

**ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**

(Κρούσεις-Ταλαντώσεις-Κύματα-Στερεό-Μαγνητικό Πεδίο-Ηλεκτρομαγνητισμός)

Εισηγητής: Παναγιωτίδης Γιώργος

Ημερομηνία: 1/3/2026

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

- A1.** Τα ραδιοκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα που:
- α.** διαδίδονται στα διάφορα μέσα με διαφορετική ταχύτητα.
 - β.** παράγονται από ραδιενεργούς πυρήνες.
 - γ.** αποτελούνται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό κύμα που βρίσκονται σε φάση κοντά στην κεραία.
 - δ.** προκαλούν μεταβολές στην πυκνότητα το μέσου που διαδίδονται.

Μονάδες 5

- A2.** Ομογενής κύλινδρος ανέρχεται επιβραδυνόμενος σε κεκλιμένο επίπεδο. Σε κάποιο σημείο του επιπέδου σταματά και στη συνέχεια κατέρχεται επιταχυνόμενος πάνω σε αυτό. Αν σε όλη τη διάρκεια της ανόδου και της καθόδου στο κεκλιμένο επίπεδο ο κύλινδρος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση και ο άξονας περιστροφής του παραμένει συνεχώς οριζόντιος, τότε:
- α.** η ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.
 - β.** η γωνιακή επιτάχυνση του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.
 - γ.** η γωνιακή ταχύτητα του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.
 - δ.** η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχει κατά την κάθοδο αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που έχει κατά την άνοδο.

Μονάδες 5

- A3.** Κατά τη διάρκεια μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης αυξάνουμε τη σταθερά απόσβεσης b . Αν η συχνότητα του διεγέρτη
- α.** είναι μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα του συστήματος, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα παραμείνει σταθερό.
 - β.** είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα μειωθεί.
 - γ.** είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα παραμείνει σταθερό.
 - δ.** είναι μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα του συστήματος, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα παραμείνει σταθερό.

Μονάδες 5

- A4.** Κατά μήκος δύο όμοιων χορδών 1 και 2, μεταδίδονται δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα χωρίς απώλειες ενέργειας. Αν το κύμα στη χορδή 1 έχει διπλάσια συχνότητα και τριπλάσιο πλάτος από το κύμα στη χορδή 2, τότε:
- η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων στις δύο χορδές είναι ίδια.
 - το μήκος κύματος του κύματος στη χορδή 2 είναι ίδιο με το μήκος κύματος του κύματος στη χορδή 1.
 - η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σωματιδίων της χορδής 1 είναι ίδια με τη μέγιστη ταχύτητα των σωματιδίων της χορδής 2.
 - η μέγιστη επιτάχυνση ταλάντωσης των σωματιδίων της χορδής 1 είναι ίδια με τη μέγιστη ταχύτητα των σωματιδίων της χορδής 2.

Μονάδες 5

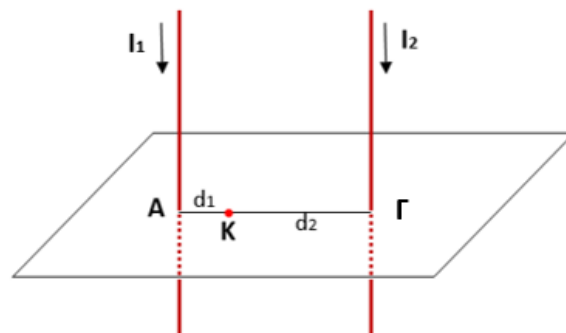
Στην ερώτηση A5 να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα και να σημειώσετε με τη λέξη **Σωστή** κάθε σωστή πρόταση και με τη λέξη **Λάθος** κάθε λανθασμένη.

- A5.**
- Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από φορτία που κινούνται με μεταβλητή ταχύτητα.
 - Η φάση της ταλάντωσης ενός σημείου μιας χορδής στην οποία έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα δεν εξαρτάται από τη θέση του.
 - Αν μικρή σφαίρα συγκρουστεί κάθετα και ελαστικά με λείο κατακόρυφο τοίχο έχοντας ορμή μέτρου p , η μεταβολή του μέτρου της ορμής της είναι ίση με $2p$.
 - Όταν σε ένα ελαστικό μέσο διαδίδονται δύο ή περισσότερα κύματα, η απομάκρυνση ενός σημείου του μέσου είναι ίση με τη συνισταμένη των απομακρύνσεων που οφείλονται στα επιμέρους κύματα.
 - Αν σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί ζεύγος δυνάμεων, τότε το σώμα θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 όπως φαίνονται στο σχήμα, με λόγο $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$. Οι αγωγοί είναι κάθετοι σε οριζόντιο επίπεδο και διέρχονται από τα σημεία Α και Γ αντίστοιχα, τα οποία απέχουν απόσταση d :



Η ένταση του μαγνητικού πεδίου των δύο αγωγών σε ένα σημείο Κ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΓ, είναι ίση με μηδέν. Τα μήκη (ΑΚ) και (ΓΚ) αντίστοιχα είναι ίσα με:

α. $(AK) = \frac{d}{4}$ & $(ΓK) = \frac{3d}{4}$
 β. $(AK) = \frac{d}{3}$ & $(ΓK) = \frac{2d}{3}$
 γ. $(AK) = \frac{3d}{4}$ & $(ΓK) = \frac{d}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

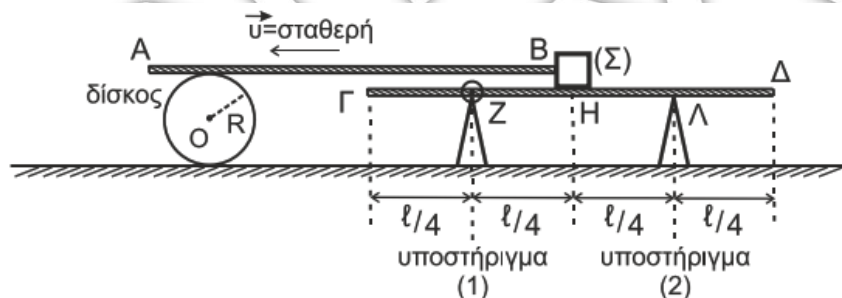
Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

- B2.** Το σώμα Σ του παρακάτω σχήματος, μάζας m , έχει στερεωθεί στο άκρο Β οριζόντιας, ομογενούς, άκαμπτης και αβαρούς ράβδου ΑΒ. Η ράβδος ακουμπά πάνω στην περιφέρεια ομογενούς δίσκου κέντρου Ο και ακτίνας R . Ο δίσκος βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο με το επίπεδό του κατακόρυφο. Το σώμα Σ μπορεί να κινείται πάνω σε λεία, οριζόντια, ομογενή και άκαμπτη δοκό ΓΔ μήκους ℓ και μάζας $M = m/2$.

Η δοκός έχει αρθρωθεί κατάλληλα στο σημείο Ζ, με την κορυφή κατακόρυφου και ακλόνητου υποστηρίγματος (1) που βρίσκεται σε απόσταση $\ell/4$ από το άκρο της Γ. Σε απόσταση $\ell/4$ από το άκρο Δ της δοκού έχει τοποθετηθεί ένα δεύτερο, όμοιο κατακόρυφο υποστήριγμα (2), πάνω στην κορυφή Λ του οποίου ακουμπά η δοκός ΓΔ. Τα υποστηρίγματα έχουν τοποθετηθεί στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με αυτό στο οποίο βρίσκεται ο δίσκος, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το σύστημα ράβδου-σώματος Σ κινείται προς τα αριστερά με σταθερή ταχύτητα μέτρου u . Ο δίσκος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση και η περιφέρειά του βρίσκεται σε συνεχή επαφή με τη ράβδο ΑΒ, χωρίς να παρατηρείται ολίσθηση μεταξύ τους. Το σώμα Σ , κινούμενο από το Δ προς το Γ, τη χρονική στιγμή $t = 0$ περνά από το μέσο Η της δοκού. Τη χρονική στιγμή t_1 το σώμα Σ περνά από ένα σημείο της δοκού, στο οποίο η δοκός μόλις που χάνει οριακά την επαφή της με την κορυφή του υποστηρίγματος (2).

Η απόσταση που έχει διανύσει το σώμα Σ από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 είναι:

i. $\frac{5\ell}{6}$.

ii. $\frac{3\ell}{8}$.

iii. $\frac{\ell}{3}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

- B3.** Κατά μήκος γραμμικού ομογενούς ελαστικού μέσου, το οποίο εκτείνεται στη διεύθυνση του άξονα x' , διαδίδεται εγκάρσιο απλό αρμονικό κύμα κατά τη θετική φορά και χωρίς απώλειες ενέργειας. Θεωρούμε ως αρχή του άξονα ένα σημείο O του μέσου, το οποίο αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή $t = 0$ με εξίσωση $y = A \sin \frac{2\pi}{T} t$.



Ένα σημείο B του θετικού ημιάξονα φτάνει για πρώτη φορά στην ακραία θετική απομάκρυνσή του τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{9T}{4}$.

Τα υλικά σημεία του μέσου μεταξύ των σημείων O και B , τα οποία είναι ακίνητα τη χρονική στιγμή t_1 , είναι:

i. 4.

ii. 3.

