ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2018

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 3 ΩΡΕΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 18 ΜΑΪΟΥ 2018

Οδηγός Διόρθωσης εξεταστικού δοκιμίου Φυσικής Παγκυπρίων εξετάσεων

Γενικές οδηγίες.

- Οι διορθωτές ακολουθούν τον οδηγό διόρθωσης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.
- Για κάθε σημείο που απαντά ο μαθητής βαθμολογείται με 1 μονάδα όπως φαίνεται στον οδηγό διόρθωσης. Δε δίνεται ½ ή ¼ της μονάδας.
- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα γι αυτό που έχει δείξει ότι ξέρει και δεν τιμωρείται για ότι έχει παραλείψει. Από την άλλη η διόρθωση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.

Οδηγίες για τη διόρθωση.

- Το αριθμητικό λάθος που τιμωρείται σε ένα μέρος ενός υποερωτήματος δεν επηρεάζει τη βαθμολογία στο υπόλοιπο υποερώτημα ή σε επόμενο υποερώτημα. Δυνατόν όμως να τιμωρείται η απάντηση σε επόμενο υποερώτημα, αν αυτή επηρεάζεται από το αρχικό λάθος. Αυτό θα καθορίζεται στον οδηγό διόρθωσης της συγκεκριμένης ερώτησης.
- Απουσία μονάδας μέτρησης σημαίνει ότι χάνεται η μονάδα στην τελική απάντηση, εκτός αν δηλώνεται διαφορετικά. Δεν τιμωρείται δύο φορές για παράληψη μονάδας μέτρησης μέσα στην ίδια ερώτηση.
- Λάθος συμβολισμός στη μονάδα μέτρησης όπως j αντί J δεν τιμωρείται.
- Λάθος χρήση των σημαντικών ψηφίων θα τιμωρείται μόνο όταν καθορίζεται από τον οδηγό διόρθωσης.
- Η χρήση του τιμής $g = 10\ m/s^2$ αντί της τιμής που καθορίζεται στο τυπολόγιο, θα οδηγήσει σε λάθος αποτέλεσμα. Αν το αποτέλεσμα παίρνει 1 μονάδα τότε ο μαθητής τη χάνει.
- Σε μερικές περιπτώσεις, εκεί όπου καθορίζεται στον οδηγό, θα υπάρχουν συνέπειες στη βαθμολόγηση για την ευκρίνεια στη διατύπωση και στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων και σχημάτων.

Οι πιο κάτω απαντήσεις είναι ενδεικτικές και δίνουν μόνο οδηγίες με βάση τις οποίες θα βαθμολογηθεί το γραπτό του μαθητή και η καθεμία δεν αποτελεί μοντέλο απάντησης. Πιθανόν, ορθές απαντήσεις των μαθητών να μην ταυτίζονται με αυτές του οδηγού.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2018

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Παρασκευή 18 Μαΐου 2018

8:00 - 11:00

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΙΚΟΣΙ (20) ΣΕΛΙΔΕΣ

ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΔΥΟ (2) ΣΕΛΙΔΩΝ

Πληροφορίες

- Το δοκίμιο αποτελείται από δύο μέρη, το Μέρος Α΄ και το Μέρος Β΄.
- Το Μέρος Α΄ περιλαμβάνει 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η κάθε μια. Το Μέρος Β΄ περιλαμβάνει 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η κάθε μια.
- Οι συνολικές μονάδες του δοκιμίου είναι 100.
- Ο αριθμός των μονάδων για κάθε ερώτηση ή υποερώτημα φαίνεται στο τέλος της ερώτησης ή του υποερωτήματος σε παρένθεση.
- Το δοκίμιο συνοδεύεται από τυπολόγιο 2 σελίδων.
- Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.

Οδηγίες

- Να απαντήσετε **σε όλες** τις ερωτήσεις.
- Να απαντήσετε τις ερωτήσεις στο τετράδιο απαντήσεων.
- Να διαβάζετε την κάθε ερώτηση προσεχτικά και να σημειώνετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη σωστή αρίθμησή της.
- Οι απαντήσεις πρέπει να είναι γραμμένες με πένα χρώματος μπλε.
- Οι γραφικές παραστάσεις να σχεδιάζονται στο χιλιοστομετρικό χαρτί που υπάρχει στο τέλος του τετραδίου απαντήσεων. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνονται με μολύβι.
- Να φαίνονται όλα τα στάδια της εργασίας σας σε κάθε ερώτηση. Μπορεί να πιστωθείτε μονάδες έστω και αν η τελική σας απάντηση δεν είναι σωστή.
- Μπορεί να χάσετε μονάδες αν δεν χρησιμοποιείτε τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης στις απαντήσεις σας.

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η καθεμιά.

1. (α) Το τιμόνι ενός αυτοκινήτου περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του, υπό την επίδραση ενός ζεύγους δυνάμεων. Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι το τιμόνι μπορεί να ακινητοποιηθεί με τη δράση μόνο μιας επιπρόσθετης εξωτερικής δύναμης.

i. Να γράψετε αν είναι σωστός ή λανθασμένος ο ισχυρισμός του μαθητή.

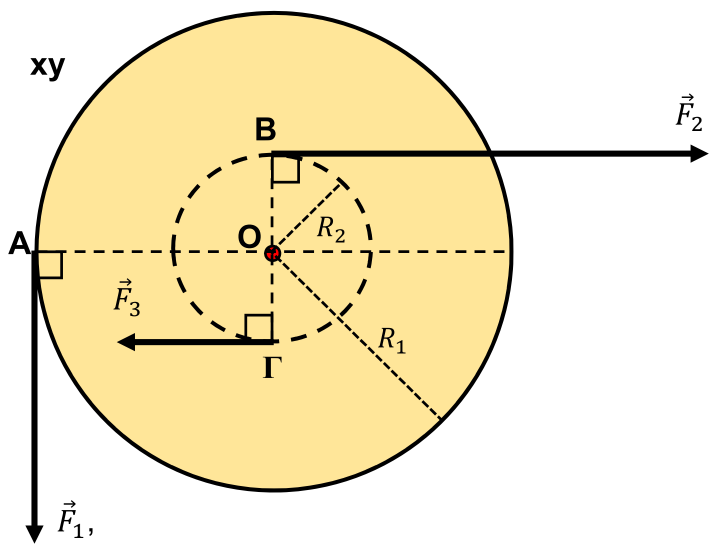
(Μονάδα 1)

ii. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδα 1)

i. Λανθασμένος. **[1 μον.]** **ii.** Αρχικά το κέντρο μάζας (ΚΜ) του τιμονιού ηρεμεί. Η δράση μιας επιπρόσθετης εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_1$ δίνει μη μηδενική συνισταμένη: $\sum \vec{F} = \vec{F} - \vec{F} + \vec{F}_1 \neq \vec{0}$. Άρα το ΚΜ του τιμονιού επιταχύνεται. **[1 μον.]** ή Η δράση ενός ζεύγους δυνάμεων μπορεί να εξουδετερωθεί από τη δράση ενός ζεύγους αντίθετης ροπής.**[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει σε κάτοψη έναν δίσκο, ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή πάνω στο επίπεδο xy γύρω από ακλόνητο άξονα Oz, που διέρχεται από το κέντρο του Ο. Ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στο επίπεδο **xy** της σελίδας.



Στα σημεία Α, Β και Γ του δίσκου δρουν οι εξωτερικές δυνάμεις $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ και $\vec{F}_3$ αντίστοιχα. Οι φορείς των δυνάμεων ανήκουν στο επίπεδο xy.

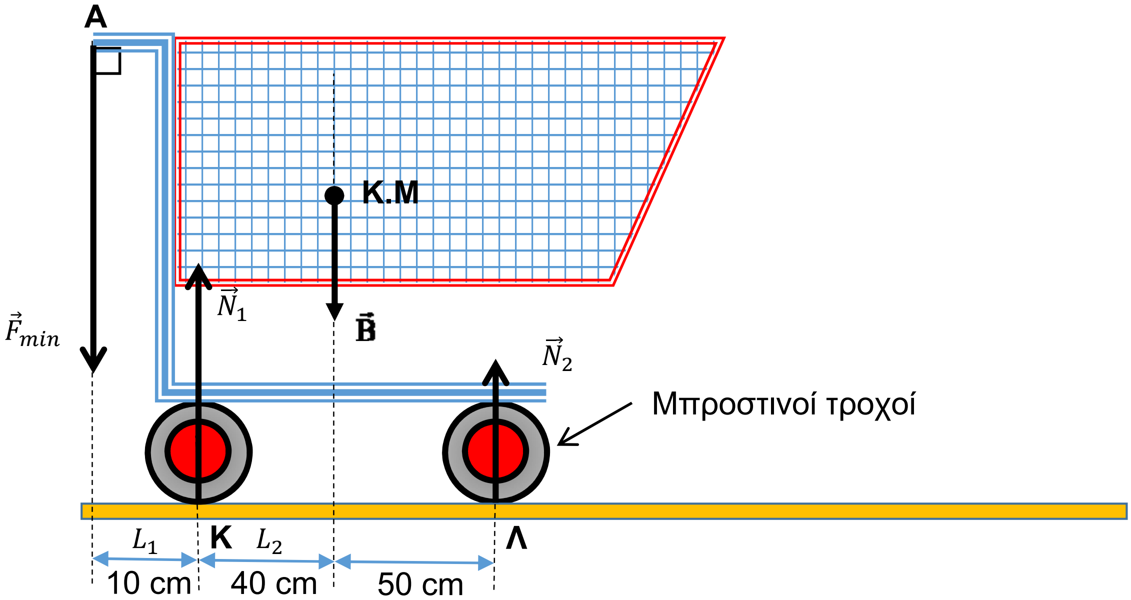
Τα μέτρα των δυνάμεων $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$ είναι: $|\vec{F}_1| = 20\ \mathrm{N}$, $|\vec{F}_2| = 30\ \mathrm{N}$. Οι δυνάμεις δεν έχουν σχεδιαστεί υπό κλίμακα. Ο λόγος των ακτίνων είναι $\frac{R_1}{R_2} = 2{,}5$.

Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_3$, ώστε ο δίσκος να ισορροπεί.

