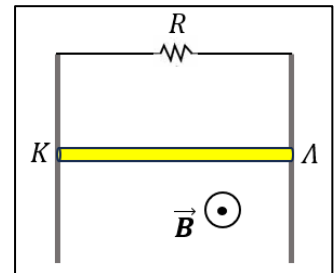


**Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 11/11/2023**

**ΘΕΜΑ Α**

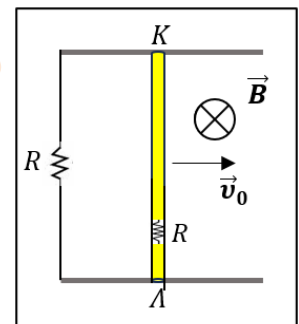
Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Α1.** Η αγώγιμη ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος μάζας  $m$  και μήκους  $\ell$ , αφήνεται να κινηθεί χωρίς τριβές κατά μήκος δύο ευθύγραμμων κατακόρυφων αγώγιμων οδηγών αμελητέας ωμικής αντίστασης παραμένοντας συνεχώς οριζόντια. Οι κατακόρυφοι αγωγοί συνδέονται στα άκρα τους με αντίσταση  $R$ . Η διάταξη βρίσκεται εντός ομογενούς οριζόντιου μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}$  που είναι κάθετο στη ράβδο και στους οδηγούς.



- Η ράβδος θα κινηθεί εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- Το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται η ράβδος αυξάνεται συνεχώς μέχρι να γίνει ίσο με το βάρος.
- Όταν η ράβδος αποκτήσει την οριακή ταχύτητα, το επαγωγικό ρεύμα που τη διαρρέει μηδενίζεται.
- Η διαφορά δυναμικού  $V_{ΚΛ}$  στα άκρα της ράβδου συνεχώς μειώνεται. (5 μονάδες)

**Α2.** Η αγώγιμη ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος μάζας  $m$ , μήκους  $\ell$  και ωμικής αντίστασης  $R$ , εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα  $\vec{v}_0$  κατά μήκος δύο ευθύγραμμων οριζόντιων αγώγιμων οδηγών αμελητέας ωμικής αντίστασης. Η ράβδος μπορεί κινείται χωρίς τριβές. Η διάταξη βρίσκεται εντός ομογενούς κατακόρυφου μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}$  που είναι κάθετο στη ράβδο και στους οδηγούς.



- Όταν η ράβδος ακινητοποιηθεί η θερμότητα που θα έχει παραχθεί στη διάταξη θα είναι  $Q = \frac{1}{2} m v_0^2$ .
- Η διαφορά δυναμικού  $V_{ΚΛ}$  στα άκρα της ράβδου τη στιγμή της εκτόξευσης είναι  $V_{ΚΛ} = B v_0 \ell$ .
- Η κίνηση της ράβδου είναι μη ομαλά επιβραδυνόμενη με επιβράδυνση που συνεχώς αυξάνεται.
- Η ράβδος θα κινηθεί εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. (5 μονάδες)

**Α3.** Ένα σύστημα σημειακών σωμάτων περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα. Η στροφορμή του συστήματος παραμένει σταθερή:

- όταν η συνολική ροπή των εξωτερικών δυνάμεων ως προς τον άξονα περιστροφής είναι μηδενική.
- όταν η συνολική ροπή των εσωτερικών δυνάμεων ως προς τον άξονα περιστροφής είναι μηδενική.
- όταν η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων ως προς τον άξονα περιστροφής είναι μηδενική.
- πάντα. (5 μονάδες)

**Α4.** Ένας κυκλικός αγωγός έχει μια εγκοπή σε κάποιο σημείο του και βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου του οποίου η ένταση  $\vec{B}$  μεταβάλλεται. Στον αγωγό δεν αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή διότι:

- ο αγωγός είναι με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου,
- ο αγωγός είναι με το επίπεδό του παράλληλο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου,

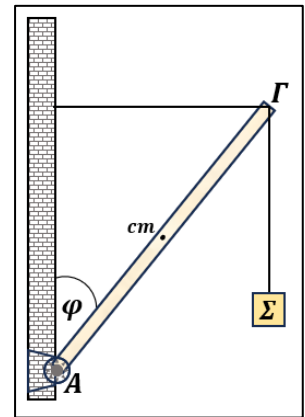
- γ) ο αγωγός λόγω της εγκοπής δε διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα,  
δ) η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνειά του δε μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό. (5 μονάδες)

