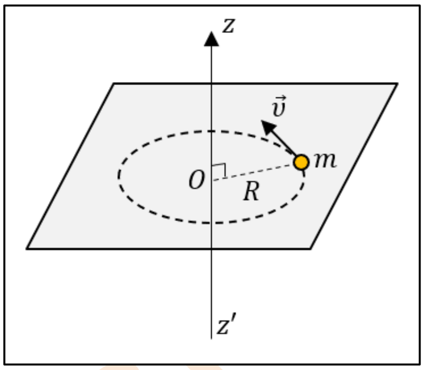
Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ΄ Λυκείου 9/11/2024

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Σφαιρίδιο μάζας m, που θεωρείται υλικό σημείο, εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας R σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από κατακόρυφο άξονα zz' έχοντας μέτρα γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας υ και ω αντίστοιχα. Η στροφορμή του σφαιριδίου ως προς τον άξονα zz':



α) έχει μέτρο $L = mR\omega^2$.

β) είναι μονόμετρο μέγεθος.

γ) είναι διανυσματικό μέγεθος και έχει διεύθυνση κάθετη στον άξονα zz'.

δ) είναι διανυσματικό μέγεθος και έχει διεύθυνση που ταυτίζεται με τον άξονα zz'. ***(5 μονάδες)***

Α2. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση που ενεργεί δύναμη αντίστασης της μορφής $F' = -b\upsilon$ με b σταθερό:

α) έχουμε μεταφορά ενέργειας από το περιβάλλον στο ταλαντούμενο σύστημα.

β) η ενέργεια της ταλάντωσης μειώνεται κατά το ίδιο ποσό ανά περίοδο.

γ) η ενέργεια της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.

δ) η περίοδος διατηρείται σταθερή και εξαρτάται από το πλάτος. ***(5 μονάδες)***

Α3. Σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με b σταθερό και το μέτρο της αντιτιθέμενης δύναμης είναι ανάλογο της ταχύτητας.

α) Ο ρυθμός ελάττωσης της ενέργειας είναι ανάλογος του τετραγώνου της ταχύτητας.

β) Ο ρυθμός ελάττωσης της ενέργειας είναι ανάλογος της ταχύτητας.

γ) Το έργο της δύναμης είναι αρνητικό και σταθερό ανά περίοδο.

δ) Η μονάδα μέτρησης της σταθεράς b στο S.I. είναι s^{-1}. ***(5 μονάδες)***

Α4. Η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από μια επιφάνεια που βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου είναι:

α) μέγιστη όταν η κάθετη ευθεία στην επιφάνεια είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές.

β) μέγιστη όταν η κάθετη ευθεία στην επιφάνεια είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές.

γ) μηδενική όταν η επιφάνεια είναι τοποθετημένη κάθετα στις δυναμικές γραμμές.

δ) μέγιστη όταν η επιφάνεια είναι τοποθετημένη παράλληλα στις δυναμικές γραμμές. ***(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) Ο μαγνητικός ζυγός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση μαγνητικών πεδίων.

β) Δύο παράλληλοι αγωγοί πολύ μεγάλου μήκους που διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα έλκονται.

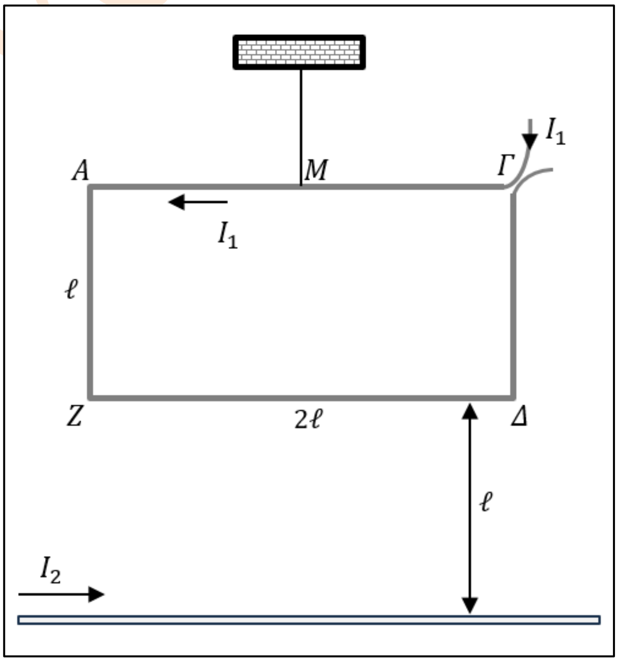
γ) Ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Για να είναι η δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο η μέγιστη δυνατή θα πρέπει ο αγωγός να είναι παράλληλος με τις δυναμικές γραμμές.