(Μονάδες 3)

Εφόσον ο δίσκος ισορροπεί, $\Sigma\overrightarrow{M}_{\varepsilon\xi\omega\tau,z}=\vec{0}$ **[1 μον.]** $\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau,z}=M_{1z}+M_{2z}+M_{3z}=\lvert\vec{F}_1\rvert R_1-\lvert\vec{F}_2\rvert R_2-\lvert\vec{F}_3\rvert R_2=0\Rightarrow$ $\lvert\vec{F}_3\rvert=\lvert\vec{F}_1\rvert\times\frac{R_1}{R_2}-\lvert\vec{F}_2\rvert\Rightarrow$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{F}_3\rvert=(20\mathrm{N})\times2,5-(30\mathrm{N})=20\mathrm{N}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

2. Το παρακάτω σχήμα δείχνει ένα καροτσάκι μιας υπεραγοράς. Το σχήμα δεν έχει σχεδιαστεί υπό κλίμακα. Το βάρος του καροτσιού είναι 160 N.



(α) Να διατυπώσετε τις αναγκαίες συνθήκες στατικής ισορροπίας ενός στερεού σώματος.

(Μονάδες 2)

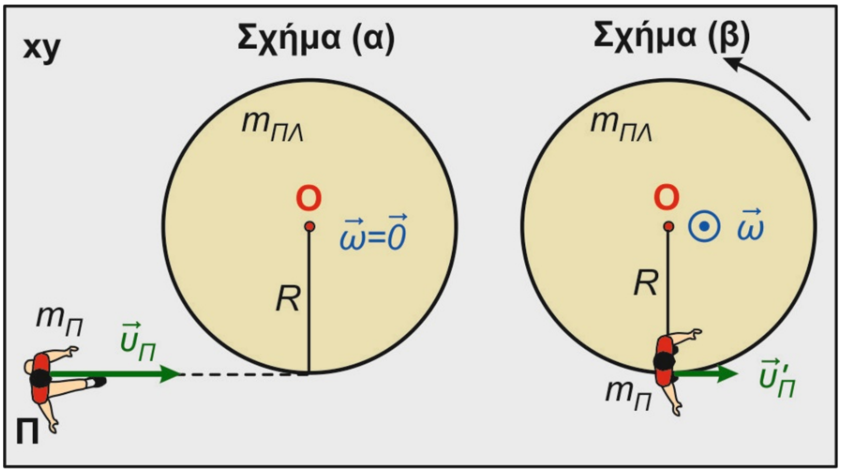
Ορθή διατύπωση των δύο συνθηκών.	**2 μον.**

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ελάχιστης δύναμης που πρέπει να εφαρμοστεί κατακόρυφα στο σημείο Α για την ανύψωση των <u>μπροστινών τροχών</u> του καροτσιού από το έδαφος.

(Μονάδες 3)

Όταν ανυψωθούν οι μπροστινοί τροχοί $\vec{N}_2 = \vec{0}$. Η ζητούμενη ελάχιστη δύναμη είναι κατακόρυφη. Εφαρμόζουμε τη δεύτερη συνθήκη ισορροπίας ως προς το σημείο Κ, σημείο εφαρμογής της δύναμης $\vec{N}_1$. $\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau,z} = 0 \Rightarrow M_{\vec{F}_{\min}} + M_{\vec{B}} + M_{\vec{N}_1} = 0$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \left\|\vec{F}_{\min}\right\| \times L_1 - \|\vec{B}\| \times L_2 + 0 = 0 \Rightarrow \left\|\vec{F}_{\min}\right\| = \|\vec{B}\| \times \frac{L_2}{L_1} =$ **[1 μον.]** $= (160\text{N}) \times \frac{40\text{cm}}{10\text{cm}} = 640\text{N}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

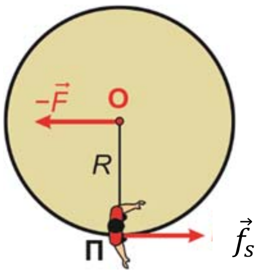
3. Το σχήμα (α) δείχνει σε κάτοψη μία οριζόντια πλατφόρμα μάζας $m_{\Pi\Lambda}$ και ακτίνας R. Η πλατφόρμα μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή γύρω από έναν ακλόνητο κατακόρυφο άξονα Oz, που διέρχεται από το κέντρο της Ο και είναι κάθετος στο επίπεδο **xy** της σελίδας.



Αρχικά η πλατφόρμα είναι ακίνητη. Ένα παιδί Π μάζας m_π, που κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $|\vec{\upsilon}_\Pi|$, πηδάει στην πλατφόρμα και ακινητοποιείται σε σχέση με αυτήν. Αμέσως μετά, το παιδί και η πλατφόρμα αρχίζουν να περιστρέφονται με κοινή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ (Σχήμα (β)).

(α) Να εξηγήσετε γιατί η στροφορμή της πλατφόρμας κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα Oz δεν διατηρείται.

(Μονάδες 2)

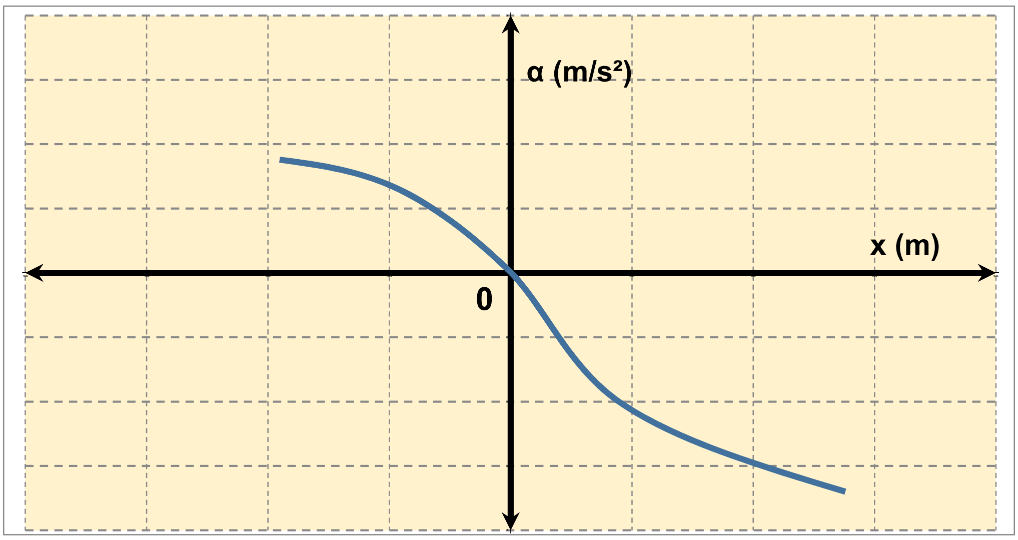
 Από τη στιγμή που το παιδί πηδάει στην πλατφόρμα και για ένα μικρό χρονικό διάστημα, το παιδί ασκεί στην πλατφόρμα οριζόντια εφαπτομενική δύναμη τριβής $\vec{f}_s$. **[1 μον.]** Η δύναμη αυτή έχει μη μηδενική ροπή κατά μήκος του άξονα περιστροφής. **[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Να γράψετε πώς μεταβάλλεται η στροφορμή (μέτρο και κατεύθυνση) του παιδιού κατά μήκος του άξονα Oz. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 3)

Το παιδί έχει αρχική στροφορμή με μέτρο $m_{\Pi} R \lvert \vec{\upsilon}_{\Pi} \rvert$, διεύθυνση στον άξονα Oz και φορά προς το εξωτερικό της σελίδας. Όταν το παιδί ανεβαίνει στην πλατφόρμα, η κατεύθυνση της στροφορμής του διατηρείται, αλλά το μέτρο της στροφορμής του μειώνεται. **[1 μον. + 1 μον.]** Επειδή η συνολική στροφορμή του συστήματος παιδιού – πλατφόρμας διατηρείται, η πλατφόρμα αποκτά στροφορμή ίση με την αρνητική μεταβολή της στροφορμής του παιδιού. **[1 μον.]**	**3 μον.**

4. (α) Η πιο κάτω γραφική παράσταση δείχνει την επιτάχυνση ενός σώματος, που εκτελεί οριζόντια παλινδρομική κίνηση, σαν συνάρτηση της μετατόπισής του από τη θέση ισορροπίας $x = 0$.

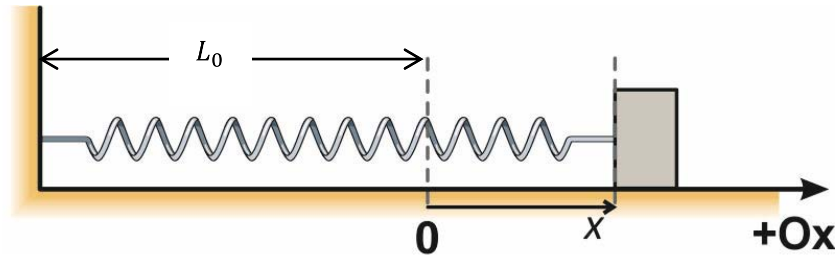


Να γράψετε δύο λόγους για τους οποίους η κίνηση του σώματος δεν μπορεί να είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

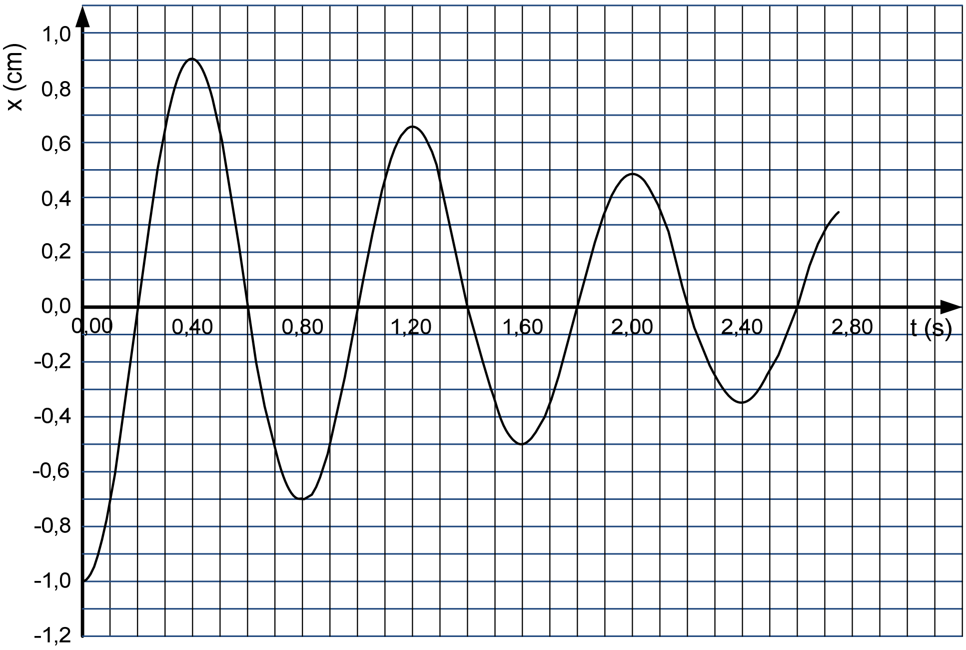
(Μονάδες 2)

Ενδεικτικές απαντήσεις (**[1 μον.]** για κάθε απάντηση: Η επιτάχυνση δεν είναι ανάλογη της μετατόπισης ή το γράφημα είναι κυρτό. Οι ακραίες μετατοπίσεις έχουν διαφορετικό μέτρο. ή Οι ακραίες επιταχύνσεις έχουν διαφορετικό μέτρο.	**2 μον.**

(β) Σώμα που είναι στερεωμένο σε οριζόντιο ελατήριο αμελητέας μάζας και φυσικού μήκους L_0, εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση σε τραχιά οριζόντια επιφάνεια.