iii. 6.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

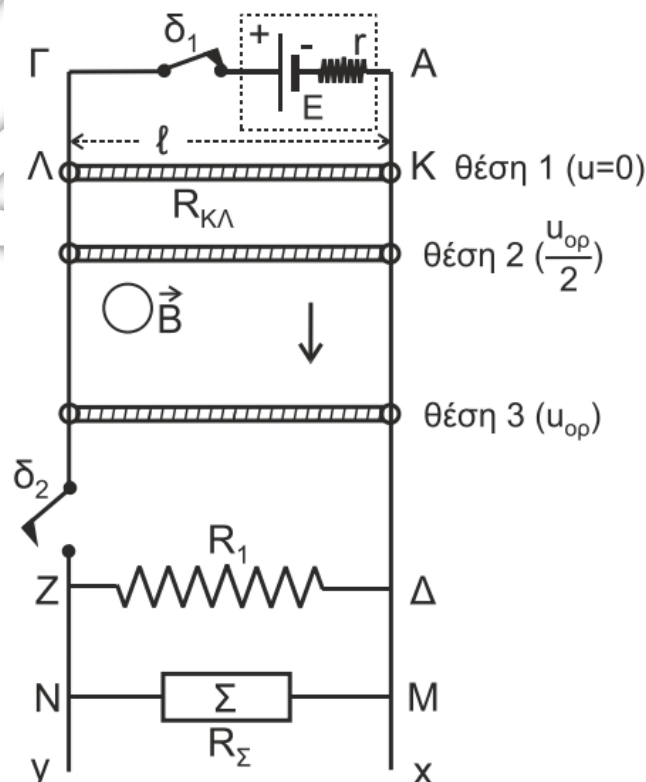
Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Οι μεγάλοι μήκους, κατακόρυφοι, μεταλλικοί αγωγοί Ax και Γy απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $\ell = 1\text{m}$ και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Στα άκρα A, Γ συνδέεται πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 9\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$. Αγωγός $K\Lambda$ μήκους $\ell = 1\text{m}$, μάζας $m = 0,3\text{kg}$ και ωμικής αντίστασης $R_{K\Lambda} = 2\Omega$ έχει τα άκρα του K, Λ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς Ax και Γy , είναι κάθετος σε αυτούς και είναι δυνατόν να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών χωρίς τριβές. (Σχήμα)



Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος. Αρχικά ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός, ο διακόπτης δ_2 είναι ανοικτός και ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος στη θέση 1.

Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.

Μονάδες 4

Στο κάτω μέρος της διάταξης, μεταξύ των σημείων Ζ και Δ, είναι συνδεδεμένος αντιστάτης με ωμική αντίσταση $R_1 = 3\Omega$ και στα σημεία Μ, Ν είναι συνδεδεμένη θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης R_2 , η οποία όταν στα άκρα της Μ, Ν έχει τάση ίση με 6V λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 6W.

Ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 , κλείνοντας ταυτόχρονα τον διακόπτη δ_2 και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κατέρχεται παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος χωρίς τα άκρα του Κ,Λ να χάνουν την επαφή με τους αγωγούς Αχ και Γγ.

Γ2. Έστω ότι ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα v_{op} στη θέση 3.

Να δικαιολογήσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ από τη θέση 1 έως τη θέση 3 και να υπολογίσετε τη σταθερή οριακή ταχύτητα v_{op} .

Μονάδες 9

Γ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού στη θέση 2, στην οποία η ταχύτητά του είναι ίση με $\frac{v_{op}}{2}$.

Μονάδες 6

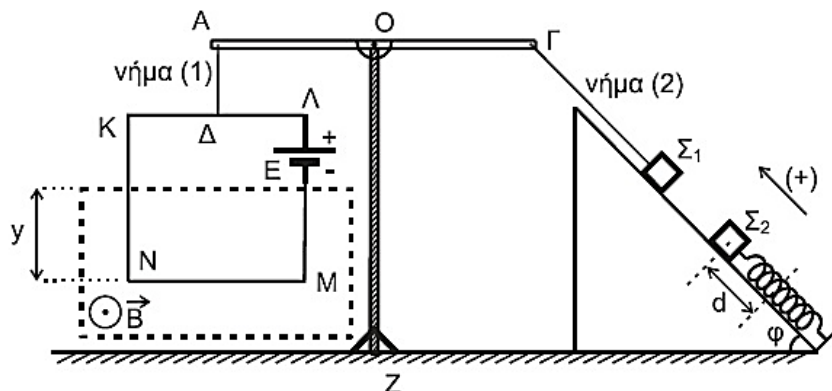
Γ4. Όταν ο αγωγός έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 6

- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \frac{m}{s^2}$.
- Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του παρακάτω σχήματος φαίνεται ένας ζυγός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της έντασης ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου.



Το κατακόρυφο στέλεχος ΟΖ του ζυγού είναι στηριγμένο σε οριζόντιο δάπεδο.

Στην κορυφή του έχει αρθρωθεί οριζόντια ομογενής ράβδος ΑΓ στο μέσον της Ο. Από το άκρο Α της ράβδου ΑΓ αναρτάται με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού κατακόρυφου μονωτικού νήματος (1), το οποίο συνδέεται στο μέσον Δ της πλευράς ΚΛ, ένα τετράγωνο

συρμάτινο και αβαρές πλαίσιο ΚΛΜΝ, πλευράς $\alpha = 0,8\text{m}$ και συνολικής αντίστασης $R = 2\Omega$. Στο πλαίσιο υπάρχει πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) $E = 30\text{V}$, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης και αμελητέου βάρους.

Το πλαίσιο ισορροπεί σε κατακόρυφο επίπεδο και βρίσκεται μερικώς μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Με αβαρές και μη εκτατό νήμα (2) έχουμε συνδέσει το άκρο Γ της ράβδου με σώμα Σ_1 $m_1 = 3\text{Kg}$ το οποίο ισορροπεί σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσεως $\varphi = 37^\circ$. Η διεύθυνση του νήματος είναι παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο.