δ) Αν ένας ρευματοφόρος αγωγός δεν είναι ευθύγραμμος για να υπολογίσουμε τη δύναμη Laplace, τον χωρίζουμε σε μικρά τμήματα μήκους $\Delta\ell$, τόσο μικρά ώστε το καθένα από αυτά να μπορεί να θεωρηθεί ευθύγραμμος και υπολογίζουμε τη δύναμη που ασκείται σε κάθε ένα από αυτά. Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι η συνισταμένη αυτών των δυνάμεων.

ε) Ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου. Η συνολική δύναμη που δρα πάνω στον αγωγό, είναι το μακροσκοπικό αποτέλεσμα των δυνάμεων που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κάθε φορτισμένο σωματίδιο που κινείται μέσα στον αγωγό. ***(5 μονάδες)***

<u>ΘΕΜΑ Β</u>

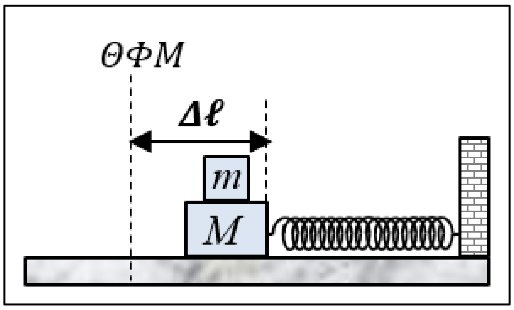
Β1. Το αβαρές ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο $ΑΓΔΖ$ του διπλανού σχήματος τροφοδοτείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E}$ και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_1 = I$. Οι πλευρές του πλαισίου έχουν μήκη $ΑΓ = ΔΖ = 2\ell$ και $ΓΔ = ΖΑ = \ell$ αντίστοιχα. Το πλαίσιο, με το επίπεδό του κατακόρυφο, ισορροπεί μέσω αβαρούς μη ελαστικού μονωτικού νήματος που είναι δεμένο στο μέσο $Μ$ της πλευράς $ΑΓ$. Το άλλο άκρο του νήματος στερεώνεται σε οροφή. Στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με το πλαίσιο σε απόσταση ℓ από την πλευρά $ΔΖ$, είναι τοποθετημένος ακλόνητα ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_2 = 2I$ με φορά προς τα δεξιά. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται το συρμάτινο πλαίσιο από το νήμα είναι:



α) $T = \dfrac{\mu_0 I^2}{2\pi}$ β) $T = \dfrac{\mu_0 I^2}{\pi}$ γ) $T = \dfrac{2\mu_0 I^2}{\pi}$

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

Β2. Στο ένα άκρο ενός οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k είναι δεμένο σώμα μάζας $M = 3m$, ενώ το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο. Πάνω στο σώμα μάζας M είναι τοποθετημένο ένα δεύτερο σώμα Σ μάζας m. Μεταξύ των επιφανειών των σωμάτων εμφανίζεται στατική τριβή, ο συντελεστής της οποίας είναι $\mu_S = 0{,}25$. Απομακρύνουμε τα σώματα από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου (ΘΦΜ) κατά $\Delta\ell$ και αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης, το σώμα Σ οριακά δεν ολισθαίνει πάνω στο σώμα μάζας M.