Η θέση x του σώματος, σε σχέση με τον χρόνο t φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



Αν το σώμα έχει μάζα $120\,\mathrm{g}$, να υπολογίσετε την ελάττωση της μηχανικής ενέργειας του συστήματος σώματος–ελατηρίου κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων πλήρων ταλαντώσεών του.

(Μονάδες 3)

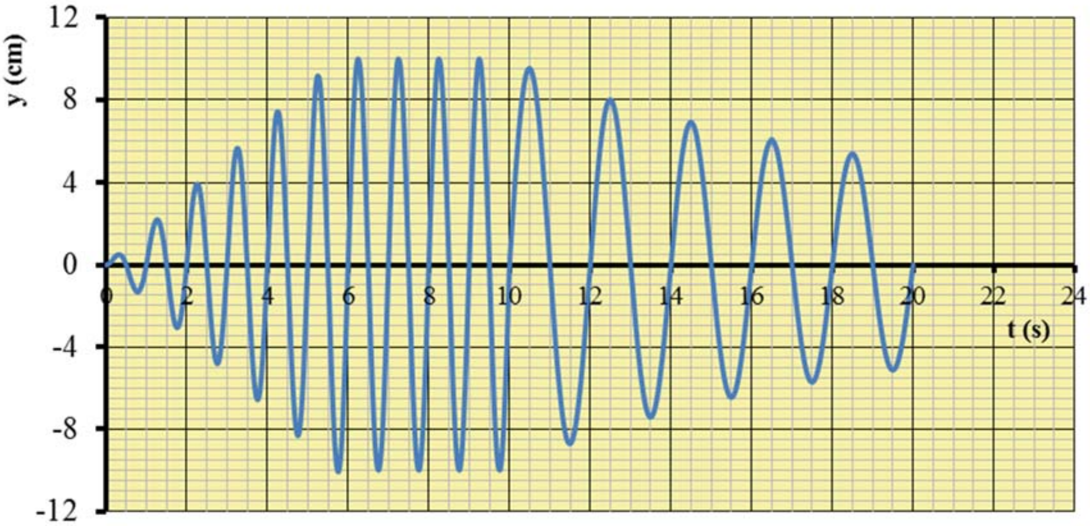
Από τη γραφική παράσταση προκύπτει ότι $T = 0,80\mathrm{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 7,85\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}} \approx 7,9\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$ **[1 μον.]** $\Delta \mathrm{E}_{\mathrm{MHX}} = \frac{1}{2}m\omega^2\left(x_0^{\prime 2} - x_0^2\right)$ **[1 μον.]** $\Delta \mathrm{E}_{\mathrm{MHX}} = \frac{1}{2}(120\times10^{-3}\mathrm{kg})\times\left(7,85\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right)^2\times\left\{\left(0,50\times10^{-2}\mathrm{m}\right)^2 - \left(1,0\times10^{-2}\mathrm{m}\right)^2\right\}$ $= -2,8\times10^{-4}\,\mathrm{J}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

5. (α) Να γράψετε δύο χαρακτηριστικά των εξαναγκασμένων ταλαντώσεων.

(Μονάδες 2)

Το σώμα ταλαντώνεται με τη συχνότητα f της εξωτερικής δύναμης, και όχι με την χαρακτηριστική του συχνότητα f_0. **[1 μον.]** Το πλάτος της ταλάντωσης μεγαλώνει καθώς η συχνότητα f της εξωτερικής δύναμης πλησιάζει τη χαρακτηριστική συχνότητα f_0 του ΑΑΤ. **[1 μον.]** ή Υπάρχει ενεργειακή αλληλεπίδραση με τον διεγέρτη.	**2 μον.**

(β) Στο πιο κάτω διάγραμμα απεικονίζεται η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου ενός σώματος που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Ο διεγέρτης αρχίζει να λειτουργεί τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με σταθερή συχνότητα και αποσυνδέεται τη χρονική στιγμή $t_1 = 10\ \mathrm{s}$.



Χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση να υπολογίσετε:

i. τη συχνότητα του διεγέρτη

(Μονάδα 1)

ii. την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.

(Μονάδα 1)

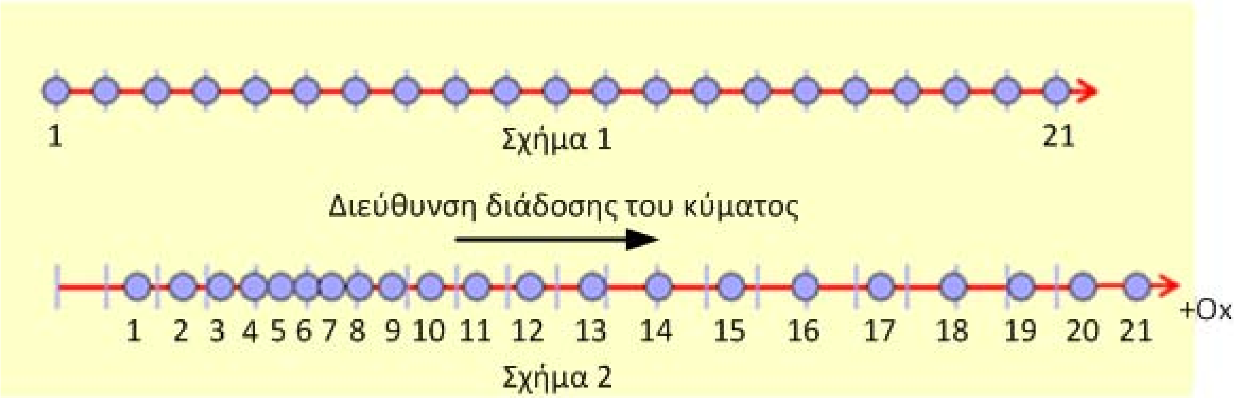
$T_{διεγ} = 1\mathrm{s} \Rightarrow f_{διεγ} = 1\mathrm{Hz}$ **[1 μον.]** $T_0 = 2\mathrm{s} \Rightarrow f_0 = 0,5\mathrm{Hz}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

(γ) Να εξηγήσετε αν ο ταλαντωτής βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού κατά τη διάρκεια της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.

(Μονάδα 1)

$f_{διεγ} \neq f_0$ άρα ο ταλαντωτής δεν βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού.	**1 μον.**

6. Το επόμενο διάγραμμα δείχνει τα σωματίδια ενός μέσου πριν τη διέλευση από αυτό (Σχήμα 1) και κατά τη διέλευση από αυτό (Σχήμα 2), ενός <u>τρέχοντος</u> ηχητικού κύματος.



Για το στιγμιότυπο του Σχήματος 2:

(α) i. να γράψετε προς ποια κατεύθυνση κινούνται τα σωματίδια 5, 6 και 7 του μέσου

(Μονάδα 1)

ii. να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδα 1)

i. Προς την κατεύθυνση +Οx.	**1 μον.**
ii. Τα σωματίδια 5, 6 και 7 είναι σημεία πυκνώματος και άρα απομακρύνονται από την πηγή.	**1 μον.**

(β) i. να γράψετε προς ποια κατεύθυνση κινούνται τα σωματίδια 15, 16 και 17 του μέσου

(Μονάδα 1)

ii. να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδα 1)

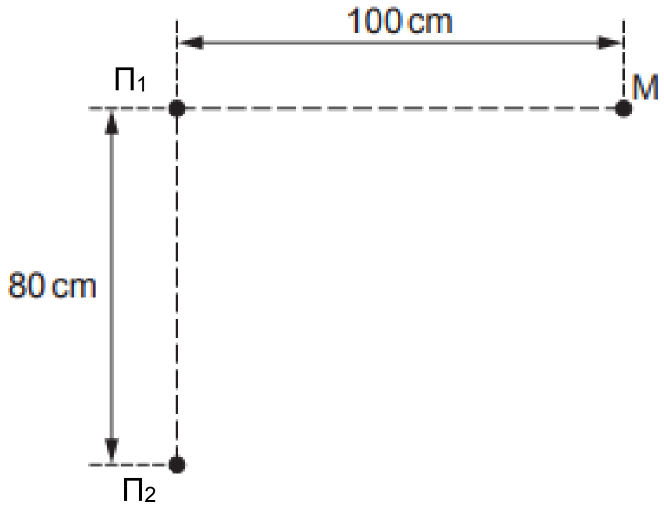
i. Προς την κατεύθυνση – Οx. (προς την πηγή) **(1 μον.)**	**(1 μον.)**
ii. Τα σωματίδια 15, 16 και 17 είναι σημεία αραιώματος. **(1 μον.)**	**(1 μον.)**

(γ) Να γράψετε για ποιο σωματίδιο του μέσου η αλγεβρική τιμή της ωκύτητας είναι ελάχιστη.

(Μονάδα 1)

Το σωματίδιο 16 (κέντρο αραιώματος) (αυτό διαπιστώνεται από τη σύγκριση των θέσεων των σωματιδίων στα Σχήματα 1 και 2).	**(1 μον.)**

7. Δύο ηχητικές πηγές Π$_1$ και Π$_2$ βρίσκονται στον αέρα σε απόσταση $80\ \mathrm{cm}$ μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Η συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών μπορεί να μεταβάλλεται. Οι δύο πηγές ταλαντώνονται πάντα σε φάση και έχουν τα ίδια πλάτη ταλάντωσης. Ένα μικρόφωνο Μ βρίσκεται σε απόσταση $100\ \mathrm{cm}$ από την Π$_1$, κατά μήκος της κάθετης στην Π$_1$ Π$_2$, και παραμένει ακίνητο.

Καθώς η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων των δύο πηγών Π$_1$ και Π$_2$ αυξάνεται σταδιακά, το μικρόφωνο Μ ανιχνεύει μέγιστα και ελάχιστα της έντασης του ήχου.

