

ΜΑΘΗΜΑ

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΤΑΞΗ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΞΕΤΑΣΤΕΑ ΥΛΗ:

ΚΡΟΥΣΕΙΣ, ΣΤΕΡΕΟ, ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ, ΚΥΜΑΤΑ, ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΘΕΜΑ Α

Οι ερωτήσεις Α1-Α4 είναι **πολλαπλής επιλογής** (επιλέξτε **μία** σωστή απάντηση)

Α.1. Σε γραμμικό ελαστικό μέσο έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα εξαιτίας της συμβολής δύο αρμονικών κυμάτων με μήκος κύματος λ , που διαδίδονται στο ελαστικό μέσο με αντίθετες ταχύτητες.

α. Όλα τα υλικά σημεία που ταλαντώνονται φτάνουν ταυτόχρονα σε θέση μέγιστης θετικής απόμακρυνσης.

β. Η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων δύο διαδοχικών υλικών σημείων που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος είναι ίση με μηδέν.

γ. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών έχουν ίδια φάση.

δ. Το μήκος κύματος λ ισούται με την απόσταση δύο διαδοχικών κοιλιών.

(Μ: 5)

Α.2. Κατά την πλάγια ελαστική κρούση μίας σφαίρας με λείο κατακόρυφο τοίχο:

α. Η ορμή και η κινητική ενέργεια της σφαίρας δεν μεταβάλλονται.

β. Η δύναμη που ασκείται στη σφαίρα από τον τοίχο κατά τη διάρκεια της κρούσης είναι παράλληλη στον τοίχο.

γ. Η μεταβολή του μέτρου της ορμής της σφαίρας ισούται με μηδέν.

δ. Η οριζόντια συνιστώσα της ορμής της σφαίρας δεν μεταβάλλεται.

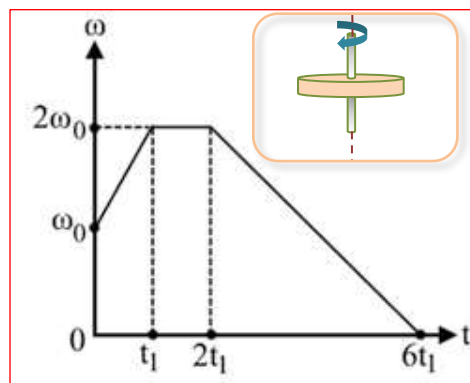
(Μ: 5)

Α.3. Στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα, με ωρολογιακή φορά. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της γωνιακής του ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

α. Στη χρονική διάρκεια $0 - t_1$ το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης έχει τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής και φορά προς τα κάτω.

β. Στη χρονική διάρκεια $t_1 - 2t_1$ ο ρυθμός μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας είναι σταθερός και διάφορος του μηδενός.

γ. Τη χρονική στιγμή $2t_1$ η φορά περιστροφής του σώματος αντιστρέφεται.



δ. Στη χρονική διάρκεια $2t_1 - 6t_1$ το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας μειώνεται και τα διανύσματα γωνιακής ταχύτητας και γωνιακής επιτάχυνσης είναι αντίρροπα.

(M: 5)

A.4. Όταν ένας κυκλικός αγωγός ακτίνας a διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του K είναι ίσο με B . Έστω ότι κόβουμε τον κυκλικό αγωγό στη μέση, κρατάμε το ένα ημικύκλιο ακτίνας a και το διαρρέουμε με ρεύμα διπλάσιας έντασης ($I' = 2I$). Τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο K , κέντρο του ημικυκλίου, είναι ίσο με:

α. $B' = B$.

β. $B' = 2B$.

γ. $B' = 4B$.

δ. $B' = B/2$.

(M: 5)

A.5. Ερώτηση Σωστού-Λάθους (Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις με τη λέξη Σωστό αν είναι σωστές, ή με τη λέξη Λάθος αν είναι λάθος).