Στο κεκλιμένο επίπεδο ισορροπεί και σώμα Σ_2 $m_2 = 1\text{Kg}$, δεμένο στο ελεύθερο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$ του οποίου ο άξονας είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Όλα τα σώματα της διάταξης ισορροπούν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα (1) στο άκρο Α της ράβδου.

Μονάδες 4

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 4

Μετακινούμε το σώμα Σ_2 προς την βάση του κεκλιμένου επιπέδου κατά $d = \frac{9\pi}{100}\text{m}$ και συγκρατούμε σε αυτή τη θέση. Κόβουμε το νήμα (2), και την ίδια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί προς τα πάνω το Σ_2 εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, περνώντας για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το σώμα Σ_1 .

Δ3. Να αποδείξετε ότι το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.

Μονάδες 7

Δ4. Αν το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του συσσωματώματος από την θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη χρονική στιγμή της κρούσης και θετική φορά, τη φορά από τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου προς την κορυφή του.

Μονάδες 5

Δ5. Να γράψετε τη σχέση της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση $F_{\text{ελ}} - x$ κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος και να κάνετε την γραφική της παράσταση σε βαθμονομημένους άξονες.

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε ότι:

- η κρούση είναι ακαριαία
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα
- κατά την κρούση δεν έχουμε απώλεια μάζας
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα, το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι $g = 10\text{ m/s}^2$.

$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $T_{ολ} = \mu N$ $K = \frac{1}{2} m v^2$ $\rho = m u$ $v = \frac{ds}{dt}$ $a_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{cm} = \omega R$ $\alpha_{γων} = \frac{d\omega}{dt}$ $a_{cm} = \alpha_{γων} R$ $\tau = F l = F d$ $L = m u r$ $\Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$	l, d : μήκος ή απόσταση m : μάζα ρ : ορμή R ή r : ακτίνα s : τόξο ή διάστημα T : περίοδος V : όγκος u : ταχύτητα W : έργο x, y : θέση Δx : μετατόπιση $\alpha_{γων}$: γωνιακή επιτάχυνση μ : συντελεστής τριβής θ : γωνία ρ : πυκνότητα τ : ροπή ω : γωνιακή ταχύτητα	$V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{l}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta l}{r^2} \eta \mu \theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta l \sin \theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{l}$	$E_{επ} = B v l$ $E_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{αυτ} = -L \frac{di}{dt}$ $L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l} A$ $U = \frac{1}{2} L I^2$ $\frac{E}{B} = c$ $E = E_{max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $B = B_{max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$	I : ηλεκτρικό ρεύμα V : διαφορά δυναμικού l ή d ή ℓ ή a : 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 u : ταχύτητα Φ_B : μαγνητική ροή θ, φ : γωνία μ : μαγνητική διαπερατότητα c : ταχύτητα του φωτός
--	---	---	--	---

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ		ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ	
$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $u = \omega A \sigma \nu \nu(\omega t + \varphi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $F = -b u$ $A = A_0 e^{-\lambda t}$ $u = \lambda f$ $y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$ $y = 2A \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}$	A : πλάτος x : απομάκρυνση u : 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	$u = V \eta \mu \omega t$ $V = N B \omega A$ $i = I \eta \mu(\omega t)$ $i = \frac{v}{R}$ $I_{εV} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{εV} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $p = u i$ $P = \frac{W}{T}$	u : 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
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ			
$\lambda_{max} T = \sigma \alpha \theta$ $c = \lambda f$ $E = hf = pc, \quad p = \frac{h}{\lambda}$ $K = hf - \Phi$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \sigma \nu \nu \varphi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\Sigma \Psi ^2 dV = 1$	T : θερμοκρασία E : ενέργεια p : ορμή c : ταχύτητα φωτός f : συχνότητα x : θέση	λ : μήκος κύματος φ : γωνία t : χρόνος Φ : Έργο εξαγωγής Δ : αβεβαιότητα Ψ : κυματοσυνάρτηση V : όγκος

- Οι τελικές ανισότητες είναι: $\Delta p_x \Delta x \geq h/4\pi, \Delta E \Delta t \geq h/4\pi$

**ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ & ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
Γ' ΤΑΞΗΣ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ 2025-26
(Κρούσεις-Ταλαντώσεις-Κύματα-Στερεό-Μαγνητικό Πεδίο-Ηλεκτρομαγνητισμός)

ΘΕΜΑ Α

- A1. α
A2. β
A3. β
A4. α
A5. α. Σ
β. Λ
γ. Λ
δ. Σ
ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση η (α)

Εφαρμόζοντας τον κανόνα δεξιού χεριού για κάθε αγωγό προκύπτει στο σημείο Κ για τον πρώτο μαγνητικό πεδίο έντασης από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και για τον δεύτερο ένα αντίρροπο με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Επειδή η ένταση του συνολικού πεδίου είναι μηδενική, ισχύει:

$$B_K = B_1 - B_2 = 0 \text{ ή } B_1 = B_2 \text{ ή } \frac{\mu_0 2I_1}{4\pi d_1} = \frac{\mu_0 2I_2}{4\pi d_2} \text{ ή } \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \text{ ή } \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d-d_1}$$