(α) Να γράψετε πότε το μικρόφωνο ανιχνεύει ελάχιστα της έντασης του ήχου.

(Μονάδα 1)

Αν η συχνότητα έχει τέτοια τιμή ώστε η διαφορά δρόμου Δd του μικροφώνου από τις δύο πηγές να είναι περιττό πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος τότε συμβαίνει καταστροφική συμβολή και ανιχνεύεται ελάχιστο. $\left[d_2 - d_1 = (2\nu+1)\frac{\lambda}{2}\right],\ \nu = 0,1,2,..$ ή Αν η συχνότητα έχει τέτοια τιμή ώστε τα δύο κύματα να φθάνουν στο σημείο που βρίσκεται το μικρόφωνο με διαφορά φάσης ίση με περιττό πολλαπλάσιο του π. $\left[\Delta\varphi = (2\nu+1)\pi\right],\ \nu = 0,1,2,..$	**1 μον.**

(β) Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι $340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των ελαχίστων, που θα ανιχνευθούν από το μικρόφωνο Μ, καθώς η συχνότητα του ήχου των πηγών αυξάνεται σταδιακά από $1{,}0\ \mathrm{kHz}$ σε $4{,}0\ \mathrm{kHz}$.

(Μονάδες 4)

$x_1 = 100\,\mathrm{cm}$, $\Delta d = x_2 - x_1 = \sqrt{x_1^2 + (\Pi_1\Pi_2)^2} - x_1 = \sqrt{(100\,\mathrm{cm})^2 + (80\,\mathrm{cm})^2} - 100\,\mathrm{cm}$ $= 28\,\mathrm{cm}$ **[1 μον.]** Η ποσότητα $\frac{\upsilon}{2(d_2-d_1)} = \frac{340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{2\times 0{,}28\,\mathrm{m}} = 607\,\mathrm{Hz}$ **[1 μον.]** Αφού $f = (2\nu+1)\frac{\upsilon}{2(d_2-d_1)}$ συνεπάγεται ότι $1000Hz \le (2\nu+1)(607Hz) \le 4000Hz$ **[1 μον.]** Από εδώ προκύπτει ότι $\nu = 1$ και $\nu = 2$. **[1 μον.]** Άρα θα παρατηρηθούν 2 ελάχιστα.	**4 μον.**

8. Η ένταση του ήχου, που παράγεται από ένα σφυρί όταν αυτό σπάει τσιμέντο, ισούται με $2{,}0\,\frac{W}{m^2}$ σε απόσταση $2{,}0\ \mathrm{m}$ από το σημείο της πρόσκρουσης του σφυριού πάνω στο τσιμέντο.

(α) Να υπολογίσετε την ένταση του ήχου σε απόσταση $50{,}0\ \mathrm{m}$ από το σημείο πρόσκρουσης του σφυριού στο τσιμέντο.

(Μονάδες 3)

$\frac{I_2(r_2)}{I_1(r_1)} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow I_2(r_2) = I_1(r_1)\times\frac{r_1^2}{r_2^2}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow I_2(r_2) = \left(2{,}0\ \mathrm{W}/\mathrm{m}^2\right)\times\frac{(2{,}0\,\mathrm{m})^2}{(50\,\mathrm{m})^2}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow I_2(r_2) = 3{,}2\times 10^{-3}\ \mathrm{W}/\mathrm{m}^2$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

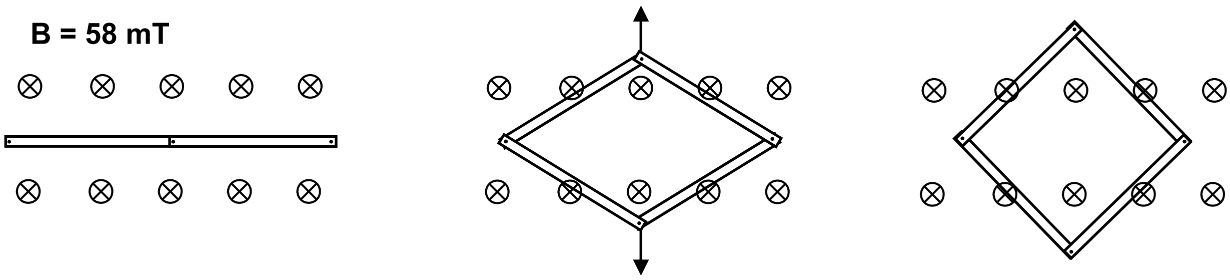
(β) Να υπολογίσετε το επίπεδο έντασης (db) του ήχου στην απόσταση των $50{,}0\ \mathrm{m}$.

Δίνεται ότι το κατώφλιο ακουστότητας είναι $I_0 = 1{,}0\times 10^{-12}\,\frac{W}{m^2}$.

(Μονάδες 2)

$\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)db$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \beta = 10\log\left(\frac{3,2\times10^{-3}\ \mathrm{W/m^2}}{1,0\times10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}}\right)\mathrm{db} = 10\log\left(3,2\times10^{9}\right)\mathrm{db} = 95\,\mathrm{db}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

9. Αρθρωτό αγώγιμο πλαίσιο είναι κάθετα τοποθετημένο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αρχικά το πλαίσιο είναι κλειστό (Σχήμα 1). Στη συνέχεια το πλαίσιο αλλάζει σχήμα και μετατρέπεται σε τετράγωνο (Σχήματα 2 και 3), διατηρώντας το επίπεδό του συνεχώς κάθετο στο μαγνητικό πεδίο.



Σχήμα 1 Σχήμα 2 Σχήμα 3

(α) Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται ΗΕΔ στο πλαίσιο, καθώς αυτό μετατρέπεται από την αρχική του μορφή σε τετράγωνο.

(Μονάδα 1)

Λόγω μεταβολής του εμβαδού του πλαισίου μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο με αποτέλεσμα να δημιουργείται ΗΕΔ στο πλαίσιο (Νόμος του Faraday).	**1 μον.**

(β) Να γράψετε αν η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος στο πλαίσιο, κατά την ανάπτυξή του σε τετράγωνο, είναι αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 2)

Η φορά του ρεύματος είναι αριστερόστροφη. **[1 μον.]** Επειδή η μαγνητική ροή μέσα από το πλαίσιο αυξάνεται, το αριστερόστροφο ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο αντίθετης φορας με το αρχικό, όπως αναμένεται από τον νόμο του Lenz. **[1 μον.]**	**2 μον.**

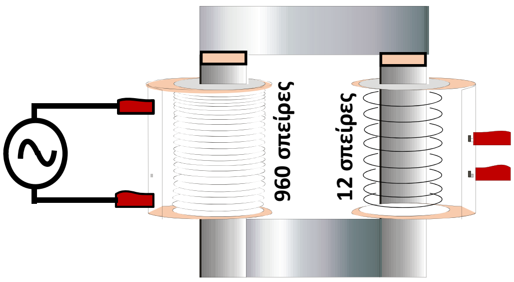
(γ) Το πλαίσιο μετατρέπεται από τη μορφή που είχε στο σχήμα 1 στη μορφή που έχει στο Σχήμα 3 σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 63\,\mathrm{ms}$. Η μαγνητική επαγωγή του πεδίου έχει μέτρο $|\vec{B}| = 58\,\mathrm{mT}$. Η αντίσταση του πλαισίου είναι $R = 0{,}44\,\Omega$ και το μήκος κάθε πλευράς του είναι $12\,\mathrm{cm}$. Να θεωρήσετε το πάχος των πλευρών του πλαισίου αμελητέο.

Να υπολογίσετε τη μέση ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το πλαίσιο κατά τη διάρκεια αυτής της μετατροπής.

(Μονάδες 2)

$E_{\varepsilon\pi} = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -B\dfrac{\Delta S}{\Delta t} = -B\dfrac{L^2}{\Delta t}$ $I_{\varepsilon\pi} = -\dfrac{\mathrm{E}_{\varepsilon\pi}}{R} = -\dfrac{B}{R}\dfrac{L^2}{\Delta t}$ **[1 μον.]** $I_{\varepsilon\pi} = -\dfrac{\left(58\times10^{-3}\mathrm{T}\right)(0{,}12\,\mathrm{m})^2}{\left(0{,}44\,\Omega\right)\times\left(0{,}063\,\mathrm{s}\right)} = -0{,}030\mathrm{A}$ **[1 μον.]** Η απάντηση $I_{\varepsilon\pi} = 0{,}030\mathrm{A}$ θεωρείται επίσης αποδεκτή.	**2 μον.**

10. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει ένα μετασχηματιστή, που περιέχει ένα πυρήνα μαλακού σιδήρου. Στο ένα σκέλος του πυρήνα τοποθετείται πηνίο 960 σπειρών. Στο άλλο σκέλος τυλίγεται χαλαρά σύρμα σε μορφή πηνίου 12 σπειρών. Στα άκρα του πηνίου των 960 σπειρών εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση $240\,\mathrm{V}$.



(α) Να εξηγήσετε αν ένας λαμπτήρας, τάσης κανονικής λειτουργίας 3V, θα φωτοβολεί κανονικά αν συνδεθεί στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου.

(Μονάδες 2)

$\dfrac{V_{\delta\varepsilon\upsilon\tau}}{V_{\pi\rho\omega\tau}} = \dfrac{N_{\delta\varepsilon\upsilon\tau}}{N_{\pi\rho\omega\tau}}$	**2 μον.**

$\Rightarrow V_{\delta\varepsilon\upsilon\tau} = \dfrac{N_{\delta\varepsilon\upsilon\tau}}{N_{\pi\rho\omega\tau}} \times V_{\pi\rho\omega\tau} = \dfrac{12}{960} \times (240\,\mathrm{V}) = 3\,\mathrm{V}$ **[1 μον.]** Άρα ο λαμπτήρας θα λειτουργεί κανονικά. **[1 μον.]**	

(β) i. Να γράψετε αν επηρεάζεται η φωτοβολία του λαμπτήρα από το γεγονός ότι το δευτερεύον πηνίο δεν είναι τυλιγμένο σφικτά στον πυρήνα.

(Μονάδα 1)

Η φωτοβολία του λαμπτήρα δεν θα επηρεαστεί.	**1 μον.**

ii. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδα 1)

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο δευτερεύον πηνίο είναι η ίδια είτε οι σπείρες είναι χαλαρά τυλιγμένες είτε είναι σφιχτά τυλιγμένες στον πυρήνα.	**1 μον.**

(γ) Να εξηγήσετε γιατί θα μειωθεί η φωτοβολία του λαμπτήρα, όταν αφαιρέσουμε το πάνω μέρος του πυρήνα.

