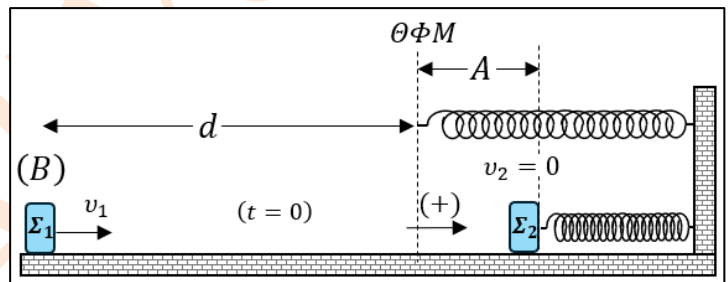
δημιουργούν τα αγωγίμα σύρματα MN και ΑΓ στο κοινό τους κέντρο στο σημείο Κ είναι:

α) $B_K = \frac{3\mu_0 I}{40\alpha}$ β) $B_K = \frac{5\mu_0 I}{40\alpha}$ γ) $B_K = \frac{7\mu_0 I}{40\alpha}$

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

(1+6 μονάδες)

B3. Το ένα άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k είναι δεμένο με σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3m$, ενώ το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα σε κατακόρυφο τοίχο. Μετακινούμε το σώμα Σ_2 προκαλώντας συσπείρωση του ελατηρίου κατά $\Delta\ell = A$



όπως φαίνεται στο σχήμα. Στη θέση Β σε οριζόντια απόσταση d από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου ($\Theta\Phi M$) βρίσκεται αρχικά ακίνητο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = m$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ εκτοξεύουμε προς τα δεξιά το σώμα Σ_1 με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 2v_{max}$ (όπου v_{max} το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_2) και ταυτόχρονα αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_2 . Τα σώματα κινούνται χωρίς τριβές πάνω στο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα Σ_2 να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Τα σώματα συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά τη χρονική στιγμή που η ταχύτητα του σώματος Σ_2 μηδενίζεται για τρίτη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t = 0$. Τα σώματα θεωρούνται υλικά σημεία και τα θετικά του άξονα της ταλάντωσης προς τα δεξιά.

I. Για την οριζόντια απόσταση d που απέχει η θέση Β από τη θέση φυσικού μήκους ($\Theta\Phi M$) ισχύει:

α) $d = 6\pi A$ β) $d = (6\pi + 1)A$ γ) $d = (6\pi - 1)A$

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

(1+3 μονάδες)

II. Το πλάτος A' της νέας ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_2 μετά την κρούση είναι:

α) $A' = \sqrt{5}A$ β) $A' = \sqrt{3/2}A$ γ) $A' = \sqrt{2}A$

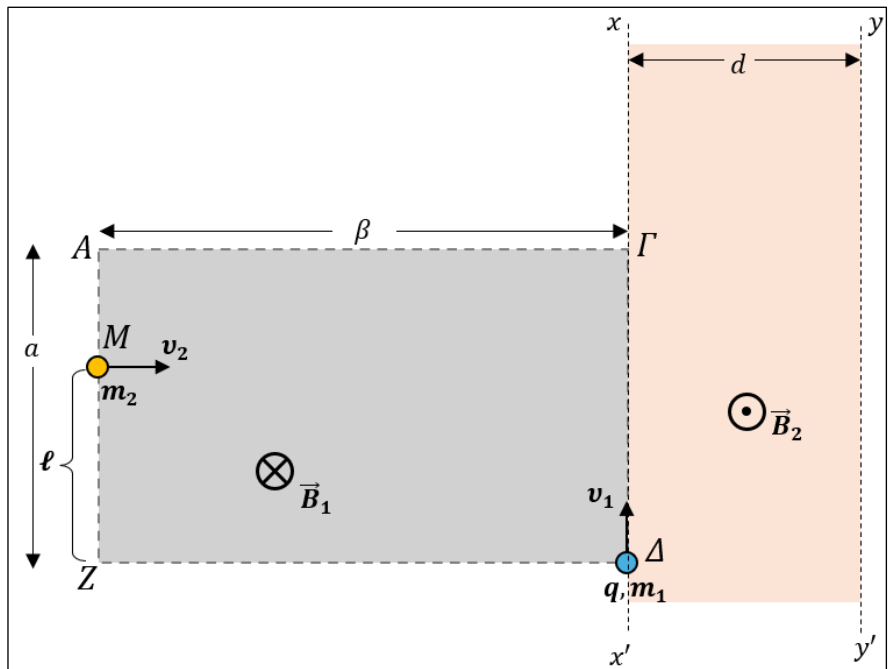
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1+3 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