και επειδή

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3} \text{ ή } I_2 = 3I_1$$

τελικά

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{3I_1}{d-d_1} \text{ ή } \frac{1}{d_1} = \frac{3}{d-d_1} \text{ ή } d-d_1 = 3d_1 \text{ ή } d = 4d_1 \text{ ή } d_1 = \frac{d}{4}$$

και συνεπώς

$$d_2 = d - d_1 = d - \frac{d}{4} = \frac{3d}{4}$$

B2. Σωστή απάντηση η (ii)

Το σώμα Σ δεν μεταφέρεται στον γ'γ. Άρα:

$$\Sigma F_{\Sigma} = 0 \text{ ή } N - w_1 = 0 \text{ ή } N = w_{\Sigma} = mg$$

και λόγω δράσης-αντίδρασης το Σ ασκεί στη ράβδο:

$$N' = N = mg \quad (1)$$

Έστω ότι το σώμα βρίσκεται σε οριακή θέση αριστερά του Ζ που απέχει x από το μέσο της ράβδου και όπου η ράβδος τείνει να εκτραπεί, δηλαδή να περιστραφεί ως προς το Ζ. Λόγω οριακής ισορροπίας η δύναμη από το στήριγμα στο Λ θεωρείται μηδενική γιατί τείνει να χαθεί η επαφή ράβδου-στηρίγματος. Άρα:

$$\Sigma \tau_{(Z)} = 0 \text{ ή } -\tau_w + \tau_{N'} = 0 \text{ ή } \tau_{N'} = \tau_w \text{ ή } N' \left(x - \frac{l}{4} \right) = w \frac{l}{4}$$

και λόγω της σχέσης (1),

$$mg \left(x - \frac{l}{4} \right) = w \frac{l}{4} \text{ ή } mgx - mg \frac{l}{4} = Mg \frac{l}{4} \text{ ή } mgx - mg \frac{l}{4} = \frac{m}{2} g \frac{l}{4} \text{ ή}$$

$$mgx = mg \frac{l}{4} + mg \frac{l}{8} \text{ ή } mgx = 3mg \frac{l}{8} \text{ ή } x = \frac{3l}{8}$$

B3. Σωστή απάντηση η (ii)

Τη στιγμή t_1 το κύμα έχει φτάσει στη θέση:

$$x_1 = vt_1 = v \frac{9T}{4}$$

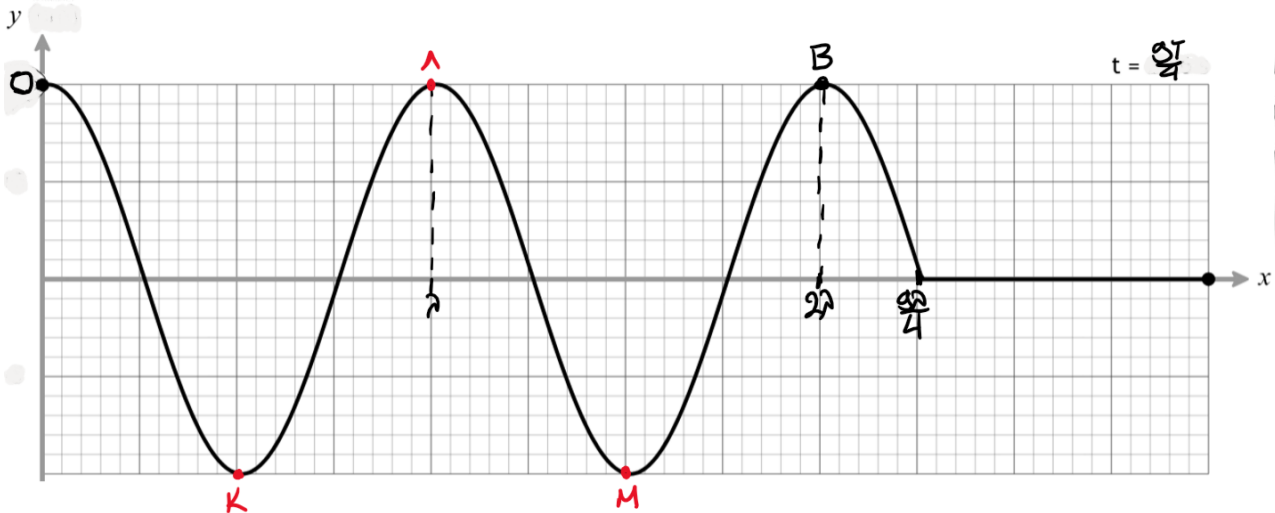
και λόγω της Θ.Ε.Κ.

$$x_1 = \lambda f \frac{9T}{4} = \frac{\lambda}{T} \frac{9T}{4} = \frac{9\lambda}{4}$$

Εφόσον η πηγή ξεκινά να ταλαντώνεται από τη Θ.Ι. της με θετική ταχύτητα της $t_0=0$, δηλαδή το κύμα δεν έχει αρχική φάση, το Β ξεκινά επίσης σε κάποια στιγμή t να ταλαντώνεται από τη Θ.Ι. της με θετική ταχύτητα. Επειδή ο χρόνος μετάβασης από τη Θ.Ι. στην $+A$ για πρώτη φορά είναι $T/4$, το Β προφανώς ταλαντώνεται για:

$$\Delta t = t_1 - \frac{T}{4} = \frac{9T}{4} - \frac{T}{4} = \frac{8T}{4} = 2T$$