α. Σώμα εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης $\vec{F}_{αντ} = -b\vec{v}$. Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται κατά το ίδιο ποσοστό σε κάθε περίοδο.

β. Αν ένα υλικό σημείο περιφέρεται γύρω από ακλόνητο άξονα και η συνολική ροπή που δέχεται είναι ίση με μηδέν, τότε η στροφορμή του έχει σταθερό μέτρο και είναι κάθε στιγμή ομόρροπη με τη γραμμική ταχύτητα.

γ. Δύο σύγχρονες πηγές δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους A και ίδιας συχνότητας f , τα οποία συμβάλλουν. Όλα τα υλικά σημεία για τα οποία η απόλυτη τιμή της διαφοράς των αποστάσεών τους από τις δύο πηγές είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.

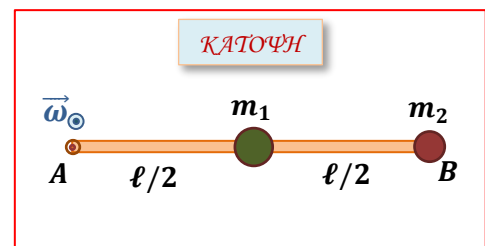
δ. Σε ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, στην ακραία αρνητική θέση ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι μέγιστος.

ε. Ο νόμος του Ampere μπορεί να εφαρμοστεί για όλα τα ρεύματα, σταθερά και μεταβαλλόμενα.

(M: 5)

ΘΕΜΑ Β

B.1. Σε μια οριζόντια αβαρή ράβδο μήκους $\ell = (AB)$ προσαρμόζουμε δύο μικρά σώματα με μάζες $m_1 = 4m$ και $m_2 = m$, το πρώτο στο μέσον της ράβδου και το δεύτερο στο δεξιό άκρο της B , αντίστοιχα. Το σύστημα αβαρής ράβδου – σώματα περιστρέφεται χωρίς τριβές με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, γύρω από ακλόνητο κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από



το αριστερό άκρο A της ράβδου και είναι κάθετος σε αυτήν. Ασκώντας κάποια στιγμή στο σύστημα οριζόντια δύναμη \vec{F} σταθερού μέτρου, συνεχώς κάθετα στη ράβδο και σε απόσταση $\ell/4$ από το δεξιό άκρο της B , το ακινητοποιούμε μέσα σε χρόνο Δt από τη χρονική στιγμή που την ασκήσαμε. Το μέτρο της δύναμης $|\vec{F}|$ που ασκήθηκε στο σύστημα, ισούται με:

α. $8 \frac{m\omega\ell}{\Delta t}$

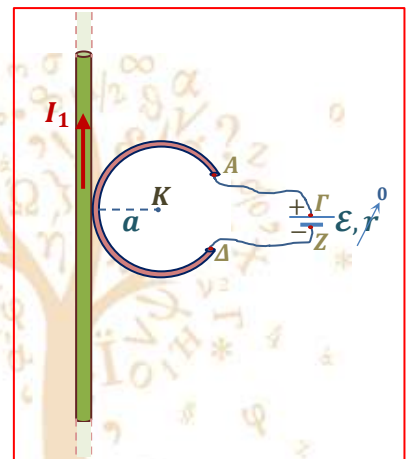
β. $\frac{8}{3} \frac{m\omega\ell}{\Delta t}$

γ. $\frac{4}{3} \frac{m\omega\ell}{\Delta t}$

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

(M: 2+6)