Ι. Το πλάτος της αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σύστημα είναι:

α) $A = \dfrac{mg}{k}$ β) $A = \dfrac{mg}{2k}$ γ) $A = \dfrac{2mg}{k}$

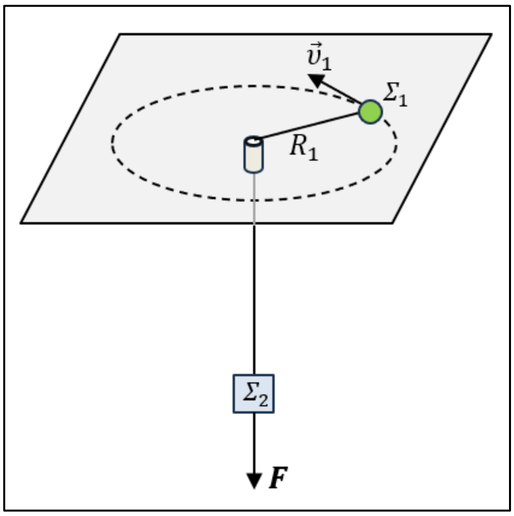
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+5 μονάδες)***

ΙΙ. Όταν η στατική τριβή που δέχεται το σώμα Σ έχει μέτρο ίσο με το μισό της μέγιστης τιμής της $\left(T_S = T_{S,max}/2\right)$ ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος μάζας M έχει μέτρο:

α) $\left|\dfrac{dp_M}{dt}\right| = \dfrac{3}{4}kA$ β) $\left|\dfrac{dp_M}{dt}\right| = kA$ γ) $\left|\dfrac{dp_M}{dt}\right| = \dfrac{3}{8}kA$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+4 μονάδες)***

Β3. Σφαιρίδιο Σ_1 μάζας $m_1 = m$ κινείται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$ σε κυκλική τροχιά ακτίνας R_1 πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι με τη βοήθεια ενός αβαρούς μη ελαστικού νήματος. Μέσω μιας οπής το νήμα διέρχεται από έναν κατακόρυφο σωλήνα και δένεται σε σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m$. Το σώμα Σ_2 παραμένει ακίνητο ασκώντας σε αυτό μια κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$. Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_2 οπότε αυτό κινούμενο προς τα πάνω ισορροπεί σε μια νέα θέση, τέτοια ώστε το σφαιρίδιο να κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας $R_2 = 2R_1$ με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_2$. Κατά τη διάρκεια τις κίνησης των σωμάτων δεν εμφανίζονται τριβές μεταξύ νήματος, οπής και σωλήνα.

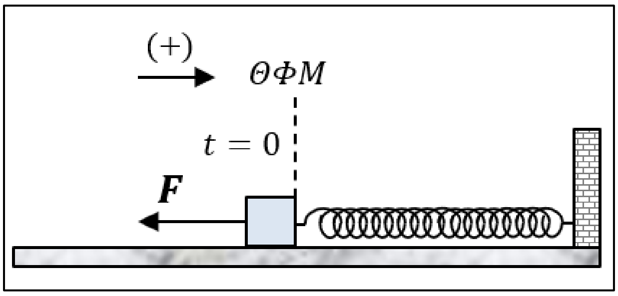


Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ είναι:

α) $F = 7mg$ β) $F = 8mg$ γ) $F = 4mg$

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

ΘΕΜΑ Γ



Στο διπλανό σχήμα το οριζόντιο ιδανικό ελατήριο έχει σταθερά $k = 100\ N/m$ και είναι στερεωμένο με το ένα άκρο του σε κατακόρυφο τοίχο. Στο άλλο άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο σώμα μάζας $m = 1Kg$ και βρίσκεται ακίνητο στη θέση φυσικού μήκους (ΘΦΜ) πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ασκείται στο σώμα συνεχώς προς τα αριστερά μια δύναμη $\vec{F}$, σταθερού μέτρου $F = 40N$, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Γ1. Να δείξετε ότι το σύστημα ελατήριο – σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. ***(5 μονάδες)***

Γ2. Να βρείτε την εξίσωση που περιγράφει πως μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την απομάκρυνση η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του συστήματος $\left(U_{\tau\alpha\lambda} = f(x)\right)$ και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση. ***(4+1 μονάδες)***

Γ3. Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει πως μεταβάλλεται η δύναμη του ελατηρίου σε συνάρτηση με τον χρόνο και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες στη χρονική διάρκεια της πρώτης περιόδου. ***(5+1 μονάδες)***

Θετικά του άξονα της ταλάντωσης να θεωρήσετε προς τα δεξιά. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