(Μονάδα 1)

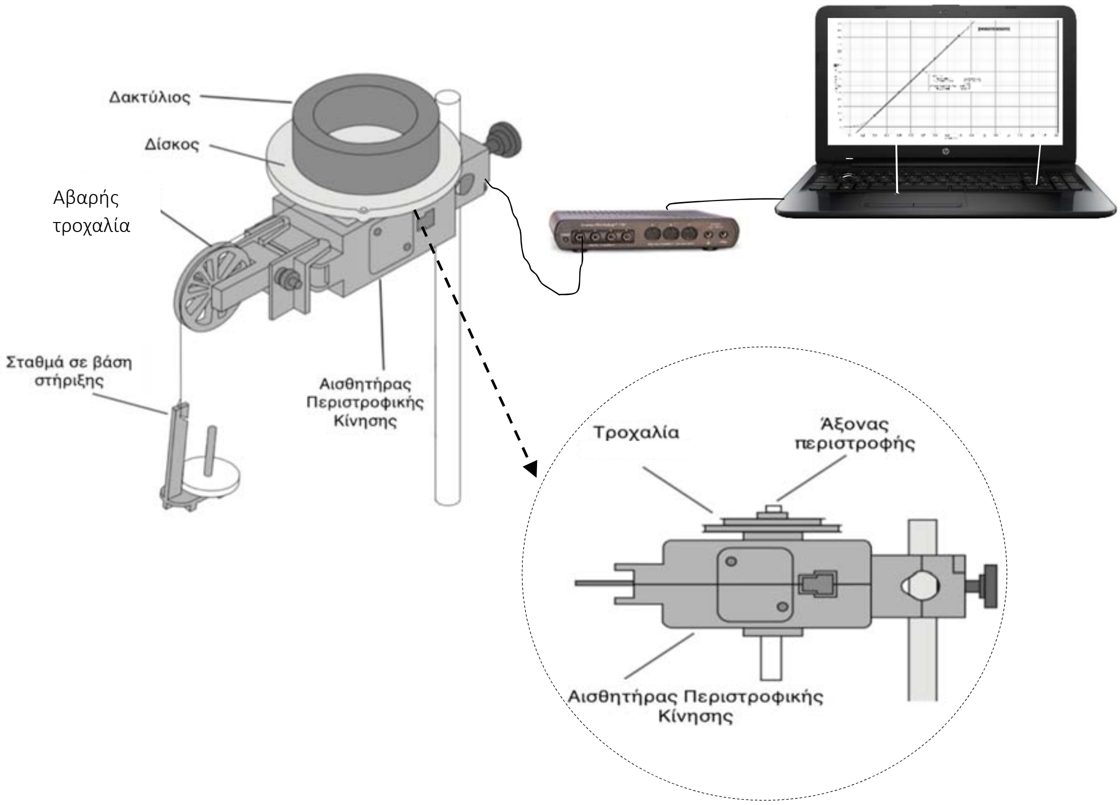
Όταν αφαιρεθεί το πάνω μέρος του πυρήνα, η μαγνητική σύζευξη μεταξύ των δύο πηνίων ελαττώνεται με αποτέλεσμα η μαγνητική ροή που διαπερνά το δευτερεύον πηνίο να μειωθεί. Αυτή η μείωση οδηγεί σε μείωση της ΗΕΔ στο δευτερεύον και η φωτοβολία του λαμπτήρα θα μειωθεί πολύ.	**1 μον.**

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η καθεμιά.

11. Για τη μέτρηση της ροπής αδράνειας ενός δακτυλίου ετοιμάσαμε την πειραματική διάταξη του πιο κάτω σχήματος.



Με τη βοήθεια του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης, της διασύνδεσης και του ηλεκτρονικού υπολογιστή μετρήσαμε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος δακτυλίου – δίσκου – τροχαλίας. Αφαιρέσαμε τον δακτύλιο από τον αισθητήρα περιστροφικής κίνησης, επαναλάβαμε την προηγούμενη διαδικασία και μετρήσαμε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος δίσκου – τροχαλίας. Να θεωρήσετε ότι οι τριβές στον άξονα περιστροφής του αισθητήρα είναι αμελητέες.

<u>Δίνονται:</u>

Διάμετρος τροχαλίας στη θέση που τυλίχθηκε το νήμα: $d = 48{,}0\ mm$

Μάζα σταθμών και βάσης στήριξης: $m = 10{,}2\ \mathrm{g}$

Γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος δακτυλίου – δίσκου – τροχαλίας:

$\alpha_{\gamma_1} = 3{,}60\frac{rad}{s^2}$

Γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος δίσκου – τροχαλίας: $\alpha_{\gamma_2} = 15{,}80\,\frac{rad}{s^2}$.

<u>Οι απαντήσεις σας να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων</u>.

(α) Χρησιμοποιώντας τον 2ο νόμο του Νεύτωνα για τη μεταφορική κίνηση των σταθμών και την περιστροφική κίνηση του συστήματος των στερεών σωμάτων, να αποδείξετε ότι η ροπή αδράνειας του συστήματος δίνεται από τη σχέση:

$$I = \left(\frac{g}{\alpha_\gamma \cdot R} - 1\right) mR^2$$

όπου α_γ η γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας, m η μάζα των σταθμών και R η ακτίνα της τροχαλίας.

(Μονάδες 5)

Σχεδιασμός δυνάμεων και $\Sigma F_{\varepsilon\xi} = ma \Rightarrow mg - \lvert\vec{T}\rvert = ma\,(1)$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{f_S}\rvert = \lvert\vec{T}\rvert$ (2) γιατί το νήμα είναι αβαρές. **[1 μον.]** $\Sigma M_{\varepsilon\xi} = I\alpha_\gamma \Rightarrow \lvert\vec{f_S}\rvert \times R = Ia_\gamma\,(3)$ **[1 μον.]** Άρα από τις (2) και (3) $\Rightarrow \lvert\vec{T}\rvert = \frac{I\alpha_\gamma}{R} \Rightarrow \lvert\vec{T}\rvert = \frac{I\alpha}{R^2}$ (4) **[1 μον.]** Από (1) και (4) $\Rightarrow mg - ma = \frac{Ia}{R^2} \Leftrightarrow \frac{Ia}{R^2} = m(g-a) \Leftrightarrow$ $I = mR^2(\frac{g-a}{a}) \Leftrightarrow I = mR^2(\frac{g}{a} - 1) \Rightarrow I = mR^2(\frac{g}{\alpha_\gamma R} - 1)$ **[1 μον.]**	**5 μον.**

(β) Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του δακτυλίου.

(Μονάδες 3)

$I_1 = mR^2(\frac{g}{\alpha_{\gamma_1} R} - 1) = 6{,}61 \times 10^{-4}\,\mathrm{kgm^2}$ **[1 μον.]** $I_2 = mR^2(\frac{g}{\alpha_{\gamma_2} R} - 1) = 1{,}46 \times 10^{-4}\,\mathrm{kgm^2}$ **[1 μον.]** $I_\Delta = I_1 - I_2 = 6{,}61 \times 10^{-4}\,\mathrm{kgm^2} - 1{,}46 \times 10^{-4}\,\mathrm{kgm^2} = 5{,}15 \times 10^{-4}\,\mathrm{kgm^2}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

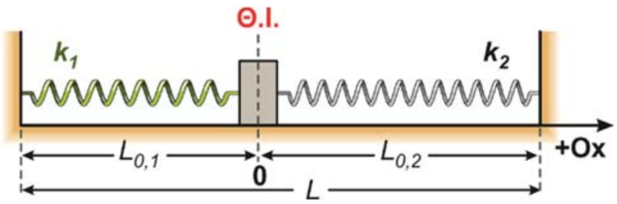
(γ) Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του συστήματος δακτύλιος – δίσκος – τροχαλία.

(Μονάδες 2)

$\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t} = I\vec{\alpha}_{\gamma}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = I_1\alpha_{\gamma_1} = (6,61\times10^{-4}\mathrm{kgm^2})\times(3,60\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s^2}})$ **[1 μον.]** $= 2,38\times10^{-3}\ \frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s^2}}$	**2 μον.**

12. Σώμα μάζας $m = 1\,\mathrm{kg}$ είναι τοποθετημένο σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συνδέεται με δύο αβαρή οριζόντια ελατήρια σταθερών $k_1 = 300\frac{N}{m}$ και $k_2 = 100\frac{N}{m}$. Περιγράφουμε τη θέση του σώματος με τον οριζόντιο άξονα Ox.

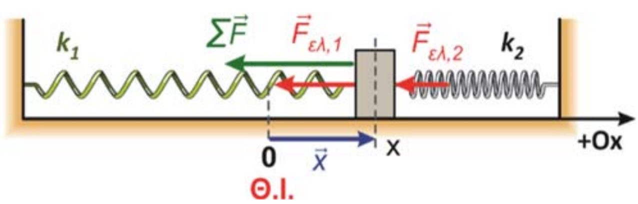
Η απόσταση L μεταξύ των κατακόρυφων τοίχων είναι ρυθμισμένη, ώστε και τα δύο ελατήρια να έχουν το φυσικό τους μήκος, όταν το σώμα βρίσκεται στη θέση $x=0$: $L = L_{0,1} + L_{0,2}$.



Απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του κατά τη διεύθυνση του άξονα των ελατηρίων και το αφήνουμε ελεύθερο.

(α) Να αποδείξετε ότι το σύστημα σώματος–ελατηρίων θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση.

(Μονάδες 3)



Όταν το σώμα βρίσκεται σε μία τυχαία θέση $x>0$, το μήκος του αριστερού ελατηρίου αυξάνεται κατά x, και το μήκος του δεξιού ελατηρίου ελαττώνεται κατά x. Τότε στο σώμα ασκούνται από τα δύο ελατήρια οι δυνάμεις $\vec{F}_{\varepsilon\lambda,1}$ και $\vec{F}_{\varepsilon\lambda,2}$ που φαίνονται στο πιο πάνω σχήμα. Οι δυνάμεις $\vec{F}_{\varepsilon\lambda_1}$ και $\vec{F}_{\varepsilon\lambda_2}$ έχουν μέτρα ανάλογα με το μέγεθος x, την ίδια κατεύθυνση (προς τη ΘΙ), και είναι αντίρροπες με τη μετατόπιση $\vec{x}$.	**3 μον.**

Άρα: $F_{\varepsilon\lambda_1} = -k_1 x$ και $F_{\varepsilon\lambda_2} = -k_2 x$. **[1 μον.]** Η συνισταμένη δύναμη στο σώμα ισούται με: $\Sigma\vec{F} = \vec{F}_{\varepsilon\lambda_1} + \vec{F}_{\varepsilon\lambda_2} + \vec{B} + \vec{N} = \vec{F}_{\varepsilon\lambda_1} + \vec{F}_{\varepsilon\lambda_2} \Rightarrow \Sigma F = F_{\varepsilon\lambda_1} + F_{\varepsilon\lambda_2} = -\left(k_1 + k_2\right)x$ **[1 μον.]** Επειδή η συνισταμένη δύναμη είναι ανάλογη και αντίρροπη της μετατόπισης από τη ΘΙ, το σώμα εκτελεί ΑΑΤ. $\Sigma F = -\left(k_1 + k_2\right)x = -Dx$ **[1 μον.]**	

(β) Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης.