B.2. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I_1 και φοράς που φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ο ευθύγραμμος αυτός αγωγός εφάπτεται μη αγώγιμα με λεπτό μεταλλικό σύρμα σταθερής διατομής και ωμικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους R^* , που έχει καμφθεί έτσι ώστε να σχηματίζει τμήμα κύκλου ακτίνας a . Τα άκρα A, Δ του σύρματος τα έχουμε συνδέσει με ιδανική πηγή σταθερής Η.Ε.Δ. \mathcal{E} (και $r = 0$), οπότε το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης. Εάν το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν οι δύο αγωγοί (ευθύγραμμος και τμήμα κύκλου) στο κέντρο K του συρματινού τμήματος κύκλου έχει ένταση ίση με μηδέν, και θεωρώντας ότι τα αγωγία κομμάτια AG και ΔZ δε δημιουργούν μαγνητικό πεδίο, τότε η Η.Ε.Δ. \mathcal{E} της πηγής έχει τιμή ίση με:



α. $2I_1R^*a$

β. $2\pi I_1R^*a$

γ. πI_1R^*a

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

(M: 2+6)

B.3. Κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου, που ταυτίζεται με τον ημιάξονα Ox , διαδίδεται προς τη θετική φορά αρμονικό κύμα πλάτους A . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, το υλικό σημείο που βρίσκεται στην αρχή O του άξονα ξεκινά να ταλαντώνεται με θετική ταχύτητα. Έστω δύο υλικά σημεία B, Γ , για τα οποία από τη στιγμή που ξεκινούν να ταλαντώνονται και για κάθε επόμενη χρονική στιγμή ισχύει ότι $\varphi_B > \varphi_\Gamma$. Εάν τη χρονική στιγμή t_1 το σημείο B έχει φτάσει για 8η φορά σε ακραία θέση, ενώ το σημείο Γ έχει διανύσει απόσταση $7A$, τότε η μεταξύ τους οριζόντια απόσταση $\Delta x_{B,\Gamma}$ ισούται με:

α. $\lambda/2$

β. λ

γ. 2λ

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

(M: 2+7)

ΘΕΜΑ Γ

Σε ομογενή ελαστική χορδή μήκους $L = (AB)$ με τα δύο άκρα της A, B ακλόνητα στερεωμένα έχει αποκατασταθεί στάσιμο κύμα, για το οποίο δίνονται τα παρακάτω δεδομένα:

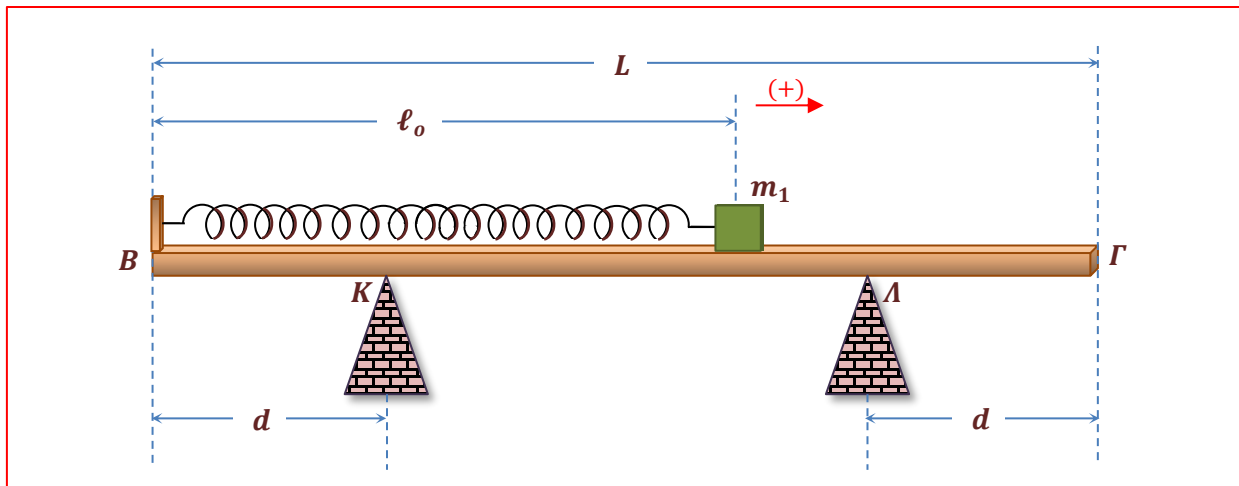
- 1^ο: Το μέσον O της χορδής ($x = 0$) είναι κοιλία, που τη στιγμή $t_0 = 0$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της με θετική ταχύτητα ταλάντωσης.
- 2^ο: Η συχνότητα ταλάντωσης των υλικών μορίων της χορδής είναι $f_1 = 5 \text{ Hz}$, οπότε στη χορδή εμφανίζονται 4 (τέσσερις) συνολικά δεσμοί.
- 3^ο: Η μέγιστη κατακόρυφη απόσταση μιας κοιλίας από τη θέση ισορροπίας της είναι $0,1 \text{ m}$.
- 4^ο: Ο λόγος της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης μιας κοιλίας, προς την ταχύτητα διάδοσης των τρεχόντων κυμάτων από τα οποία προέκυψε το στάσιμο, είναι ίσος με π .