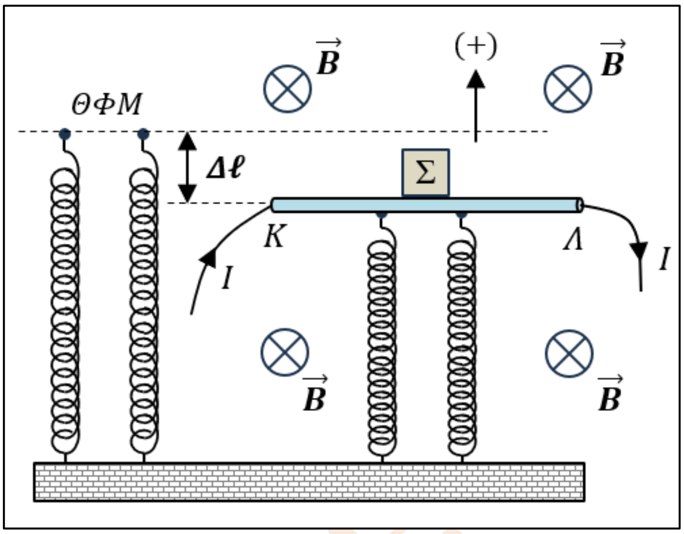
Κάποια χρονική στιγμή $t' = 0$ που το σώμα βρίσκεται στη μέγιστη θετική απομάκρυνση επιδρά σε αυτό δύναμη αντίστασης της μορφής $F' = -bv$. Το σύστημα στη συνέχεια εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά σε συνάρτηση με τον χρόνο ($A = A_0 e^{-\Lambda t}$). Διαπιστώνεται ότι όταν έχουν γίνει 10 πλήρεις ταλαντώσεις το αρχικό πλάτος έχει μειωθεί στο μισό. Να θεωρηθεί ότι η περίοδος της φθίνουσας ταλάντωσης είναι ίδια με της αμείωτης.

Γ4. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης όταν έχουν γίνει επιπλέον 20 ταλαντώσεις. ***(5 μονάδες)***

Γ5. Να βρείτε τι ποσοστό της αρχικής ενέργειας που είχε το σώμα τη χρονική στιγμή $t' = 0$, χάνεται στη χρονική διάρκεια που εκτελούνται οι επιπλέον 20 ταλαντώσεις. ***(4 μονάδες)***

ΘΕΜΑ Δ

Δύο πανομοιότυπα ιδανικά κατακόρυφα ελατήρια με σταθερά $k = 50\,N/m$ το καθένα, είναι ηλεκτρικά μονωμένα και τα κάτω άκρα τους έχουν στερεωθεί ακλόνητα σε οριζόντιο επίπεδο. Στα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων είναι στερεωμένος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $d = 1m$ και μάζας $M = 2Kg$. Τα ελατήρια έχουν τοποθετηθεί σε ίσες αποστάσεις από τα άκρα Κ και Λ. Πάνω στον αγωγό, στο μέσο του, είναι τοποθετημένο σώμα Σ μάζας $m = 2Kg$.



Το σύστημα ελατήρια – αγωγός ΚΛ – σώμα Σ βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1T$ με φορά προς τα μέσα όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I που τον διαρρέει με φορά από το Κ προς το Λ. Το σύστημα ισορροπεί με τα ελατήρια να έχουν υποστεί συσπείρωση $\Delta\ell = 0{,}2m$ από τη θέση φυσικού τους μήκους (ΘΦΜ) .

Δ1. Να υπολογίσετε την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό. ***(5 μονάδες)***

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ διακόπτουμε το ηλεκτρικό ρεύμα οπότε το σύστημα ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$ και θετικά του άξονα προς τα πάνω. Ο αγωγός στη διάρκεια της ταλάντωσης παραμένει συνεχώς οριζόντιος με το σώμα Σ να είναι συνεχώς σε επαφή.

