

**Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 13/4/2024**

**ΘΕΜΑ Α**

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

**Α1.** Μια σφαίρα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα  $\Sigma_2$  μεγαλύτερης μάζας ( $m_2 > m_1$ ). Μετά την κρούση η σφαίρα  $\Sigma_1$ :

- α) θα μείνει ακίνητη.
- β) θα συνεχίζει να κινείται προς την ίδια κατεύθυνση με μικρότερη ταχύτητα.
- γ) θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική.
- δ) θα κινηθεί σε ευθεία κάθετη στην αρχική της διεύθυνση. **(5 μονάδες)**

**Α2.** Ένα σύστημα ελατηρίου – μάζας εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Ο διεγέρτης έχει περίοδο  $T_\delta$  μικρότερη από την ιδιοπερίοδο  $T_0$  του συστήματος ( $T_\delta < T_0$ ). Αν αυξάνουμε σταδιακά την περίοδο του διεγέρτη μέχρι να γίνει ίση με την ιδιοπερίοδο του συστήματος, το πλάτος ταλάντωσης του συστήματος:

- α) θα μειώνεται συνεχώς.
- β) αρχικά θα μειώνεται και μετά θα αυξάνεται.
- γ) θα αυξάνεται συνεχώς.
- δ) αρχικά θα αυξάνεται και μετά θα μειώνεται. **(5 μονάδες)**

**Α3.** Ένα σύστημα κατακόρυφου ελατηρίου – μάζας εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας του και αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Το σύστημα δέχεται μια δύναμη αντίστασης της μορφής  $F' = -bv$  και εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης:

- α) η δύναμη επαναφοράς είναι πάντα αντίρροπη της δύναμης αντίστασης.
- β) η δύναμη επαναφοράς είναι πάντα ομόρροπη της δύναμης αντίστασης.
- γ) η δύναμη επαναφοράς είναι ομόρροπη της δύναμης αντίστασης όταν το σώμα κινείται προς τη θέση ισορροπίας.
- δ) η δύναμη επαναφοράς είναι ομόρροπη της δύναμης αντίστασης όταν το σώμα κινείται από τη θέση ισορροπίας προς τις ακραίες θέσεις. **(5 μονάδες)**

**Α4.** Ένας τροχός εκτοξεύεται προς τα πάνω από τη βάση ενός κεκλιμένου επιπέδου. Αρχικά ο τροχός ανεβαίνει το κεκλιμένο και αφού σταματήσει στιγμιαία αρχίζει να κατεβαίνει. Τόσο στην άνοδο όσο και στην κάθοδο ο τροχός κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του τροχού:

- α) η κατεύθυνση της γωνιακής επιτάχυνσης παραμένει σταθερή.
- β) η κατεύθυνση της γωνιακής ταχύτητας παραμένει σταθερή.
- γ) η κατεύθυνση της γωνιακής ταχύτητας είναι συνεχώς ομόρροπη της κατεύθυνσης της γωνιακής επιτάχυνσης.
- δ) η κατεύθυνση της γωνιακής ταχύτητας είναι συνεχώς αντίρροπη της κατεύθυνσης της γωνιακής επιτάχυνσης. **(5 μονάδες)**

**A5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.**

- α) Η κβαντική θεωρία προβλέπει κβάντωση και άλλων μεγεθών όπως η ορμή και η στροφορμή.  
 β) Το φάσμα εκπομπής του μέλανος σώματος είναι συνεχές.  
 γ) Θερμική ακτινοβολία ονομάζεται η ενέργεια που εκπέμπεται από τη μονάδα της επιφάνειας ενός σώματος στη μονάδα του χρόνου.  
 δ) Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του.  
 ε) Όσο υψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες ενός μέλανος σώματος το μήκος κύματος αιχμής  $\lambda_{max}$  μετατοπίζεται σε μικρότερα μήκη κύματος. (5 μονάδες)