- Γ.1. Να βρεθεί το μήκος L της χορδής και να γραφεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος.
- Γ.2. Να παρασταθεί σε βαθμονομημένους άξονες το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος πάνω στη χορδή, τη χρονική στιγμή $1/20 \text{ s}$.
- Γ.3. Να βρεθεί η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου N της χορδής, που απέχει οριζόντια απόσταση $(NB) = 1/30 \text{ m}$ από το δεξιό άκρο B της χορδής, τη χρονική στιγμή που το υλικό σημείο O ($x = 0$) απέχει κατακόρυφη απόσταση $0,05 \text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του για 1^η φορά.
- Γ.4. Να βρεθεί ο λόγος $\frac{f_{min}}{f_2}$, όπου f_{min} η ελάχιστη συχνότητα διέγερσης της χορδής που οδηγεί σε στάσιμο κύμα και f_2 η συχνότητα διέγερσης της χορδής ώστε να αποκατασταθεί στάσιμο κύμα στη χορδή με 6 (έξι) συνολικά δεσμούς.

Δίνονται: $\sin 0 = 1, \eta\mu(\pi/2) = 1, \eta\mu(\pi/6) = 1/2, \sigma\upsilon\upsilon(\pi/6) = \sqrt{3}/2.$

(Μ: 6(4+2)+5+7+7)

ΘΕΜΑ Δ



Η λεπτή, ισοπαχής και ομογενής δοκός $BΓ$ του παραπάνω σχήματος, μήκους $L = 4\text{ m}$ και μάζας $M = 8\text{ kg}$, είναι λεία και ισορροπεί σε οριζόντια θέση στηριζόμενη σε δύο τρίποδα στα σημεία $K, Λ$, όπου $(BK) = (ΛΓ) = d = 1\text{ m}$. Στο αριστερό άκρο B της δοκού έχει στερεωθεί το ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 1600\text{ N/m}$, στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο ένα μικρό σώμα μάζας $m_1 = 4\text{ kg}$. Το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος $\ell_0 = 2,5\text{ m}$ και το σώμα μάζας m_1 ηρεμεί πάνω στην ακίνητη δοκό.

Δ.1. Να υπολογιστούν τα μέτρα των δυνάμεων $F_Λ, F_K$, που δέχεται η δοκός από τα δύο στηρίγματα.

Εκτρέπουμε το σώμα μάζας m_1 προς τα δεξιά κατά $0,5\text{ m}$ και από αυτήν τη θέση τη στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση.

Δ.2. Να βρείτε σε συνάρτηση με το χρόνο, τη διαφορά $F_Λ - F_K$ των μέτρων των δυνάμεων που δέχεται η δοκός από τα δύο στηρίγματα. Θεωρείστε ως θετική φορά κίνησης αυτήν προς τα δεξιά.