(Μονάδα 1)

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1 + k_2}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{1\text{kg}}{400\,{}^{\text{N}}\!/_{\text{m}}}} = 0{,}1\pi\ \text{s}$	**1 μον.**

(γ) Το σώμα αφήνεται από την ηρεμία από τη θέση $x = +0{,}40\ \text{m}$.

i. Να υπολογίσετε την ταχύτητά του, όταν διέρχεται για πρώτη φορά από τη θέση $x = -0{,}20\ \text{m}$.

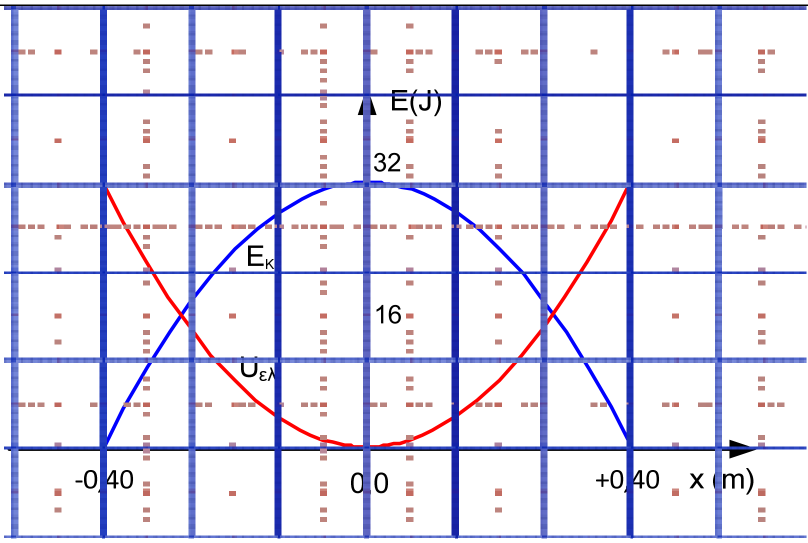
(Μονάδες 2)

$\upsilon_{\alpha\rho\chi} = 0 \Rightarrow x = x_0 = 0{,}40\text{m}$ **[1 μον.]** $\upsilon = -\omega\sqrt{x_0^2 - x^2} = -20\dfrac{\text{rad}}{\text{s}}\sqrt{\left(0{,}40\text{m}\right)^2 - \left(-0{,}20\text{m}\right)^2} = -6{,}9\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ **[1 μον.]** (Η τελική απάντηση θεωρείται σωστή όταν δοθεί και το σωστό πρόσημο της ταχύτητας)	**2 μον.**

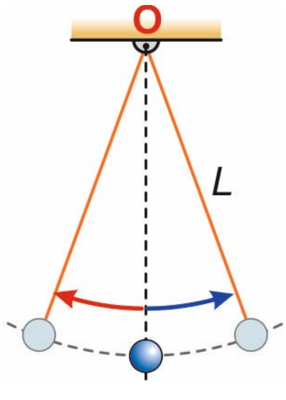
ii. Να σχεδιάσετε στο χιλιοστομετρικό χαρτί στο τέλος του τετραδίου απαντήσεών σας, στο ίδιο γράφημα, τις γραφικές παραστάσεις κινητικής ενέργειας - θέσης και δυναμικής ενέργειας – θέσης για το σύστημα σώματος–ελατηρίων.

(Μονάδες 4)

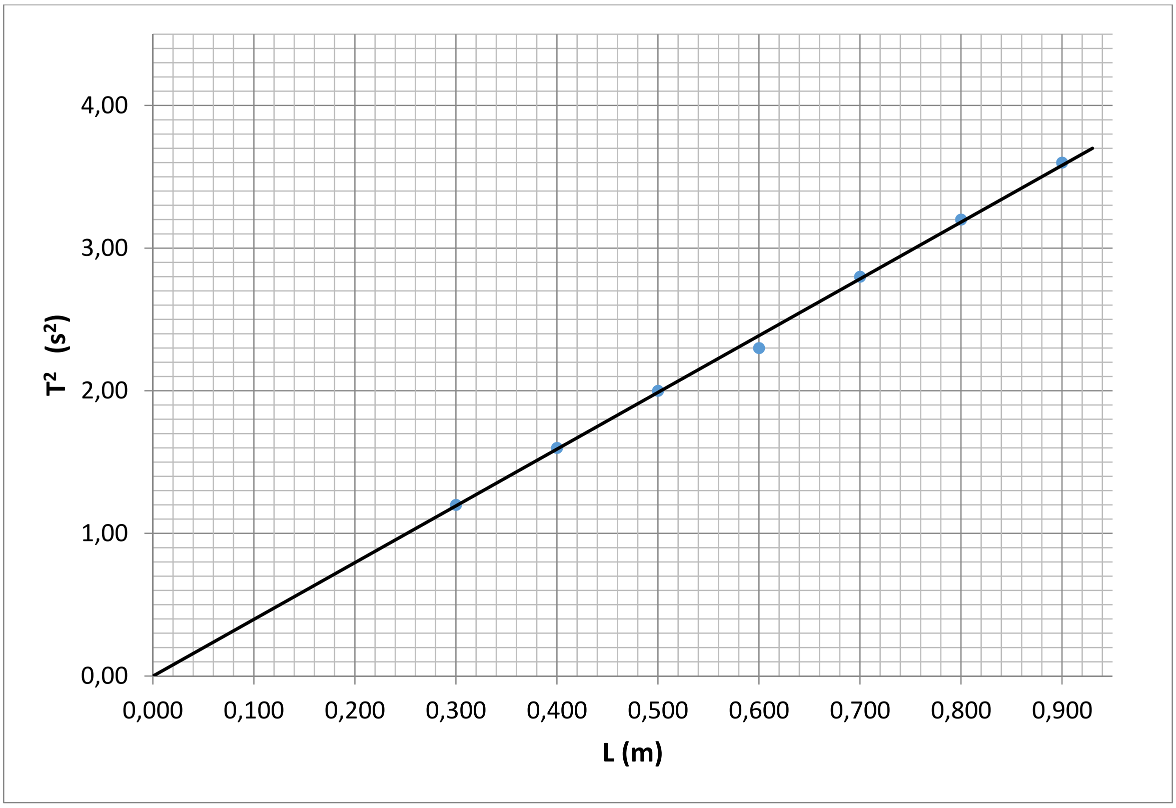
$E_{\mu\eta\chi} = E_{\kappa\iota\nu_{\max}} = U_{\varepsilon\lambda_{\max}} = \dfrac{1}{2}Dx_0^2 = \dfrac{1}{2}\left(400\,{}^{\text{N}}\!/_{\text{m}}\right)\left(0{,}40\text{m}\right)^2 = 32\text{J}$ **[1 μον.]** Σωστή βαθμονόμηση αξόνων και σωστή τοποθέτηση φυσικών μεγεθών στους άξονες. **[1 μον.]** Σωστή χάραξη της γραφικής παράστασης της κινητικής ενέργειας – θέσης **[1 μον.]** και δυναμικής ενέργειας – θέσης. **[1 μον.]**	**4 μον.**



13. Οι μαθητές μιας τάξης μελέτησαν πειραματικά τις ταλαντώσεις ενός απλού εκκρεμούς. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η διάταξη που χρησιμοποίησαν.



Οι μαθητές μέτρησαν το μήκος L του εκκρεμούς και τη χρονική διάρκεια 20 πλήρων ταλαντώσεων. Επανέλαβαν τη διαδικασία για διαφορετικά μήκη του εκκρεμούς. Στη συνέχεια χάραξαν τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου T^2 σε συνάρτηση με το μήκος L του εκκρεμούς, $T^2 = \mathrm{f}(L)$.



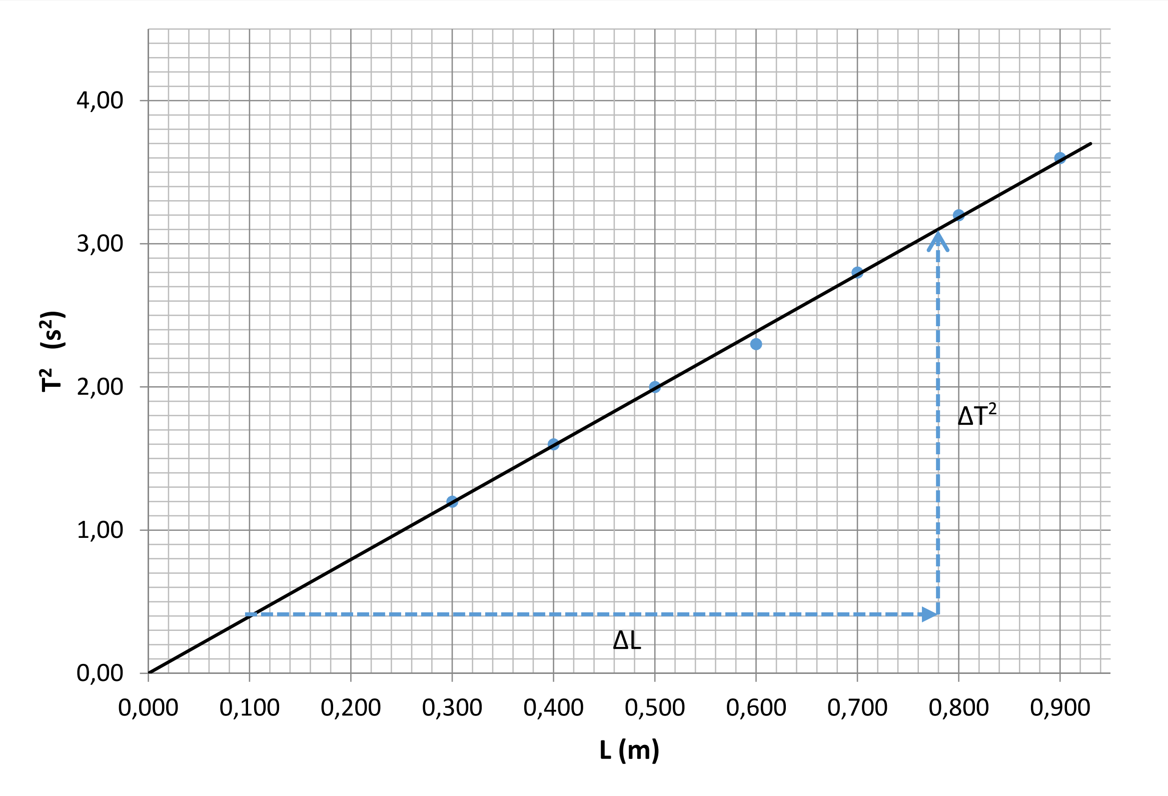
(α) Να δικαιολογήσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης.