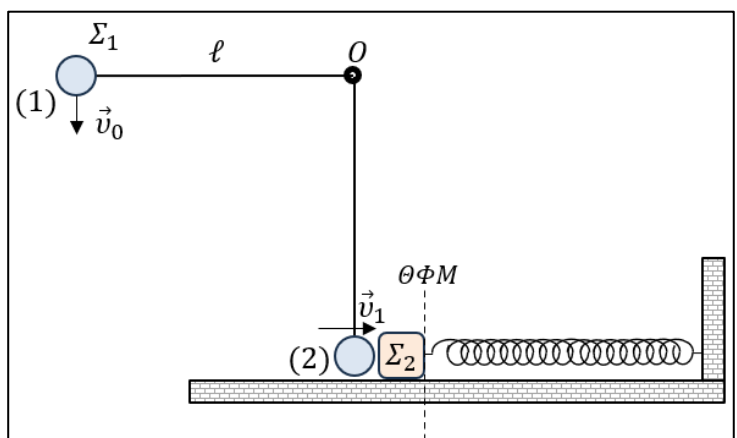
**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Δέσμη φωτονίων ακτίνων  $X$  με μήκος κύματος  $\lambda = 2\lambda_c$ , όπου  $\lambda_c = \frac{h}{m_e c}$  το μήκος κύματος Compton, σκεδάζεται από επιφάνεια άνθρακα. Κάποια από τα φωτόνια που σκεδάζονται έχουν το μέγιστο δυνατό μήκος κύματος και τα αντίστοιχα ανακρουόμενα ηλεκτρόνια έχουν κινητική ενέργεια  $K_e$ . Κάποια άλλα φωτόνια σκεδάζονται υπό γωνία  $\varphi = 90^\circ$  και τα αντίστοιχα ανακρουόμενα ηλεκτρόνια έχουν κινητική ενέργεια  $K'_e$ . Για τις κινητικές ενέργειες των ανακρουόμενων ηλεκτρονίων στις δύο παραπάνω περιπτώσεις σκέδασης ισχύει:

- α)  $\frac{K'_e}{K_e} = \frac{2}{3}$                       β)  $\frac{K'_e}{K_e} = \frac{3}{4}$                       γ)  $\frac{K'_e}{K_e} = \frac{1}{3}$

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

**B2.** Σφαίρα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = m$  είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς μη εκτατού νήματος μήκους  $\ell$  το οποίο είναι στερεωμένο σε σημείο  $O$  σε οροφή. Η σφαίρα εκτοξεύεται από την οριζόντια θέση (1) με αρχική ταχύτητα  $\vec{v}_0$ , μέτρου  $v_0 = \sqrt{6g\ell}$ , όπου  $g$  το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Όταν η σφαίρα  $\Sigma_1$  διέρχεται από την κατακόρυφη



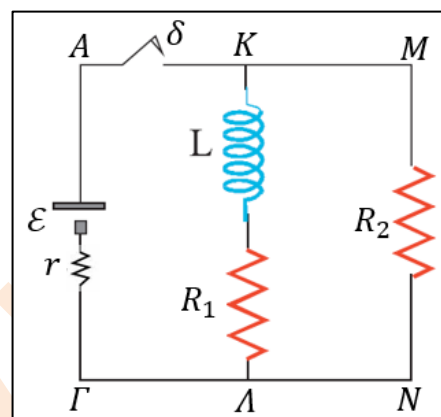
θέση (2) έχοντας ταχύτητα  $\vec{v}_1$ , συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2$ , το οποίο είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$ . Το άλλο άκρο του ελατηρίου έχει στερεωθεί σε κατακόρυφο τοίχο. Το σώμα  $\Sigma_2$  βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου

και μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$ . Η σφαίρα  $\Sigma_1$  μετά την κρούση κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση και ανεβαίνοντας ακινητοποιείται στιγμιαία στην οριζόντια θέση (1) απ' όπου εκτοξεύτηκε. Η μέγιστη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος  $\Sigma_2$  μετά την κρούση είναι:

- α)  $U_{\text{ταλ,max}} = 9mgl$                       β)  $U_{\text{ταλ,max}} = 6mgl$                       γ)  $U_{\text{ταλ,max}} = 3mgl$

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

**B3.** Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ  $\mathcal{E}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = R/2$ . Οι αντιστάτες έχουν ίσες αντιστάσεις  $R_1 = R_2 = R$  και το ιδανικό πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L$ . Αρχικά ο διακόπτης  $\Delta$  είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα.