Τη χρονική στιγμή όπου για 1η φορά μετά την $t_0 = 0$ τα μέτρα των δυνάμεων που δέχεται η δοκός από τα δύο στηρίγματα γίνονται ίσα μεταξύ τους, ένα δεύτερο μικρό σώμα μάζας $m_2 = 12\text{ kg}$ κινούμενο στιγμιαία με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_2 = \frac{20}{3}\text{ m/s}$ προς τα αριστερά, συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα μάζας m_1 .

Δ.3. Να υπολογίσετε το νέο πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το συσσωμάτωμα.

Δ.4. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου, τη χρονική στιγμή όπου η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος γίνεται ίση με την δυναμική ενέργεια ταλάντωσής του ($K_T = U_T$) για 1η φορά μετά την πλαστική κρούση.

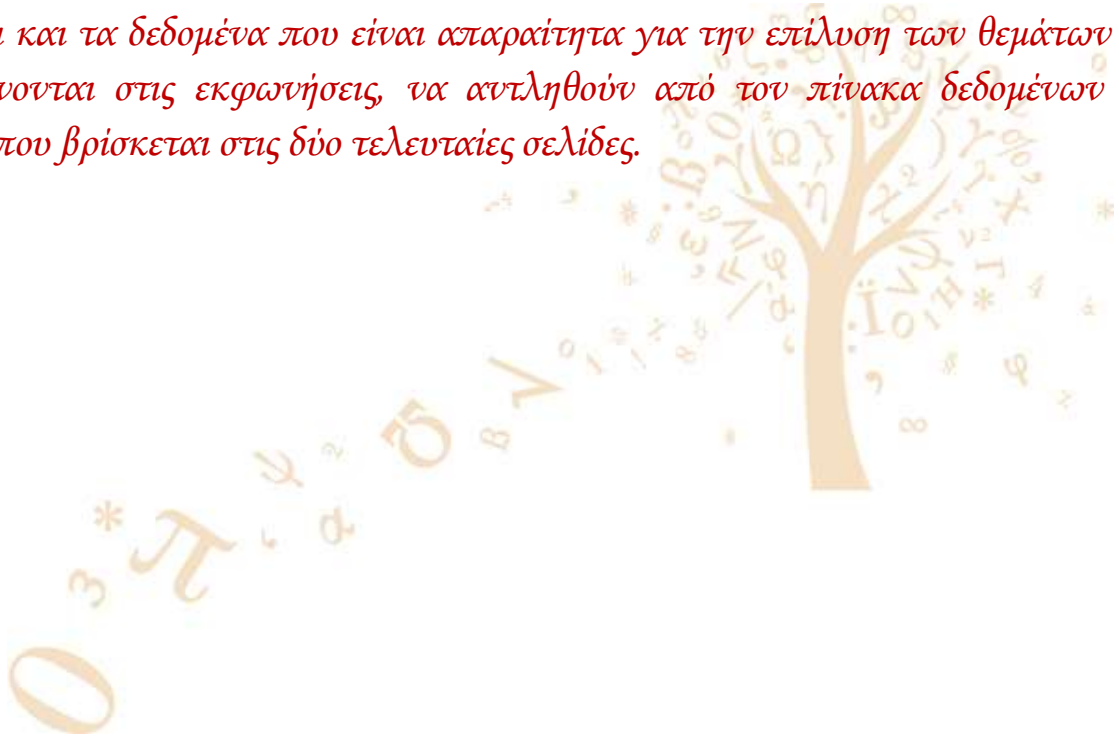
Δ.5. Να βρείτε το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης που θα πρέπει να έχει το συσσωμάτωμα, ώστε η δοκός να παραμείνει οριζόντια και να μην ανατραπεί.

Δίνονται: $g = 10\text{ m/s}^2$, $\eta\mu(\pi/4) = \sqrt{2}/2$, $\sigma\upsilon\upsilon\eta(\pi/4) = \sqrt{2}/2$.