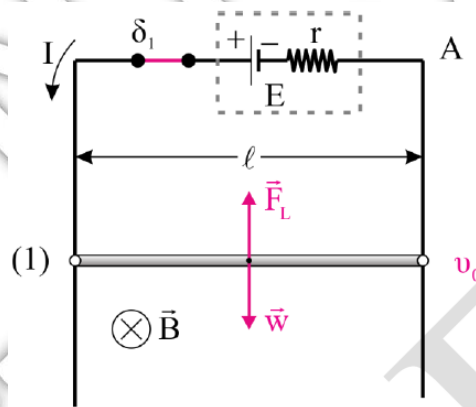
Έτσι, το στιγμιότυπο του κύματος τη στιγμή t_1 είναι το ακόλουθο:



από το οποίο φαίνεται ότι υπάρχουν 3 ακίνητα σημεία, δηλαδή σημεία που τη συγκεκριμένη στιγμή είναι σε Α.Θ., τα Κ, Λ και Μ.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



Για να ισορροπεί ακίνητη η ράβδος πρέπει από 1ο Νόμο Νεύτωνα να ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F_L - w = 0 \text{ ή } F_L = w \text{ ή } BIl = mg \text{ ή } B = \frac{mg}{Il} \quad (1)$$

Σύμφωνα με τον κανόνα των 3 δακτύλων του δεξιού χεριού η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Από το Νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{R_{ΚΛ} + r} = \frac{9}{3} = 3 \text{ A}$$

Επομένως από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$B = \frac{mg}{Il} = \frac{3}{3} = 1 \text{ T}$$

Γ2. Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής βρίσκουμε την αντίστασή της:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \text{ ή } R_\Sigma = \frac{V_K^2}{P_K} = \frac{36}{6} = 6 \, \Omega$$

Η συσκευή με τον αντιστάτη είναι συνδεδεμένη παράλληλα. Επομένως η ισοδύναμη τους αντίσταση είναι:

$$R_{1,\Sigma} = \frac{R_1 R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} \text{ ή } R_{1,\Sigma} = \frac{18}{9} = 2 \, \Omega$$

και αφού τώρα ο αγωγός ΚΛ παίζει το ρόλο της πηγής με ΗΕΔ από επαγωγή $E_{\text{επ}} = Bvl$ και εσωτερική αντίσταση $R_{\text{ΚΛ}}$, η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος θα είναι:

$$R_{o\lambda} = R_{1,\Sigma} + R_{\text{ΚΛ}} = 2 + 2 = 4 \, \Omega$$

Από το 2ο Νόμο του Νεύτωνα προκύπτει:

$$\Sigma F = ma \text{ ή } w - F_L = ma \text{ ή } mg - BIl = ma \text{ ή } mg - B \frac{E_{\text{επ}}}{R_{o\lambda}} l = ma \text{ ή } mg - B \frac{Bvl}{R_{o\lambda}} l = ma \text{ ή } mg - \frac{B^2 v l^2}{R_{o\lambda}} = ma \text{ ή } \alpha = g - \frac{B^2 v l^2}{m R_{o\lambda}} = 10 - \frac{v}{1,2} \text{ (S.I.)}$$

Επομένως, η κίνηση είναι ευθύγραμμη επιταχυνόμενη με το μέτρο της επιτάχυνσης να μειώνεται. Η ράβδος θα αποκτήσει την οριακή ταχύτητα όταν $\Sigma F = 0$ δηλαδή όταν $\alpha = 0$. Άρα, από την τελευταία σχέση προκύπτει:

$$10 - \frac{v_{o\rho}}{1,2} = 0 \text{ ή } \frac{v_{o\rho}}{1,2} = 10 \text{ ή } v_{o\rho} = 12 \text{ m/s}$$

Γ3. Η σχέση που αποδείξαμε για την επιτάχυνση δίνει για $v=6 \text{ m/s}$:

$$a = 10 - \frac{v}{1,2} = 10 - 5 = 5 \text{ m/s}^2$$

Άρα, για το ρυθμό μεταβολής της ορμής ισχύει:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F = ma = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ kgm/s}^2$$

Γ4. Από το νόμο του Ohm έχουμε:

$$I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{o\lambda}} = \frac{Bvl}{R_{o\lambda}}$$