**I.** Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κλείνει ο διακόπτης ( $\delta$ ). Οι κλάδοι του κυκλώματος που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα τη στιγμή που ο διακόπτης ( $\delta$ ) μόλις έχει κλείσει είναι οι:

- α)  $A\Gamma$  και  $K\Lambda$                       β)  $A\Gamma$  και  $MN$                       γ)  $K\Lambda$  και  $MN$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+2 μονάδες)

**II.** Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο είναι:

- α)  $\frac{di}{dt} = + \frac{\mathcal{E}}{L}$                       β)  $\frac{di}{dt} = + \frac{2\mathcal{E}}{3L}$                       γ)  $\frac{di}{dt} = + \frac{\mathcal{E}}{2L}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+2 μονάδες)

**III.** Μετά από αρκετό χρόνο, όταν έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων σε ολόκληρο το κύκλωμα, ανοίγουμε τον διακόπτη ( $\delta$ ). Τη στιγμή που στις αντιστάσεις  $R_1, R_2$  έχει εκλυθεί θερμότητα λόγω φαινομένου Joule ίση με το 75% της μέγιστης μαγνητικής ενέργειας που είχε αποθηκεύσει το πηνίο, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο είναι:

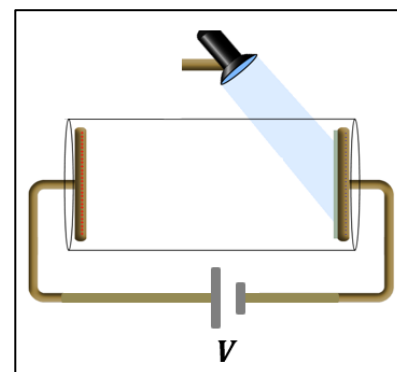
- α)  $\frac{di}{dt} = - \frac{\mathcal{E}}{L}$                       β)  $\frac{di}{dt} = - \frac{2\mathcal{E}}{3L}$                       γ)  $\frac{di}{dt} = - \frac{\mathcal{E}}{2L}$

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

### ΘΕΜΑ Γ

Η κάθοδος μιας συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου έχει επίστρωση μετάλλου και το εμβαδόν της επιφάνειάς της είναι  $A = 24 \text{ cm}^2$ . Το έργο εξαγωγής του μετάλλου είναι  $\Phi = 2,4 \text{ eV}$ .

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολίας μήκους κύματος  $\lambda = 300 \text{ nm}$  και έντασης  $32 \text{ mW/cm}^2$  προσπίπτει ομοιόμορφα στην κάθοδο.



**Γ1.** Να βρείτε τον αριθμό των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που προσπίπτουν στην κάθοδο. **(6 μονάδες)**

**Γ2.** Ποιο είναι το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη συχνότητα κατωφλίου του μετάλλου; **(6 μονάδες)**

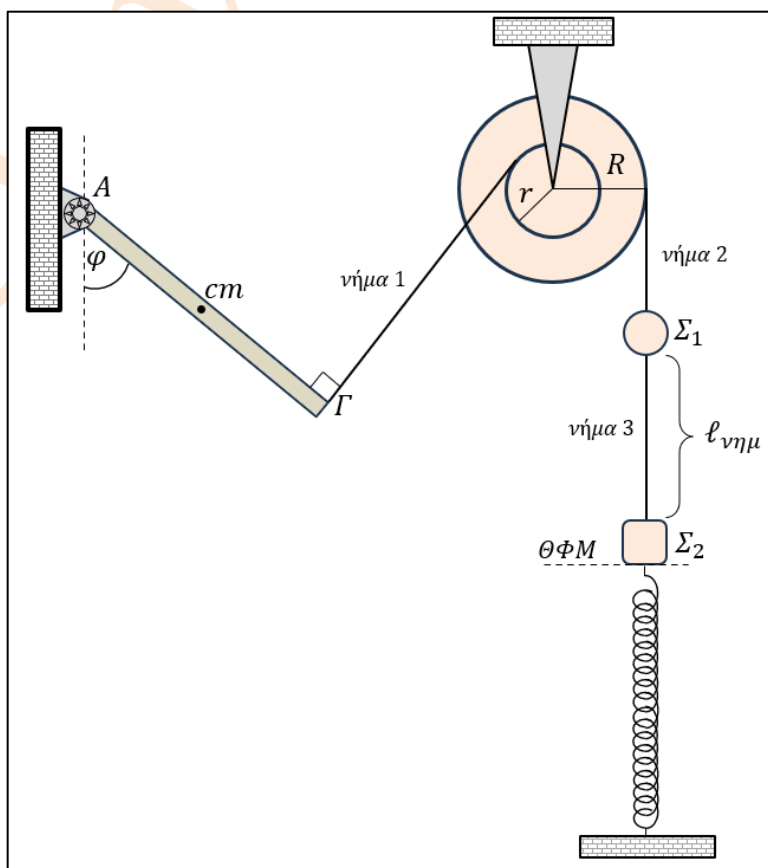
**Γ3.** Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής για την προσπίπτουσα ακτινοβολία. **(6 μονάδες)**