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

- α) Η στροφορμή είναι μονόμετρο μέγεθος.  
β) Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.  
γ) Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται με κατεύθυνση από την ανατολή προς τη δύση το διάνυσμα της στροφορμής κάθε τροχού ως προς τον άξονα περιστροφής του έχει κατεύθυνση προς τον βορρά.  
δ) Στην ομαλή κυκλική κίνηση ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής είναι μηδέν.  
ε) Η στροφορμή  $\vec{L}$  και ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής  $\frac{d\vec{L}}{dt}$  είναι διανύσματα πάντα κάθετα μεταξύ τους. (5 μονάδες)

## **ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Η ομογενής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει βάρος  $w$ , μήκος  $\ell$  και μπορεί να στρέφεται γύρω από την άρθρωση στο άκρο της Α που βρίσκεται στον κατακόρυφο τοίχο. Το άκρο Γ της δοκού συνδέεται με τον κατακόρυφο τοίχο με μη ελαστικό αβαρές οριζόντιο νήμα το οποίο έχει όριο θραύσης  $T_{\theta\rho} = \frac{3w}{4}$  (όπου  $w$  το βάρος της δοκού). Στο άκρο Γ είναι δεμένο και ένα άλλο μη ελαστικό αβαρές κατακόρυφο νήμα στο άκρο του οποίου κρέμεται ένα

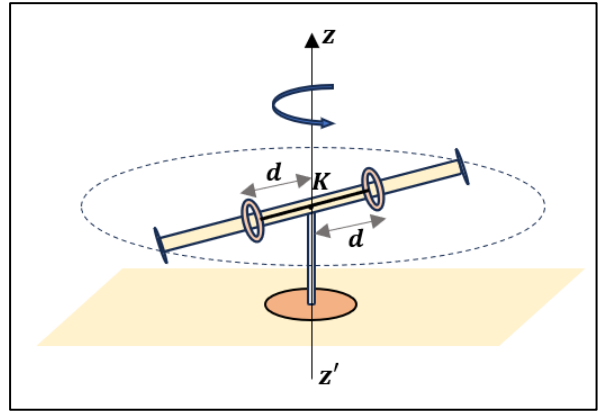


σώμα Σ βάρους  $w_{\Sigma} = w$ . Η μέγιστη γωνία  $\varphi$  που πρέπει σχηματίζει η δοκός με τον κατακόρυφο τοίχο για να ισορροπεί οριακά το σύστημα δοκός – σώμα Σ χωρίς να κοπεί το νήμα πρέπει να έχει εφαπτομένη:

- α)  $\varepsilon\varphi\varphi = 1$                       β)  $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{1}{2}$                       γ)  $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{3}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (2+6 μονάδες)

**B2.** Η λεπτή αβαρής ράβδος μήκους  $\ell$  του διπλανού σχήματος είναι οριζόντια και μπορεί να στρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από κατακόρυφο άξονα  $zz'$  που διέρχεται από το κέντρο της Κ. Δύο μεταλλικοί δακτύλιοι ίδιας μάζας  $m$  βρίσκονται σε απόσταση  $d = \frac{\ell}{4}$  ο καθένας από το κέντρο Κ της ράβδου.



Οι δακτύλιοι συνδέονται μεταξύ τους με ένα αβαρές μη

εκτατό νήμα που έχει όριο θραύσης  $T_{\theta\rho}$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το σύστημα αρχίζει να επιταχύνεται με την επίδραση μιας σταθερής εξωτερικής ροπής  $\vec{\tau}_{εξ}$ . Τη χρονική στιγμή  $t_1$  όταν οι δακτύλιοι έχουν αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα  $\vec{\omega}_1$ , το νήμα κόβεται και ταυτόχρονα καταργείται η εξωτερική ροπή. Λόγω αδράνειας οι δακτύλιοι ωθούνται στα άκρα της ράβδου. Εκεί είναι ακλόνητα στερεωμένοι αβαρείς δίσκοι οι οποίοι θα συγκρατήσουν του δακτυλίους όταν φτάσουν. Στην τελική κατάσταση το σύστημα αβαρής ράβδου – δακτύλιοι στρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\vec{\omega}_2$ . Το όριο θραύσης του νήματος είναι:

α)  $T_{\theta\rho} = 4 m\ell\omega_2^2$

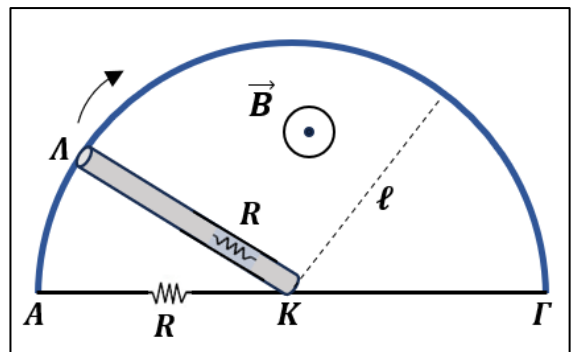
β)  $T_{\theta\rho} = \frac{1}{4} m\ell\omega_2^2$

γ)  $T_{\theta\rho} = 8 m\ell\omega_2^2$

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

(2+6 μονάδες)

**B3.** Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος  $\ell$ , αντίσταση  $R_{ΚΛ} = R$  και μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\vec{\omega}$  και περίοδο  $T$  γύρω από το άκρο του Κ επαπτόμενος με το άκρο του Λ συνεχώς πάνω σε αγωγίμο ομογενές ημικυκλικό σύρμα ΑΓ ακτίνας  $\ell$  και αντίστασης  $R_{ΑΓ} = 3R$ . Η διάταξη βρίσκεται ολόκληρη εντός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}$  με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.



**I.** Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού ΚΛ δίνεται από τον τύπο:

α)  $E_{επ} = \frac{B\pi\ell^2}{T}$

β)  $E_{επ} = \frac{B\pi\ell^2}{2T}$

γ)  $E_{επ} = \frac{BT\ell^2}{2\pi}$

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

(1+2 μονάδες)

**Π.** Το αγώγιμο σύρμα ΑΚ έχει αντίσταση  $R_{AK} = R$ , ενώ το αγώγιμο σύρμα ΓΚ δεν έχει αντίσταση.

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  ο αγωγός ΚΛ ταυτίζεται με το αγώγιμο σύρμα ΑΚ. Τη χρονική στιγμή  $t = \frac{T}{6}$  (όπου  $T$  η περίοδος της στροφικής κίνησης) η διαφορά δυναμικού  $V_{ΚΛ}$  στα άκρα του αγωγού είναι:

α)  $V_{ΚΛ} = \frac{B\pi\ell^2}{T}$

β)  $V_{ΚΛ} = \frac{B\pi\ell^2}{2T}$

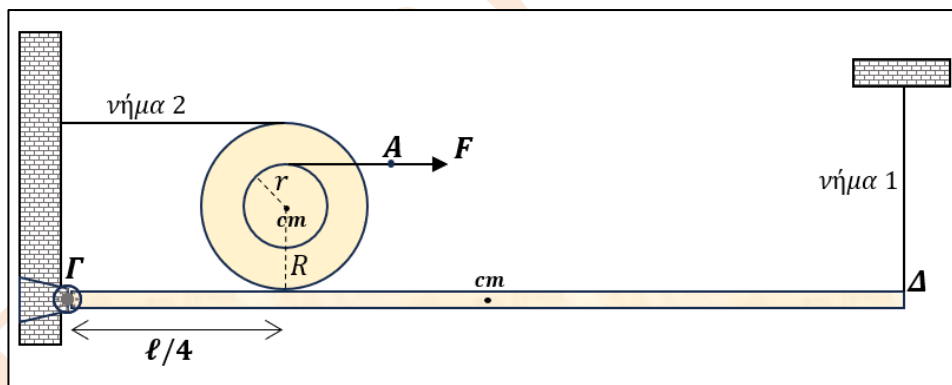
γ)  $V_{ΚΛ} = \frac{B\pi\ell^2}{4T}$

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

**(1+5 μονάδες)**

**ΘΕΜΑ Γ**

Ομογενής δοκός ΓΔ μάζας  $M = 5Kg$  και μήκους  $\ell = 8m$  ισορροπεί σε οριζόντια θέση έχοντας στερεωθεί ακλόνητα σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο στο άκρο Γ, ενώ στο άκρο της Δ έχει δεθεί με κατακόρυφο αβαρές μη εκτατό νήμα 1 το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε οροφή. Πάνω στη δοκό σε απόσταση  $\ell/4$  από το άκρο Γ είναι τοποθετημένος αρχικά ακίνητος λεπτός ομογενής δίσκος μάζας  $m = 2Kg$  και ακτίνας  $R = 0,8 m$  με το επίπεδό του κατακόρυφο. Ο δίσκος έχει συμμετρικά ως προς το κέντρο μάζας του ένα αυλάκι ακτίνας  $r = 0,4 m$  στο οποίο είναι τυλιγμένο πολλές φορές αβαρές μη εκτατό νήμα. Ο δίσκος παραμένει ακίνητος με τη βοήθεια ενός αβαρούς μη εκτατού νήματος 2 το οποίο είναι εφαπτόμενο και δεμένο στην περιφέρειά του και στον κατακόρυφο τοίχο. Μεταξύ των επιφανειών της δοκού και του δίσκου υπάρχει τριβή. Ασκώντας στο άκρο Α του νήματος οριζόντια δύναμη  $\vec{F}$  ο δίσκος δέχεται στατική τριβή από τη δοκό που έχει κατεύθυνση προς τον κατακόρυφο τοίχο και μέτρο  $T_S = 10N$ .



Να υπολογίσετε το μέτρο:

**Γ1.** Της δύναμης  $\vec{F}$  και το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο δίσκος από το νήμα 2.

**(4+4 μονάδες)**

**Γ2.** Της τάσης από το νήμα 1.

**(4 μονάδες)**

**Γ3.** Της δύναμης που δέχεται η δοκός από την άρθρωση.

**(5 μονάδες)**

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το νήμα 2 κόβεται και μεταβάλλοντας κατάλληλα το μέτρο δύναμης  $\vec{F}$  ο δίσκος αρχίζει να κινείται πάνω στη δοκό εκτελώντας κύλιση χωρίς ολίσθηση με σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $a_{cm} = 2 m/s^2$ . Το νήμα ξετυλίγεται από το αυλάκι χωρίς να ολισθαίνει. Το όριο θραύσης του νήματος 1 είναι  $T_{\theta\rho 1} = 40N$ .

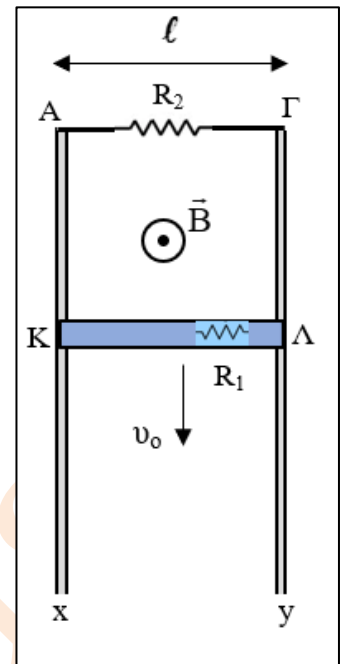
**Γ4.** Να βρείτε τη χρονική στιγμή που κόβεται το νήμα 1 και να υπολογίσετε τότε το μέτρο της ταχύτητας του άκρου Α του νήματος.

**(4+4 μονάδες)**

Δίνεται  $g = 10 m/s^2$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους  $\ell = 1\text{m}$ , μάζας  $m = 0,8\text{Kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R_1 = 0,5\Omega$  μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε δύο κατακόρυφους παράλληλους αγωγίμους οδηγούς Αx και Γy αμελητέας αντίστασης και μεγάλου μήκους. Στα άκρα τους Α και Γ οι οδηγοί συνδέονται με αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R_2 = 1,5\Omega$ . Η διάταξη του διπλανού σχήματος βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B = 1\text{T}$  με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Ο αγωγός ΚΛ τη χρονική στιγμή  $t = 0$  εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα  $\vec{v}_0$  μέτρου  $v_0 = 4\text{m/s}$  και αρχίζει να κινείται μένοντας σε επαφή συνεχώς με τους κατακόρυφους οδηγούς με τους οποίους εμφανίζει σταθερού μέτρου συνολική τριβή ολίσθησης  $T = 2\text{N}$ .