(Μονάδες 2)

Η περίοδος ταλάντωσης του απλού εκκρεμούς δίνεται από τη σχέση: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L$ [**1 μον.**] άρα η γραφική παράσταση $T^2 = f(L)$ είναι ευθεία με θετική κλίση που περνά από την αρχή των αξόνων. [**1 μον.**]	**2 μον.**

(β) Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

(Μονάδες 3)



$$\text{κλίση} = \frac{\Delta T^2}{\Delta L} = \frac{3{,}10s^2 - 0{,}40s^2}{0{,}780m - 0{,}100m} = \frac{2{,}70s^2}{0{,}680m} = 3{,}97\frac{s^2}{m}$$ **[1 μον.]**,

$$\text{κλίση} = \frac{4\pi^2}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}}$$ **[1 μον.]**, $$\Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{3{,}97\frac{s^2}{m}} = 9{,}94\frac{m}{s^2}$$ **[1 μον.]**

Το τρίγωνο για υπολογισμό της κλίσης θα πρέπει να είναι μεγάλο.

Η απάντησή σας να δοθεί με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(γ) Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι ο διπλασιασμός του μήκους L του εκκρεμούς θα πρέπει να διπλασιάσει την περίοδο Τ. Να εξηγήσετε εάν τα πειραματικά αποτελέσματα επιβεβαιώνουν αυτόν τον ισχυρισμό.

(Μονάδα 1)

Τα πειραματικά αποτελέσματα δεν επιβεβαιώνουν τον ισχυρισμό του μαθητή. Σύμφωνα με το διάγραμμα ο διπλασιασμός του μήκους διπλασιάζει το T^2 και όχι το Τ [ή από τη γραφική το T^2 (και όχι το Τ) είναι ανάλογο του L].	**1 μον.**

(δ) Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η χρήση εκκρεμούς μεγαλύτερου μήκους οδηγεί σε καλύτερο πειραματικό αποτέλεσμα.

(Μονάδες 2)

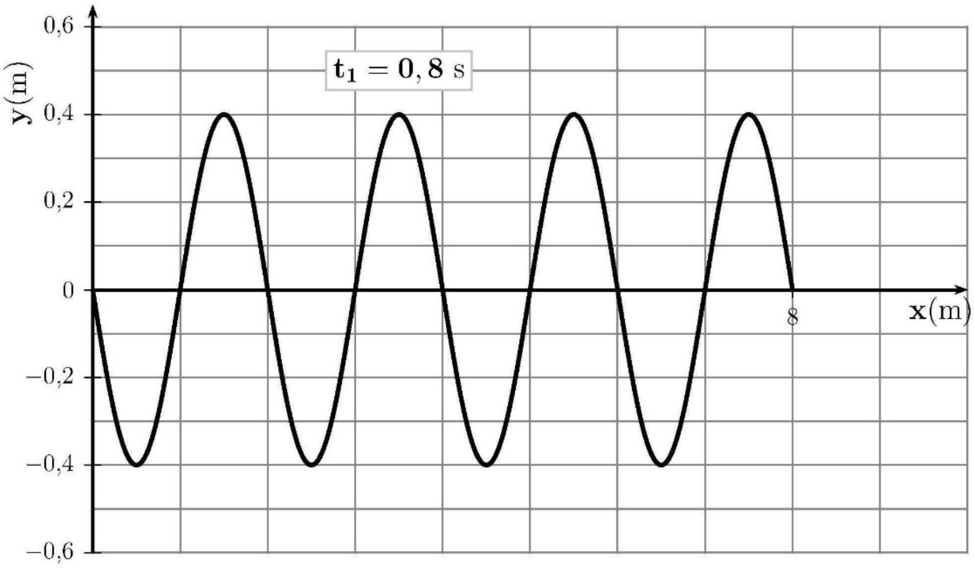
<table>
<tr><td>Δύο από τα πιο κάτω ([1 μον.] για το κάθε ένα με μέγιστο 2 μονάδες)
• Μεγάλο μήκος του εκκρεμούς, μικρότερο το επί τοις εκατό σφάλμα στη μέτρηση του μήκους.
• Μεγάλο μήκος του εκκρεμούς, μεγάλη περίοδος, μικρότερο το επί τοις εκατό σφάλμα στη μέτρηση της περιόδου.
• Μεγάλο μήκος του εκκρεμούς, ευκολότερη επίτευξη μικρής γωνίας για να είναι η ταλάντωση ΑΑΤ.</td><td>2 μον.</td></tr>
</table>

(ε) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η κλίση της γραφικής παράστασης, αν το πείραμα πραγματοποιηθεί στη Σελήνη.

(Μονάδες 2)

<table>
<tr><td>$\text{κλίση} = \frac{4\pi^2}{g}$
Στη Σελήνη η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι μικρότερη από την επιτάχυνση της βαρύτητας στην Γη.[1 μον.] Άρα, η κλίση της γραφικής παράστασης για το πείραμα που πραγματοποιείται στη Σελήνη θα είναι μεγαλύτερη.[1 μον.]</td><td>2 μον.</td></tr>
</table>

14. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το ελεύθερο άκρο μιας τεντωμένης χορδής αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση από τη θέση ισορροπίας με θετική ωκύτητα. Η διεύθυνση διάδοσης του εγκάρσιου κύματος που δημιουργείται ταυτίζεται με τη διεύθυνση του άξονα Οx. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}8\,\text{s}$. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$.



(α) Να χρησιμοποιήσετε το διάγραμμα για να προσδιορίσετε:

i. το μήκος κύματος λ

(Μονάδα 1)

$4\lambda = 8{,}0\text{m} \Rightarrow \lambda = 2{,}0\text{m}$	**1 μον.**

ii. την ταχύτητα διάδοσης του κύματος υ

(Μονάδα 1)

$\upsilon = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{8\text{m}}{0{,}8\text{s}} = 10\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	**1 μον.**

iii. τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος f.

(Μονάδα 1)

$\upsilon = \lambda f \Rightarrow f = \dfrac{\upsilon}{\lambda} = \dfrac{10\,\text{m}/\text{s}}{2\text{m}} = 5\text{Hz}$	**1 μον.**

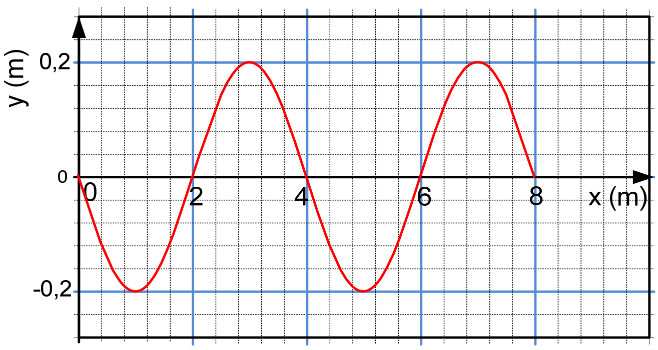
(β) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

(Μονάδες 2)

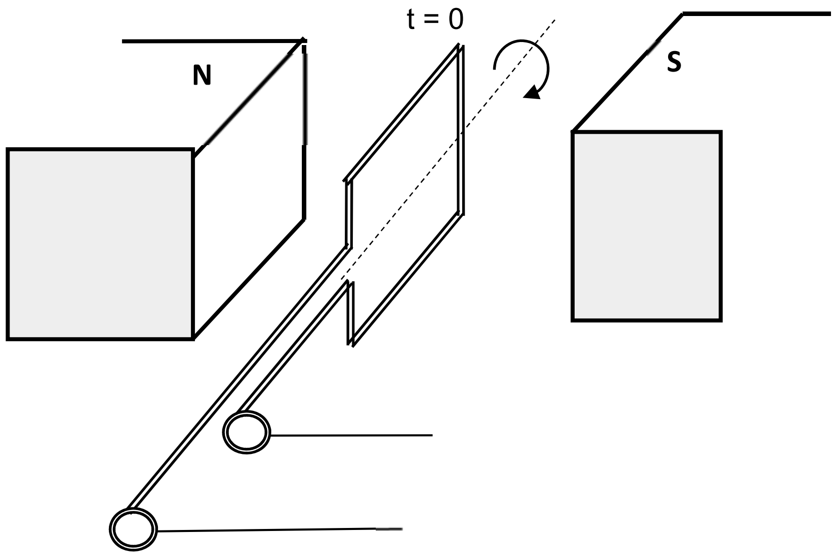
$T=\frac{1}{f}=0,2\text{s}$ **[1 μον.]** $y(x,t)=y_0\,\text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\right]=(0,4\text{m})\,\text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{0,2\text{s}}-\frac{x}{2\text{m}}\right)\right]$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

(γ) Αν η συχνότητα και το πλάτος του κύματος που παράγει η πηγή υποδιπλασιαστούν, να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1=0{,}8\ \text{s}$.