**Γ4.** Ελαττώνουμε τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας κατά 25%. Αν η διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου – καθόδου είναι  $2,6 \text{ Volt}$  να βρείτε την ορμή των ηλεκτρονίων όταν φτάνουν στην άνοδο. **(7 μονάδες)**

Δίνονται  $hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα η τροχαλία αποτελείται από δύο ομογενείς ομοαξονικούς δίσκους που είναι κολλημένοι μεταξύ τους και μπορούν να στρέφονται σαν ένα σώμα. Οι δίσκοι έχουν ακτίνες  $r = 0,1 \text{ m}$  και  $R = 0,2 \text{ m}$  αντίστοιχα. Στην περιφέρεια κάθε δίσκου έχουν τυλιχθεί πολλές φορές αβαρή μη εκτατά νήματα. Το νήμα 1 του δίσκου ακτίνας  $r$  συνδέεται με το άκρο  $\Gamma$  ομογενούς δοκού  $ΑΓ$  μήκους  $\ell$  και βάρους  $w$ . Το νήμα 1 είναι κάθετο στη δοκό. Το άλλο άκρο  $A$  της δοκού είναι στερεωμένο σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο με τον οποίο σχηματίζει γωνία  $\varphi = 37^\circ$ . Το νήμα 2 του δίσκου ακτίνας  $R$  συνδέεται με σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = 1 \text{ kg}$ . Ένα τρίτο αβαρές μη εκτατό νήμα 3, μήκους  $\ell_{\text{νημ}}$ ,



συνδέει το σώμα  $\Sigma_1$  με ένα σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 2 \text{ kg}$  το οποίο είναι δεμένο στο άκρο ενός κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 200 \text{ N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Όλα τα σώματα του συστήματος ισορροπούν με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος.

**Δ1.** Να υπολογίσετε:

- α) το βάρος της δοκού, (4 μονάδες)  
 β) το μέτρο της δύναμης της άρθρωσης. (4 μονάδες)

Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε τα νήματα 1 και 3. Το σώμα Σ<sub>2</sub> εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$  και θετικά του άξονα προς τα πάνω. Το σώμα Σ<sub>1</sub> κινείται κατακόρυφα καθώς το νήμα ξετυλίγεται χωρίς τριβές από την περιφέρεια ακτίνας  $R$ . Η τροχαλία στρέφεται χωρίς τριβές έχοντας σταθερή γωνιακή επιτάχυνση μέτρου  $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 10 \text{ rad/s}^2$ .

**Δ2.** Να υπολογίσετε ως προς τον άξονα περιστροφής της τροχαλίας:

- α) το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του συστήματος τροχαλία – σώμα Σ<sub>1</sub>, (3 μονάδες)  
 β) το μέτρο της στροφορμής του σώματος Σ<sub>1</sub> τη χρονική στιγμή  $t_1 = 0,5\text{s}$ . (3 μονάδες)

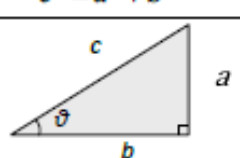
**Δ3.** Να βρείτε την ταχύτητα του σώματος Σ<sub>2</sub> όταν θα έχει διανύσει κατακόρυφη απόσταση  $d = 0,15\text{m}$  από την αρχική του θέση μετά το κόψιμο του νήματος. (4 μονάδες)

Καθώς τα σώματα Σ<sub>1</sub> και Σ<sub>2</sub> κινούνται, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά τη χρονική στιγμή  $t_2$  όταν το σώμα Σ<sub>2</sub> έχει μηδενική κινητική ενέργεια για πέμπτη φορά μετά το κόψιμο του νήματος. Μετά την κρούση το σώμα Σ<sub>1</sub> απομακρύνεται.