Η εγκάρσια τομή ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B}_1 είναι το ορθογώνιο $A\Gamma\Delta Z$ του διπλανού σχήματος, με πλευρές α και β . Η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B_1 = 10^{-2} T$ και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Αμέσως μετά το μαγνητικό έντασης \vec{B}_1 υπάρχει ένα δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Το πεδίο έντασης \vec{B}_2 εκτείνεται μεταξύ των ορίων xx' , yy' και έχει πλάτος $d = 5\sqrt{2} cm$.



Δύο σωματίδια εισέρχονται στο σημείο M και στην κορυφή Δ αντίστοιχα του πεδίου έντασης \vec{B}_1 όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σωματίδιο που εισέρχεται στο σημείο M είναι αφόρτιστο και έχει μάζα m_2 , ενώ το σωματίδιο που εισέρχεται στην κορυφή Δ είναι το ισότοπο του υδρογόνου, ο πυρήνας τρίτιου (3_1H).

Το αφόρτιστο σωματίδιο εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v}_2 , μέτρου $v_2 = 10\sqrt{2} \cdot 10^4 m/s$, κάθετα στην πλευρά AZ σε απόσταση $MZ = \ell = 6\sqrt{2} cm$, ενώ το τρίτιο εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v}_1 , μέτρου $v_1 = 2\sqrt{2} \cdot 10^4 m/s$, κάθετα στην πλευρά ZD . Τα δύο σωματίδια εισέρχονται κατάλληλες χρονικές στιγμές στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_1 , με τις ταχύτητές τους να είναι κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και συγκρούονται κεντρικά ελαστικά. Μετά την κρούση το τρίτιο κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που είχε πριν την κρούση με ταχύτητα μέτρου $v'_1 = 4\sqrt{2} \cdot 10^4 m/s$. Στη συνέχεια εξέρχεται από το πεδίο έντασης \vec{B}_1 από την κορυφή Γ .

Γ1. Να υπολογίσετε για κάθε σωματίδιο πριν την κρούση το μέτρο της δύναμης που δέχεται από το πεδίο έντασης \vec{B}_1 . (2+2 μονάδες)

Γ2. Να βρείτε τη μάζα του αφόρτιστου σωματιδίου και την ταχύτητά του αμέσως μετά την κρούση. (3+3 μονάδες)

Γ3. Να βρείτε για το τρίτιο το μέτρο της μεταβολής της ορμής του από τη στιγμή της εισόδου στο πεδίο έντασης \vec{B}_1 και μέχρι πριν την κρούση. (4 μονάδες)

Γ4. Να υπολογίσετε για το τρίτιο το χρονικό διάστημα που κινείται εντός του πεδίου έντασης \vec{B}_1 από τη στιγμή της κρούσης και μέχρι να εξέλθει από την κορυφή Γ . (5 μονάδες)

Γ5. Το τρίτιο μετά την κρούση αφού εξέλθει από την κορυφή Γ εισέρχεται στο πεδίο έντασης \vec{B}_2 με την ταχύτητα να είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του και εξέρχεται από αυτό με ταχύτητα επίσης κάθετη στο όριο yy' . Να βρείτε:

α) το έργο της δύναμης του πεδίου έντασης \vec{B}_2 , (2 μονάδες)

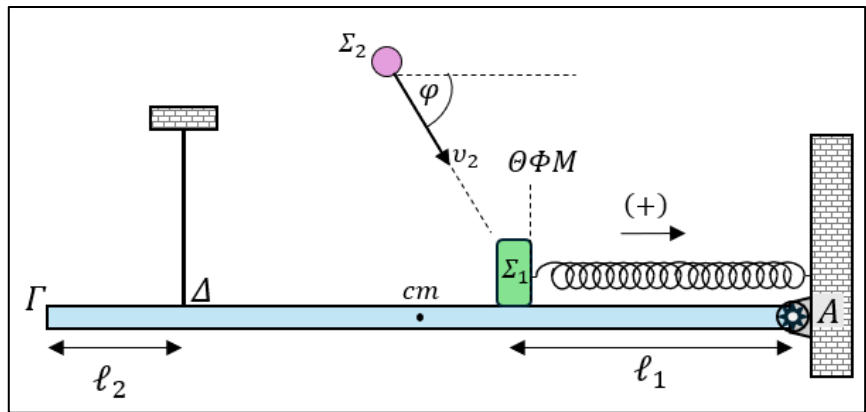
β) το μέτρο της έντασης \vec{B}_2 . (4 μονάδες)

Δίνεται το φορτίο του πρωτονίου $q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ και να θεωρηθεί ότι η μάζα του πρωτονίου είναι ίση με τη μάζα του νετρονίου $m_p = m_n = m = 1,6 \cdot 10^{-27} Kg$. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις να θεωρηθούν αμελητέες.