(M: 5+5+5+5+5)

ΟΔΗΓΙΑ:

Οι τύποι και τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την επίλυση των θεμάτων και ΔΕΝ δίνονται στις εκφωνήσεις, να αντληθούν από τον πίνακα δεδομένων και τύπων, που βρίσκεται στις δύο τελευταίες σελίδες.



** Το παρόν κριτήριο εξέτασης συντάχθηκε από την ομάδα διδασκόντων του Τομέα Φυσικής του Φροντιστηρίου «Αξία» και αποτελεί πνευματική τους ιδιοκτησία.*

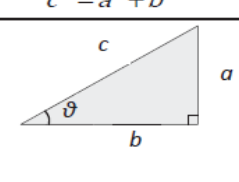
Η χρήση του εκτός Φροντιστηρίου, επιτρέπεται μόνο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οποιαδήποτε άλλη χρήση ή αναπαραγωγή χωρίς άδεια, μπορεί να επιφέρει τις προβλεπόμενες από τον Νόμο κυρώσεις.

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΩΝ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ	
Μάζα πρωτονίου, $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	Φορτίο ηλεκτρονίου (απόλυτη τιμή), $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα νετρονίου, $m_n = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	Ηλεκτρονιοβόλτ, $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
Μάζα ηλεκτρονίου, $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$	Ταχύτητα του φωτός, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
Επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	
Ηλεκτρική σταθερά, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$	
Σταθερά παγκόσμιας έλξης, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$	
Μαγνητική διαπερατότητα του κενού, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A m} = 4\pi \times 10^{-7} (\text{T m/A})$	
Σταθερά του Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$	
$hc = 12,42 \cdot 10^{-7} \text{ eV} \cdot \text{m} = 12,42 \cdot 10^{-7} \text{ eV} \cdot 10^9 \text{ nm} = 1242 \text{ eV} \cdot \text{nm} \approx 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$	

ΠΡΟΘΕΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
$10^{12} \rightarrow$ tera (T)
$10^9 \rightarrow$ giga (G)
$10^6 \rightarrow$ mega (M)
$10^3 \rightarrow$ kilo (k)
$10^{-2} \rightarrow$ centi (c)
$10^{-3} \rightarrow$ milli (m)
$10^{-6} \rightarrow$ micro (μ)
$10^{-9} \rightarrow$ nano (n)
$10^{-12} \rightarrow$ pico (p)

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ - ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΑ
Εμβαδόν παραλληλογράμμου: $A = \theta u$
Περίμετρος κύκλου: $C = 2\pi r$
Εμβαδόν κύκλου: $A = \pi r^2$
Εμβαδόν σφαίρας: $A = 4\pi r^2$
Όγκος σφαίρας: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$
Μήκος τόξου κύκλου $s = R \theta$
$\eta\mu\alpha + \eta\mu\beta = 2\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right)$

ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΤΡΙΓΩΝΟ
$\eta\mu\theta = \frac{a}{c}, \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{b}{c}$
$\epsilon\phi\theta = \frac{a}{b}$
$c^2 = a^2 + b^2$


ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ	μέτρο, m	χέρτζ, Hz	τζούλ, J	ηλεκτρονιοβόλτ, eV
	χιλιόγραμμα, kg	τέσλα, T	νιούτον, N	κέλβιν, K
	δευτερόλεπτο, s	χένρι, H	βόλτ, V	βάτ, 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		
$v = v_0 + at$	a: επιτάχυνση	$E = \frac{F}{q}$	$\Phi_B = B A \sigma\upsilon\nu\theta$	A: εμβαδόν
$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	E: ενέργεια	$I = \frac{dq}{dt}$	$F = B q v$	B: μαγνητικό πεδίο
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	f: συχνότητα	$I = \frac{V}{R}$	$F = BIl\eta\mu\phi$	E: ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ
$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$	F: δύναμη	$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}}$	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$	$E_{\text{επ}}$: ΗΕΔ από επαγωγή
	$T_{\text{ολ}}$: τριβή ολίσθησης			$E_{\text{αυτ}}$: ΗΕΔ από αυτεπαγωγή
	N: κάθετη δύναμη			L: συντελεστής αυτεπαγωγής
	K: κινητική ενέργεια			