όπου για $v=v_{op}=12 \text{ m/s}$, προκύπτει:

$$I = \frac{12}{4} = 3 \text{ A}$$

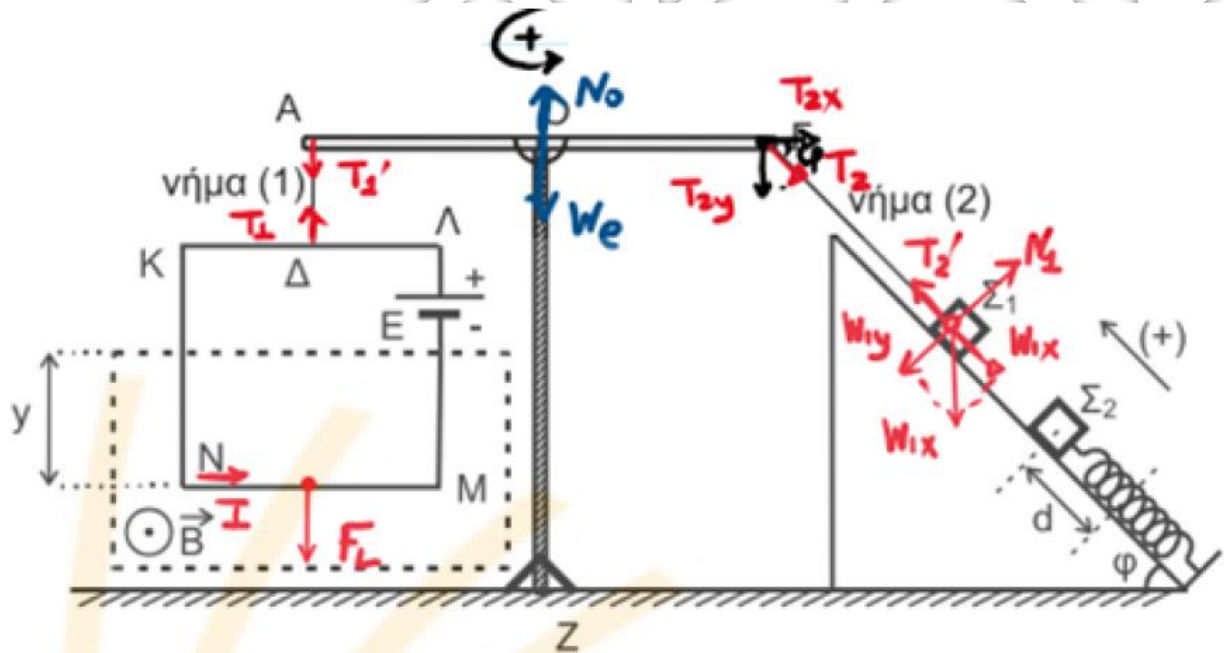
Άρα, η (πολική) τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ, είναι:

$$V_{\Pi} = E_{επ} - IR_{K\Lambda} = Bvl - IR_{K\Lambda} = 12 - 3 \cdot 2 = 12 - 6 = 6 \text{ V}$$

Και λόγω συνδεσμολογίας η συσκευή έχει την ίδια τάση. Αφού λοιπόν, η συσκευή έχει στα άκρα της την τάση κανονικής λειτουργίας της, λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Στο παραπάνω σχήμα και λόγω αβαρών και μη εκτατών νημάτων τα ζεύγη των δυνάμεων T_1, T_1' και T_2, T_2' αποτελούν ζεύγη εσωτερικών δυνάμεων που στο σύστημα εξουδετερώνονται και συνεπώς είναι ίσου μέτρου. Για την ισορροπία του Σ_1 , ισχύει:

$$\Sigma F_{1x} = 0 \text{ ή } T_2 = m_1 g \eta \mu \varphi = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ N}$$

Για την ισορροπία της ράβδου, ισχύει:

$$\Sigma \tau_{(o)} = 0 \text{ ή } T_1 \frac{L}{2} = T_2 \eta \mu \varphi \frac{L}{2} \text{ ή } T_1 = T_2 \eta \mu \varphi \text{ ή } T_1 = 18 \cdot 0,6 = 10,8 \text{ N}$$

Δ2. Για την ισορροπία του πλαισίου, ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F_L - T_1 = 0 \text{ ή } F_L = T_1 \text{ ή } B l \alpha = T_1$$

και λόγω του νόμου του Ohm:

$$B \frac{E}{R_{ολ}} \alpha = T_1 \text{ ή } B \frac{E}{R} \alpha = T_1 \text{ ή } B = \frac{T_1 R}{a E} = \frac{10,8 \cdot 2}{0,8 \cdot 30} = \frac{21,6}{24} = 0,9 \text{ T}$$

Δ3. Αφού το Σ_2 ξεκινά με μηδενική ταχύτητα, ξεκινά από Α.Θ. δηλαδή ισχύει:

$$A = d = \frac{9\pi}{100} \text{ m}$$

Λόγω κρούσης στη Θ.Ι. το Σ_2 έχει πριν την κρούση τη μέγιστή του ταχύτητα, δηλαδή ισχύει:

$$v_2 = v_{2(\max)} = \omega_2 A = \frac{2\pi}{T_2} A = \sqrt{\frac{k}{m_2}} A = 10 \cdot \frac{9\pi}{100} = 0,9\pi \text{ m/s}$$

Για να μεταβεί το Σ_2 από την Α.Θ. στη Θ.Ι. απαιτείται χρόνος:

$$\Delta t = \frac{T_2}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_2}{k}} = \frac{\pi}{20} \text{ s}$$

Στον ίδιο χρόνο το Σ_1 , εκτελεί Ε.Ο.Επιτ.Κ. Από το Θ.Ν.Μ., προκύπτει:

$$\Sigma F = m_1 a \text{ ή } m_1 g \mu \varphi = m_1 a \text{ ή } g \mu \varphi = a \text{ ή } a = 6 \text{ m/s}^2$$