Δ2. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης της αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σύστημα σε συνάρτηση με τον χρόνο $\left(y = f(t)\right)$. ***(5 μονάδες)***

Δ3. Να βρείτε πως μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την απομάκρυνση της ταλάντωσης η δύναμη επαφής που δέχεται το σώμα Σ από τον αγωγό $\left(F_{επαφής} = f(y)\right)$ και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες. ***(4+1 μονάδες)***

Δ4. Να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος όταν το μέτρο της δύναμης επαφής είναι $15N$ για πρώτη φορά. ***(5 μονάδες)***

Ακινητοποιούμε το σύστημα ελατήρια – αγωγός ΚΛ – σώμα Σ στη θέση ισορροπίας ταλάντωσης. Τη χρονική στιγμή $t' = 0$ ο αγωγός τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης $I' = 30A$ που τον διαρρέει με φορά από το Λ προς το Κ. Ο αγωγός αρχίζει να κινείται και τη στιγμή που ακινητοποιείται στιγμιαία για πρώτη φορά, το ηλεκτρικό ρεύμα διακόπτεται ακαριαία.

Δ5. Να βρείτε τη μέγιστη κατακόρυφη απόσταση που διανύει το σώμα Σ από τη στιγμή της διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος και μέχρι να ακινητοποιηθεί στιγμιαία. ***(5 μονάδες)***

Δίνονται $g = 10m/s^2$. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ	μέτρο, m	χερτζ, Hz	τζουλ , J	ηλεκτρονιοβόλτ, eV
	χιλιόγραμμο, 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	**0^0**	**30^0**	**37^0**	**45^0**	**53^0**	**60^0**	**90^0**
$\eta\mu\vartheta$	0	$1/2$	$3/5$	$\sqrt{2}/2$	$4/5$	$\sqrt{3}/2$	1
$\sigma\upsilon\nu\vartheta$	1	$\sqrt{3}/2$	$4/5$	$\sqrt{2}/2$	$3/5$	$1/2$	0
$\varepsilon\varphi\vartheta$	0	$\sqrt{3}/3$	$3/4$	1	$4/3$	$\sqrt{3}$	–

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

$\Sigma\vec{F} = m\vec{\alpha} = \frac{d\vec{p}}{dt}$	s: τόξο ή διάστημα
$T_{o\lambda} = \mu N$	α_κ:κεντρομόλος επιτάχυνση
$K = \frac{1}{2}m\upsilon^2$	R ή r: ακτίνα
$p = m\,\upsilon$	ω: γωνιακή ταχύτητα
$\upsilon = \frac{ds}{dt}$	θ: γωνία
$\alpha_k = \frac{\upsilon^2}{r}$	T: περίοδος
$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	f: συχνότητα
$T = \frac{1}{f}$	u_{cm}: ταχύτητα κέντρου μάζας
$\upsilon_{cm} = \omega R$ $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{d\omega}{dt}$	$\alpha_{\gamma\omega\nu}$: γωνιακή επιτάχυνση
$\alpha_{cm} = \alpha_{\gamma\omega\nu} R$	α_{cm}:επιτάχυνση κέντρου μάζας
$\tau = F\ell = F\,d$	τ: ροπή
$L = m\,\upsilon r$ $\Sigma\tau_{\varepsilon\xi} = \frac{dL}{dt}$	ℓ, d: μήκος ή απόσταση
	L: στροφορμή

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi)$	A: πλάτος
$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi)$	x: απομάκρυνση, θέση
$a = -\omega^2 A\eta\mu(\omega t + \varphi)$	υ: ταχύτητα
$F = -D\,x$	α: επιτάχυνση
$U = \frac{1}{2}Dx^2$	ω: γωνιακή συχνότητα
$\upsilon = \lambda f$	φ: αρχική φάση
$F = -b\upsilon$	f: συχνότητα
$A = A_0 e^{-\Lambda t}$	D: σταθερά επαναφοράς
	T: περίοδος
	b: σταθερά απόσβεσης
	T: περίοδος
	U: δυναμική ενέργεια
	y: απομάκρυνση

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

$\Phi_B = BA\sigma\upsilon\nu\theta$	A: εμβαδόν
$F = B\lvert q\rvert\upsilon\eta\mu\theta$	B: μαγνητικό πεδίο
$F = BI\ell\,\eta\mu\varphi$	Φ_B: μαγνητική ροή
$F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{\alpha}\ell$	E: ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ
	F: δύναμη
	q: ηλεκτρικό φορτίο