**Δ4.** Να υπολογίσετε:

- α) Το μήκος  $\ell_{\nu\eta\mu}$  του νήματος 3. (3 μονάδες)  
 β) Το νέο πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ<sub>2</sub>. (4 μονάδες)

Δίνονται  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\pi^2 = 10$ .

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

1. ☒ Ζωγράφου: Ι. Χρυσίπτου 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

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ		ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		
$v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$	$v$ : ταχύτητα $x$ : θέση $\Delta x$ : μετατόπιση $a$ : επιτάχυνση $m$ : μάζα $p$ : ορμή $F$ : δύναμη $T_{\text{ολ}}$ : τριβή ολίσθησης $\mu$ : συντελεστής τριβής $N$ : κάθετη δύναμη  $K$ : κινητική ενέργεια	$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2 + R_3$	$\Phi_B = BA \sin \theta$ $F = B q v \eta \mu \theta$ $F = BI \ell \eta \mu \phi$ $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$ $E_{\text{ex}} = Bv \ell$ $E_{\text{ex}} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{\text{αυτ}} = -L \frac{di}{dt}$	$A$ : εμβαδόν $B$ : μαγνητικό πεδίο $\Phi_B$ : μαγνητική ροή $E$ : ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ $F$ : δύναμη $q$ : ηλεκτρικό φορτίο $E_{\text{ex}}$ : ΗΕΔ από επαγωγή $I$ : ηλεκτρικό ρεύμα $V$ : διαφορά δυναμικού $W$ : έργο $R$ : αντίσταση

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $T_{\text{ολ}} = \mu N$ $K = \frac{1}{2} mv^2$ $p = m v$ $v = \frac{ds}{dt}$ $\alpha_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{\text{cm}} = \omega R \quad \alpha_{\text{γων}} = \frac{d\omega}{dt}$ $\alpha_{\text{cm}} = \alpha_{\text{γων}} R$ $\tau = F \ell = F d$ $L = m v r \quad \Sigma \tau_{\text{εξ}} = \frac{dL}{dt}$	$s$ : τόξο ή διάστημα $\alpha_k$ : κεντρομόλος επιτάχυνση $R$ ή $r$ : ακτίνα $\omega$ : γωνιακή ταχύτητα $\theta$ : γωνία $T$ : περίοδος $f$ : συχνότητα $v_{\text{cm}}$ : ταχύτητα κέντρου μάζας $\alpha_{\text{γων}}$ : γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_{\text{cm}}$ : επιτάχυνση κέντρου μάζας $\tau$ : ροπή $\ell, d$ : μήκος ή απόσταση $L$ : στροφορμή	$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{\ell}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell}{4\pi r^2} \eta \mu \theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta \ell \sin \theta = \mu_0 I_{\text{εγκ}}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{\ell}$	<p style="text-align: center;"><b>ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ</b></p> $x = A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $v = \omega A \sigma \nu \nu(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \phi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $v = \lambda f$ $F = b v$ $A = A_0 e^{-\Lambda t}$ $y = A \eta \mu 2\pi \left( \frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$ $y = 2A \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}$	$A$ : πλάτος $x$ : απομάκρυνση, θέση $v$ : ταχύτητα $a$ : επιτάχυνση $\omega$ : γωνιακή συχνότητα $\phi$ : αρχική φάση $f$ : συχνότητα $D$ : σταθερά επαναφοράς $T$ : περίοδος $b$ : σταθερά απόσβεσης $\lambda$ : μήκος κύματος $T$ : περίοδος $U$ : δυναμική ενέργεια $y$ : απομάκρυνση
---	---	---	---	--

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ			
$\lambda_{\text{max}} T = \text{σταθ}$ $E = hf = pc, \quad p = \frac{h}{\lambda}$ $K = hf - \Phi$ $c = \lambda f$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \sigma \nu \nu \phi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\Sigma  \Psi ^2 dV = 1$	$T$ : θερμοκρασία $E$ : ενέργεια $p$ : ορμή $c$ : ταχύτητα φωτός $f$ : συχνότητα $x$ : θέση $K$ : κινητική ενέργεια	$\lambda$ : μήκος κύματος $\phi$ : γωνία $t$ : χρόνος $\Phi$ : Έργο εξαγωγής $\Delta$ : αβεβαιότητα $\Psi$ : κυματοσυνάρτηση $V$ : όγκος