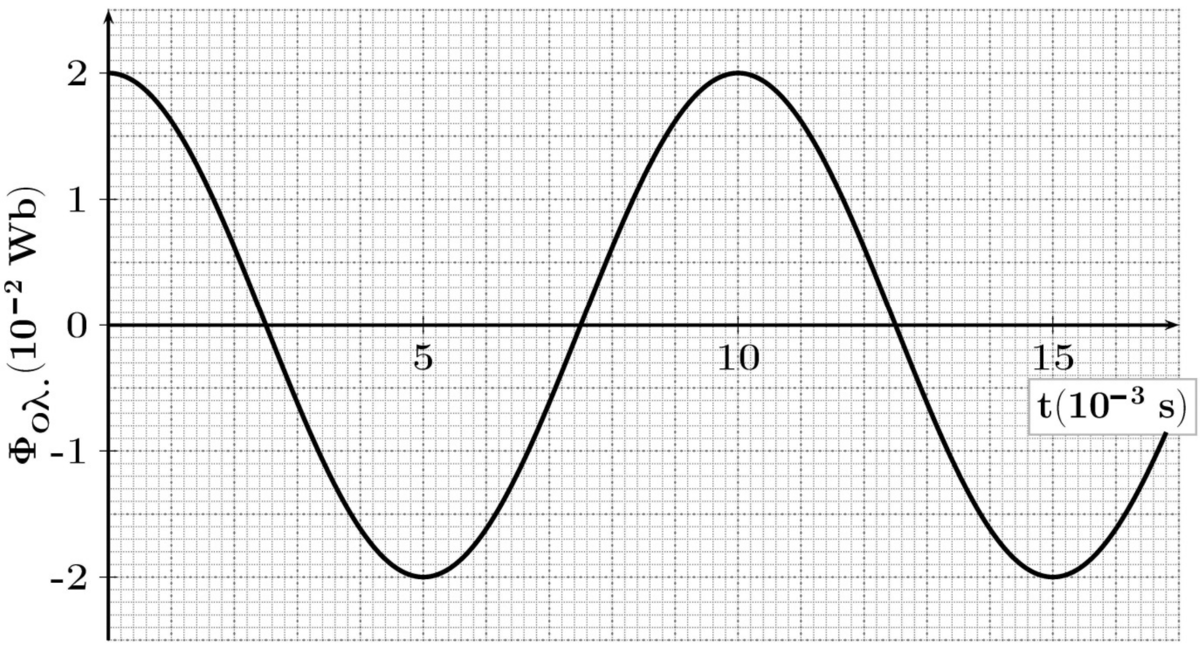
(Μονάδες 5)

$f'=\frac{f}{2}=2,5\text{Hz}$ $\upsilon=\sigma\tau\alpha\theta\varepsilon\rho\acute{o}$ **[1 μον.]**, $\upsilon=\lambda' f'\Rightarrow\lambda'=\frac{\upsilon}{f'}=\frac{10\,\text{m/s}}{2,5\text{Hz}}=4\text{m}$ **[1 μον.]**, Σωστός σχεδιασμός του νέου στιγμιότυπου. **[3 μον.]** (**[1 μον.]** για ορθό πλάτος, **[1 μον.]** για ορθό μήκος κύματος, **[1 μον.]** για ορθή μορφή). 	**5 μον.**

15. Το διάγραμμα δείχνει μια ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία αποτελείται από ένα επίπεδο πηνίο, που μπορεί να περιστρέφεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πηνίο έχει 500 σπείρες. Κάθε σπείρα έχει εμβαδόν $2{,}5\times10^{-3}\ \text{m}^2$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ το πηνίο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.



Κατά την περιστροφή του πηνίου, η συνολική μαγνητική ροή μέσα από το πηνίο μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως δείχνει η πιο κάτω γραφική παράσταση.



(α) Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε:

i. τη συχνότητα περιστροφής του πηνίου

(Μονάδα 1)

$f=\dfrac{1}{T}=\dfrac{1}{10\times10^{-3}\mathrm{s}}=100\mathrm{Hz}$	**1 μον.**

ii. τη μαγνητική επαγωγή του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μέσα στο οποίο βρίσκεται το πηνίο.

(Μονάδες 2)

$\Phi_{o\lambda_{\max}} = NBS \Rightarrow B = \dfrac{\Phi_{o\lambda_{\max}}}{NS}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow B = \dfrac{2\times10^{-2}\,\mathrm{Wb}}{500\times2,5\times10^{-3}\,\mathrm{m}^2} = 0,016\mathrm{T}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) στα άκρα του πηνίου.

(Μονάδα 1)

Λόγω της περιστροφής του πηνίου μεταβάλλεται η μαγνητική ροή μέσα από αυτό.	**1 μον.**

(γ) Να διατυπώσετε τον νόμο που διέπει το φαινόμενο.

(Μονάδα 1)

Ορθή διατύπωση του νόμου.	**1 μον.**

(δ) Να υπολογίσετε τη μέγιστη ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου.

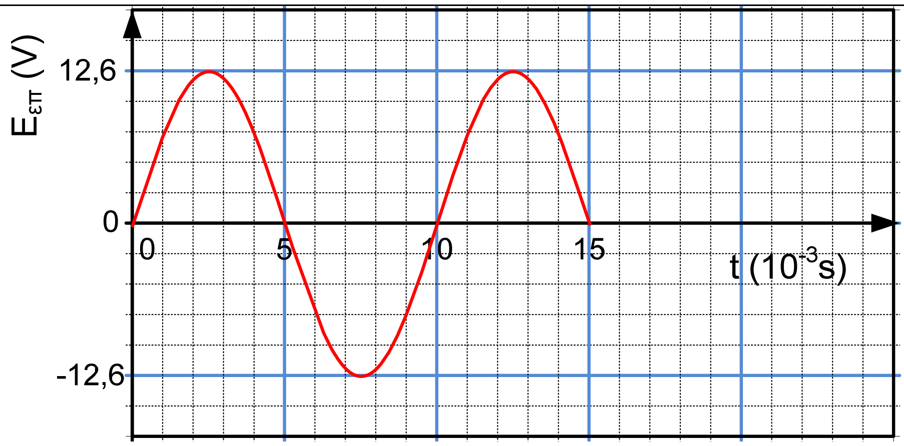
(Μονάδες 2)

$E_0 = NBS\omega = NBS2\pi f$ **[1 μον.]** $\Rightarrow E_0 = 500\times0,016\mathrm{T}\times2,5\times10^{-3}\mathrm{m}^2\times2\times3,14\times100\mathrm{Hz} = 12,6\mathrm{V}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

(ε) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ΗΕΔ στο πηνίο για το χρονικό διάστημα $0 - 15\times10^{-3}$ s.

(Μονάδες 3)

Ορθή βαθμονόμηση αξόνων. **[1 μον.]** Ορθός σχεδιασμός γραφικής παράστασης. **[2 μον.]**	**3 μον.**



ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ	
Σταθερές	
Επιτάχυνση της Βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης	$g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3{,}00 \times 10^8\ \frac{m}{s}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1{,}60 \times 10^{-19}$ C
Φορτίο του πρωτονίου	$q_p = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg
Μάζα του πρωτονίου	$m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg
Μάζα του νετρονίου	$m_n = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg
Γενικές Σχέσεις	
Κυκλική συχνότητα – Γωνιακή ταχύτητα	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
Σχέση μέτρων γραμμικής - γωνιακής ταχύτητας στην ΟΚΚ	$\upsilon = \omega R$
Κεντρομόλος επιτάχυνση της ομαλής κυκλικής κίνησης	$\lvert\vec{\alpha}_\kappa\rvert = \omega^2 R = \frac{\upsilon^2}{R}$
Ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου	$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$I = \frac{\lvert\Delta q\rvert}{\Delta t}$
Αντίσταση αγωγού	$R = \frac{\Delta V}{I}$
Ηλεκτρική Ισχύς	$P = I\Delta V$
Μηχανική Στερεού Σώματος	
Ροπή Δύναμης ως προς σημείο	$\lvert\vec{M}\rvert = \lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{F}\rvert\,\eta\mu\theta$
Ροπή Αδράνειας υλικού σημείου	$I = mr^2$
Ροπή Αδράνειας στερεού σώματος ως προς άξονα Περιστροφής	$I = \sum_k m_k r_k^2$
Περιστροφική κινητική ενέργεια σώματος	$E_{\kappa\iota\nu\ \pi\varepsilon\rho} = \frac{1}{2} I \omega^2$
Στροφορμή σημειακού σωματιδίου ως προς το σημείο Ο	$\lvert\vec{L}\rvert = \lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{p}\rvert\,\eta\mu\theta = m\lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{\upsilon}\rvert\,\eta\mu\theta$
Στροφορμή σημειακού σωματιδίου σε κυκλική τροχιά	$\lvert\vec{L}\rvert = m\lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{\upsilon}\rvert = mR^2\omega, \quad \lvert\vec{L}\rvert = I\omega$
Ταλαντώσεις	
Νόμος του Hooke	$\vec{F}_{\varepsilon\lambda} = -k\vec{x}$
Σχέση Ταχύτητας – Θέσης	$\upsilon = \pm\omega\sqrt{(y_o^2 - y^2)}$
Σχέση Επιτάχυνσης – Θέσης	$\alpha = -\omega^2 y$
Σταθερά της ΑΑΤ	$D = m\omega^2$

Δυναμική Ενέργεια σώματος – Οριζόντιου ελατηρίου (για ΘΙ x = 0)	$U_{\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2}kx^2$
Δυναμική Ενέργεια σώματος – κατακόρυφου ελατηρίου (για ΘΙ y = 0)	$U_{\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2}k(y - y_{\Phi M})^2$
Μηχανική Ενέργεια Σώματος – Κατακόρυφου Ελατηρίου – Γης	$E_{\mu\eta\chi} = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}k(y^2 + y^2_{\Phi M})$
Σχέση ακραίων Θέσεων Ταλάντωσης – Μηχανικής Ενέργειας	$y_0 = \pm\sqrt{\frac{2E_{\mu\eta\chi}}{k} - y^2_{\Phi M}}$
Κύματα	
Ταχύτητα διάδοσης κύματος	$\upsilon = \lambda f$
Εξίσωση τρέχοντος αρμονικού κύματος	$y = y_0 \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda})$
Απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κροσσών συμβολής	$S = \frac{\lambda D}{\alpha}$
Ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιου κύματος κατά μήκος τεντωμένης χορδής	$\upsilon = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
Μήκος κύματος ορατού φωτός	$400nm \le \lambda \le 750nm$
Εξίσωση στάσιμου κύματος	$y = 2y_0 \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$, ή $y = 2y_0 \eta\mu \frac{2\pi x}{\lambda} \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi t}{T}$
Εξίσωση συμβολής κυμάτων σε τυχαίες διευθύνσεις.	$y = 2y_0 \sigma\upsilon\nu\left[2\pi\left(\frac{x_2 - x_1}{2\lambda}\right)\right]\eta\mu\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_2 + x_1}{2\lambda}\right)\right]$
Ηλεκτρομαγνητισμός	
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό	$F = BIL\eta\mu\theta$
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο	$F = B\upsilon q\, \eta\mu\theta$
Μαγνητική ροή	$\Phi = B S\, \sigma\upsilon\nu\theta$
Νόμος του Faraday	$E_{\varepsilon\pi} = -N\frac{d\Phi}{dt}$