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής και ισοπαχής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει μάζα $M = 2kg$ και μήκος $\ell = 5m$.

Το άκρο Α της δοκού είναι προσαρμοσμένο σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Η δοκός ισορροπεί σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια ενός κατακόρυφου



αβαρούς μη ελαστικού νήματος που το ένα άκρο είναι δεμένο στο σημείο Δ της δοκού σε απόσταση $\ell_2 = 1m$ από το άκρο Γ, ενώ το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή όπως φαίνεται στο σχήμα. Πάνω στη δοκό, σε απόσταση $\ell_1 = 2m$ από την άρθρωση, είναι τοποθετημένο αρχικά ακίνητο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1,5kg$. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 50N/m$, ενώ το άλλο άκρο του έχει στερεωθεί στον κατακόρυφο τοίχο. Το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Στην ίδια κατακόρυφο με το σύστημα δοκός – σώμα Σ_1 κινείται μια σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 0,5kg$ η οποία σφηνώνεται ακαριαία στο σώμα Σ_1 . Η σφαίρα κινούμενη κατακόρυφα ελάχιστα πριν την κρούση έχει ταχύτητα μέτρου $v_2 = 20m/s$ και η κατεύθυνσή της σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται δεν αναπηδά μετά την κρούση και κινείται πάνω στη δοκό χωρίς τριβές εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Να βρείτε:

Δ1. Τα μέτρα των δυνάμεων της τάσης του νήματος και της δύναμης από την άρθρωση που δέχεται η δοκός πριν την κρούση. (2+2 μονάδες)

Δ2. Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση. (4 μονάδες)

Δ3. Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του συστήματος που χάνεται κατά την κρούση. (4 μονάδες)

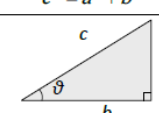
Δ4. Την εξίσωση που περιγράφει πως μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια της ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα σε συνάρτηση με τον χρόνο ($K = f(t)$) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση στο χρονικό διάστημα της πρώτης περιόδου σε βαθμολογημένους άξονες. (4+1 μονάδες)

Για την ταλάντωση χρονική στιγμή $t = 0$ θεωρείται η στιγμή της κρούσης και τα θετικά του άξονα είναι προς την άρθρωση.

Δ5. Τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος όταν η κινητική του ενέργεια είναι ίση με τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ($K = U_{\text{ταλ}}$) για δεύτερη φορά. (4 μονάδες)

Δ6. Τη χρονική στιγμή που κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος το μέτρο της δύναμης της άρθρωσης είναι ίσο με το μέτρο της τάσης του νήματος για δεύτερη φορά. (4 μονάδες)

Δίνεται $g = 10m/s^2$. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα και τα σώματα θεωρούνται υλικά σημεία.

ΠΡΟΒΕΒΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ - ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΑ			ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΤΡΙΓΩΝΟ	ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		
	$10^{12} \rightarrow$ tera (T)	Εμβαδόν παραλληλογράμμου: $A=b\upsilon$			$\eta\mu\theta = \frac{a}{c}, \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{b}{c}$	$x=A\eta\mu(\omega t+\varphi)$	A: πλάτος
$10^9 \rightarrow$ giga (G)	Περίμετρος κύκλου: $C=2\pi r$			$\epsilon\varphi\theta = \frac{a}{b}$	$\upsilon=\omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t+\varphi)$	x: απομάκρυνση, θέση	
$10^6 \rightarrow$ mega (M)	Εμβαδόν κύκλου: $A=\pi r^2$			$c^2 = a^2 + b^2$	$a=-\omega^2 A\eta\mu(\omega t+\varphi)$	υ: ταχύτητα	
$10^3 \rightarrow$ kilo (k)	Εμβαδόν σφαίρας: $A=4\pi r^2$				$F = -Dx$	α: επιτάχυνση	
$10^{-2} \rightarrow$ centi (c)	Όγκος σφαίρας: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$				$U = \frac{1}{2}Dx^2$	ω: γωνιακή συχνότητα	
$10^{-3} \rightarrow$ milli (m)	Μήκος τόξου κύκλου $s=r\theta$				$\upsilon=\lambda f$	φ: αρχική φάση	
$10^{-6} \rightarrow$ micro (μ)	$\eta\mu\alpha + \eta\mu\beta = 2\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)$				$F=-b\upsilon$	f: συχνότητα	
$10^{-9} \rightarrow$ nano (n)					$A = A_0 e^{-\lambda t}$	D: σταθερά επαναφοράς	
$10^{-12} \rightarrow$ pico (p)					$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)$	T: περίοδος	
ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ	μέτρο, m	χερτζ, Hz	τζουλ, J	ηλεκτρονιοβόλτ, eV		b: σταθερά απόσβεσης	
	χιλιόγραμμα, kg	τέσλα, T	νιούτον, N	κέλβιν, K		λ: μήκος κύματος	
	δευτερόλεπτο, s	χένρι, H	βολτ, V	βατ, W		T: περίοδος	
	αμπέρ, A	ομ, Ω	κουλόμπ, C	ακτίσιο, rad		U: δυναμική ενέργεια	
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
$\epsilon\varphi\theta$	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ		ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	
$\upsilon = \upsilon_0 + \alpha t$	υ: ταχύτητα	$E = \frac{F}{q}$	$\Phi_B = BA\sigma\upsilon\nu\theta$
$x = x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$	x: θέση	$I = \frac{dq}{dt}$	$F = B q \upsilon\eta\mu\theta$
$\upsilon^2 = \upsilon_0^2 + 2\alpha\Delta x$	Δx: μετατόπιση	$I = \frac{V}{R}$	$F = BI\ell\eta\mu\varphi$
$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1$	α: επιτάχυνση	$I = \frac{E}{R_{\sigma\lambda}}$	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \alpha}$
$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1$	m: μάζα	$V = \frac{W}{q}$	$E_{\epsilon\pi} = B\upsilon\ell$
	p: ορμή	$R_{\sigma\lambda} = R_1 + R_2 + R_3$	$E_{\epsilon\pi} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$
	F: δύναμη		$E_{\alpha\upsilon\tau} = -L \frac{di}{dt}$
	Tολ: τριβή		
	ολίσθησης		
	μ: συντελεστής τριβής		
	N: κάθετη δύναμη		
	K: κινητική ενέργεια		
			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

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$	ς: τόξο ή διάστημα	$\frac{1}{R_{\sigma\lambda}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	ℓ ή α: μήκος ή απόσταση
$T_{\sigma\lambda} = \mu N$	α _κ : κεντρομόλος επιτάχυνση	$R = \rho \frac{\ell}{A}$	E _{αυτ} : ΗΕΔ από αυτεπαγωγή
$K = \frac{1}{2}mv^2$	R ή r: ακτίνα	$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell}{4\pi r^2} \eta\mu\theta$	U: ενέργεια μαγν. πεδίου
$p = m\upsilon$	ω: γωνιακή ταχύτητα	$B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$	R _{ολ} : ολική αντίσταση
$\upsilon = \frac{ds}{dt}$	θ: γωνία	$B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$	ρ: ειδική αντίσταση
$\alpha_k = \frac{\upsilon^2}{r}$	T: περίοδος	$\Sigma B\Delta \ell \sigma\upsilon\nu\theta = \mu_0 I_{\epsilon\pi\kappa}$	L: συντελεστής αυτεπαγωγής
$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	f: συχνότητα	$B = \mu_0 In$	T: περίοδος
$T = \frac{1}{f}$	υ _{επ} : ταχύτητα κέντρου μάζας	$n = \frac{N}{\ell}$	λ: μήκος κύματος
$\upsilon_{\epsilon\pi} = \omega R$	α _{γων} : γωνιακή επιτάχυνση		r: ακτίνα ή απόσταση
$\alpha_{\epsilon\pi} = \alpha_{\gamma\omega\nu} R$	α _{επ} : επιτάχυνση κέντρου μάζας		n: αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους
$\tau = F\ell = Fd$	τ: ροπή		N: αριθμός σπειρών
$L = m\upsilon r$	ℓ, d: μήκος ή απόσταση		υ: ταχύτητα
	L: στροφορμή		