**Δ1.** Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  που εκτοξεύεται ο αγωγός να βρείτε:

α) την επιτάχυνσή του, (3 μονάδες)

β) τη διαφορά δυναμικού  $V_{KL}$  στα άκρα του. (3 μονάδες)

**Δ2.** Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει τελικά. (4 μονάδες)

**Δ3.** Τη στιγμή που ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας λόγω της τριβής ολίσθησης είναι ίσος με το 40% του ρυθμού παραγωγής θερμότητας λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις της διάταξης να υπολογίσετε:

α) την ταχύτητα του αγωγού, (3 μονάδες)

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

Στην αρχική κατάσταση ο αγωγός ΚΛ τη χρονική στιγμή  $t = 0$  εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0 = 4\text{m/s}$  και ταυτόχρονα δέχεται κατάλληλη εξωτερική δύναμη  $\vec{F}$  έτσι ώστε να επιβραδύνεται ομαλά με επιβράδυνση μέτρου  $a = 1\text{m/s}^2$ .

Να βρείτε:

**Δ4.** Το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού στο χρονικό διάστημα από  $t = 0$  έως  $t = 2\text{s}$ . (4 μονάδες)

**Δ5.** Την ισχύ της εξωτερικής δύναμης  $\vec{F}$  τη χρονική στιγμή  $t = 2\text{s}$ . (4 μονάδες)

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10\text{m/s}^2$ .

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

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	ακτίνο, rad

ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ							
$\theta$	$0^\circ$	$30^\circ$	$37^\circ$	$45^\circ$	$53^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
ημ $\theta$	0	1/2	3/5	$\sqrt{2}/2$	4/5	$\sqrt{3}/2$	1
συν $\theta$	1	$\sqrt{3}/2$	4/5	$\sqrt{2}/2$	3/5	1/2	0
εφ $\theta$	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ		ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	
$v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	a: επιτάχυνση E: ενέργεια f: συχνότητα F: δύναμη	$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$	$\Phi_B = B A \cos\theta$ $F = B q v$ $F = BIl\eta\mu\phi$
			A: εμβαδόν B: μαγνητικό πεδίο E: ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ

$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ $\Sigma F = ma = \frac{dp}{dt}$ $T_{ολ} = \mu N$ $K = \frac{1}{2} mv^2$ $p = mv$ $v = \frac{ds}{dt}$ $a_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{cm} = \omega R$ $\alpha_{γων} = \frac{d\omega}{dt}$ $a_{cm} = a_{γων} R$ $\tau = F l = F d$ $L = m v r$ $\Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$	$T_{ολ}$ : τριβή ολίσθησης N: κάθετη δύναμη K: κινητική ενέργεια L: στροφορμή l, d: μήκος ή απόσταση m: μάζα p: ορμή R ή r: ακτίνα s: τόξο ή διάστημα T: περίοδος V: όγκος v: ταχύτητα W: έργο x, y: θέση Δx: μετατόπιση α <sub>γων</sub> : γωνιακή επιτάχυνση μ: συντελεστής τριβής θ: γωνία ρ: πυκνότητα τ: ροπή ω: γωνιακή ταχύτητα	$I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{E}{R_{ολ}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{l}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta l}{r^2} \eta\mu\theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta l \cos\theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{l}$	$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{\alpha}$ $E_{επ} = Bvl$ $E_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{αυτ} = -L \frac{di}{dt}$ $L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} A$ $U = \frac{1}{2} LI^2$ $\frac{E}{B} = c$ $E = E_{max} \eta\mu 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $B = B_{max} \eta\mu 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$	$E_{επ}$ : ΗΕΔ από επαγωγή $E_{αυτ}$ : ΗΕΔ από αυτεπαγωγή L: συντελεστής αυτεπαγωγής 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 <sub>ολ</sub> : ολική αντίσταση ρ: ειδική αντίσταση F: δύναμη T: περίοδος r: ακτίνα ή απόσταση n: αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους N: αριθμός σπειρών v: ταχύτητα Φ <sub>B</sub> : μαγνητική ροή θ, φ: γωνία μ <sub>0</sub> = 4π · 10 <sup>-7</sup> Tm/A: μαγνητική διαπερατότητα κενού
---	--	--	--	---