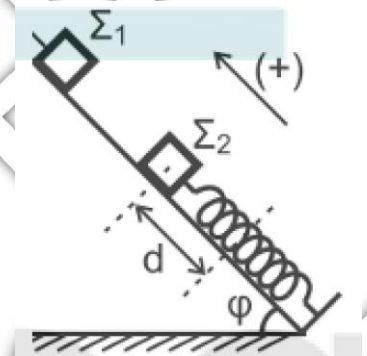
Άρα, η ταχύτητα του Σ_1 λίγο πριν την κρούση του με το Σ_2 , έχει μέτρο:

$$v_1 = a \Delta t = 6 \frac{\pi}{20} = 0,3\pi \text{ m/s}$$

Λόγω Α.Δ.Ο., ισχύει:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_\Sigma \text{ ή } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_{\sigma\sigma\sigma} \text{ ή } 3(-0,3\pi) + 1 \cdot 0,9\pi = 4 \cdot v_{\sigma\sigma\sigma} \text{ ή } v_{\sigma\sigma\sigma} = 0$$

Που σημαίνει ότι αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα παραμένει στιγμιαία ακίνητο στη θέση κρούσης.



Δ4. Στη Θ.Ι, του Σ₂, ισχύει:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \text{ ή } w_{2(x)} = F_{ελ} \text{ ή } m_2 g \eta \mu \varphi = k \Delta l \text{ ή } \Delta l \\ &= \frac{m_2 g \eta \mu \varphi}{k} = 0,06 \text{ m}\end{aligned}$$

Στη Θ.Ι, του συσσωματώματος, ισχύει:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \text{ ή } w_{ολ(x)} = F'_{ελ} \text{ ή } (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi \\ &= k \Delta l' \text{ ή } \Delta l' = \frac{(m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi}{k} \\ &= 0,24 \text{ m}\end{aligned}$$

Άρα, το πλάτος ισούται με:

$$A = \Delta l' - \Delta l = 0,24 - 0,06 = 0,18 \text{ m}$$

$$\text{Επίσης: } \omega_{\sigma\sigma\sigma} = \frac{2\pi}{T_{\sigma\sigma\sigma}} = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = 5 \text{ rad/s}$$

Για $t_0=0$ το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση $x=+A$. Άρα:

$$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi_0) \text{ ή } A = A \eta \mu(\omega \cdot 0 + \varphi_0) \text{ ή } A = A \eta \mu(\varphi_0) \text{ ή } \eta \mu(\varphi_0) = 1 \text{ ή } \eta \mu(\varphi_0) = \eta \mu\left(\frac{\pi}{2}\right) \text{ ή}$$

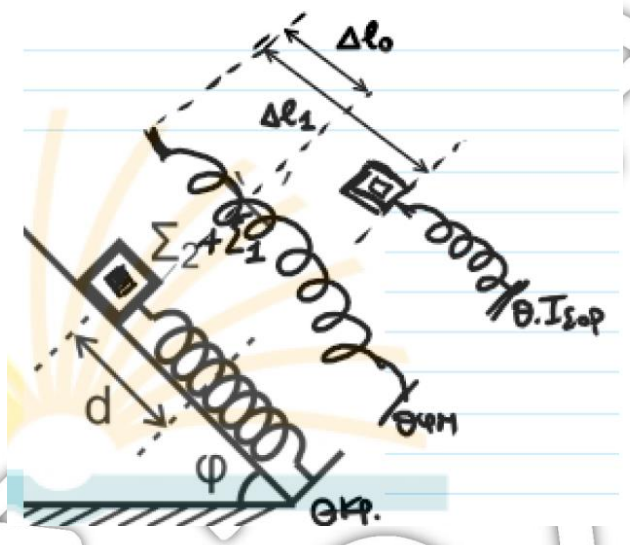
$$\varphi_0 = \begin{cases} 2k\pi + \frac{\pi}{2} \\ 2k\pi + \pi - \frac{\pi}{2} \end{cases} \text{ ή για } k=0, \text{ τελικά } \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

Συνεπώς, η εξίσωση της απομάκρυνσης του συσσωματώματος είναι:

$$x = 0,18 \eta \mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}$$

Δ5. Για την α.α.τ. του συσσωματώματος, ισχύει:

$$\Sigma F = -kx \text{ ή } F''_{ελ} - w_{ολ(x)} = -kx \text{ ή } F''_{ελ} = w_{ολ(x)} + (-kx) \text{ ή } F''_{ελ} = w_{ολ(x)} - kx \text{ ή}$$



$$F''_{ελ} = (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi - kx \text{ ή } F''_{ελ} = 24 - 100x \text{ ή } F''_{ελ} = -100x + 24 \text{ (S.I.)}$$

δηλαδή, της μορφής $y = -ax + \beta$.

Για $x=0$ προκύπτει: $F''_{ελ} = 24 \text{ N}$

Για $x=+A=0,18 \text{ m}$ προκύπτει: $F''_{ελ} = 6 \text{ N}$

Για $x=-A=-0,18 \text{ m}$ προκύπτει: $F''_{ελ} = 42 \text{ N}$