$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $T_{ολ} = \mu N$ $K = \frac{1}{2} m v^2$ $p = m v$ $v = \frac{ds}{dt}$ $a_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{cm} = \omega R$ $\alpha_{γων} = \frac{d\omega}{dt}$ $a_{cm} = a_{γων} R$ $\tau = F l = F d$ $L = m v r$ $\Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$	<p>L: στροφορμή l, d: μήκος ή απόσταση m: μάζα ρ: ορμή R ή r: ακτίνα s: τόξο ή διάστημα T: περίοδος V: όγκος υ: ταχύτητα W: έργο x, y: θέση Δx: μετατόπιση α_{γων}: γωνιακή επιτάχυνση μ: συντελεστής τριβής θ: γωνία ρ: πυκνότητα τ: ροπή ω: γωνιακή ταχύτητα</p>	$V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{l}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta l}{r^2} \eta \mu \theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta l \sigma \nu \theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{l}$	$E_{επ} = B v l$ $E_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{αυτ} = -L \frac{di}{dt}$ $L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l} A$ $U = \frac{1}{2} L I^2$ $\frac{E}{B} = c$ $E = E_{max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $B = B_{max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$	<p>I: ηλεκτρικό ρεύμα V: διαφορά δυναμικού l ή d ή α: μήκος ή απόσταση U: ενέργεια μαγν. Πεδίου q: ηλεκτρικό φορτίο R: αντίσταση W: έργο R_{ολ}: ολική αντίσταση ρ: ειδική αντίσταση F: δύναμη T: περίοδος r: ακτίνα ή απόσταση n: αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους N: αριθμός σπειρών υ: ταχύτητα Φ_B: μαγνητική ροή θ, φ: γωνία μ: μαγνητική διαπερατότητα c: ταχύτητα του φωτός</p>
ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ		
$x = A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $v = \omega A \sigma \nu \nu(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $F = -b v$ $A = A_0 e^{-\lambda t}$ $v = \lambda f$ $y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$ $y = 2A \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}$	<p>A: πλάτος x: απομάκρυνση υ: ταχύτητα a: επιτάχυνση ω: γωνιακή συχνότητα φ: αρχική φάση f: συχνότητα K ή k: σταθερά ελατηρίου D: σταθερά επαναφοράς T: περίοδος b: σταθερά απόσβεσης λ: μήκος κύματος T: περίοδος U: δυναμική ενέργεια y: απομάκρυνση</p>	$v = v \eta \mu \omega t$ $V = N B \omega A$ $i = I \eta \mu(\omega t)$ $i = \frac{v}{R}$ $I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $p = v i$ $P = \frac{W}{T}$	<p>υ: στιγμιαία τάση V: πλάτος τάσης i: στιγμιαίο ρεύμα I: πλάτος ρεύματος I_{εν}: ενεργός ένταση V_{εν}: ενεργός τάση P: Μέση ισχύς p: Στιγμιαία ισχύς T: περίοδος R: αντίσταση W: ενέργεια ηλ. ρεύματος Q: θερμότητα</p>	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ				
$c = \lambda f$ $\lambda_{max} T = \text{σταθ}$ $E = hf = pc, \quad p = \frac{h}{\lambda}$ $K = hf - \Phi$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \sigma \nu \nu \phi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\int \Psi ^2 dV = 1$	<p>T: θερμοκρασία E: ενέργεια p: ορμή c: ταχύτητα φωτός f: συχνότητα x: θέση</p>	<p>λ: μήκος κύματος φ: γωνία t: χρόνος Φ: Έργο εξαγωγής Δ: αβεβαιότητα Ψ: κυματοσυνάρτηση V: όγκος</p>	