ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019

(ΔΕΙΓΜΑΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ)

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης:

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΔΕΚΑΕΞΙ (16) ΣΕΛΙΔΕΣ ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΔΥΟ (2) ΣΕΛΙΔΩΝ

Πληροφορίες

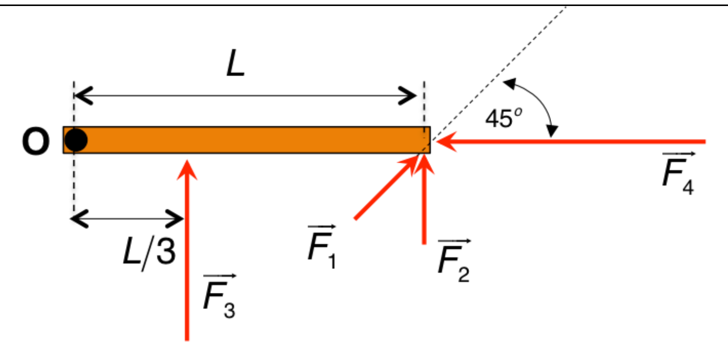
- Το δοκίμιο αποτελείται από δύο μέρη, το Μέρος Α΄ και το Μέρος Β΄.
- Το Μέρος Α΄ περιλαμβάνει 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η κάθε μια.
  Το Μέρος Β΄ περιλαμβάνει 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η κάθε μια.
- Οι συνολικές μονάδες του δοκιμίου είναι 100.
- Ο αριθμός των μονάδων για κάθε ερώτηση ή υποερώτημα 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 απαντήσεων 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. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται ένα άκαμπτο λεπτό ραβδί μήκους L, το οποίο εφάπτεται σε λείο οριζόντιο τραπέζι (παράλληλο με το επίπεδο της σελίδας). Το ραβδί μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το άκρο του **Ο**. Στο ραβδί ασκούνται τέσσερις οριζόντιες δυνάμεις, όπως φαίνεται στο σχήμα.



$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F,\ |\vec{F}_3| = 2F,\ |\vec{F}_4| = 3F$$

(α) Να κατατάξετε τις ροπές των δυνάμεων ως προς το σημείο **Ο** κατά αύξουσα σειρά ως προς το μέτρο τους (από το μικρότερο στο μεγαλύτερο).

(1 μονάδα)

$\lvert\vec{M}_{\vec{F}_4}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_3}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_1}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_2}\rvert$	**Μονάδα 1**

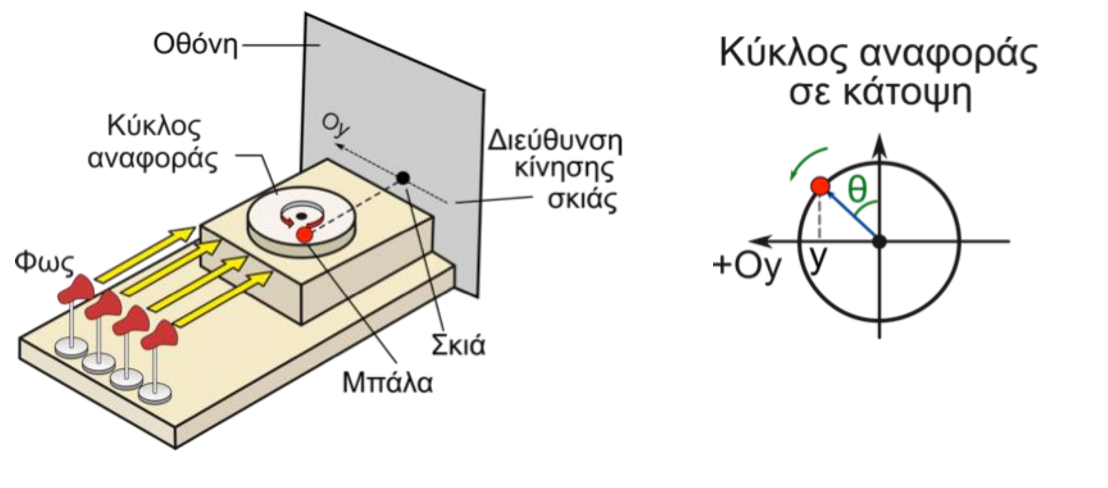
(β) Να δικαιολογήσετε την κατάταξή σας. **(2 μονάδες)**

$\lvert\vec{M}_{\vec{F}_1}\rvert = \lvert\vec{F}_1\rvert L\eta\mu 45^o = \left(\sqrt{2}/2\right)FL = \left(\sqrt{2}/2\right)\lvert\vec{M}_{\vec{F}_2}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_2}\rvert$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{M}_{\vec{F}_3}\rvert = \lvert\vec{F}_3\rvert(L/3) = (2/3)FL < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_1}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_2}\rvert$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{M}_{\vec{F}_4}\rvert = 0\ Nm < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_3}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_1}\rvert < \lvert\vec{M}_{\vec{F}_2}\rvert$	**Μονάδες 2**

(γ) Αν η δύναμη $\vec{F}_1$ έχει μέτρο 12 N, η απόσταση του σημείου εφαρμογής της από το **Ο** είναι $L = 75\text{cm}$ και η γωνία που σχηματίζει ο φορέας της με το ραβδί είναι 45°, να υπολογίσετε τη ροπή της $\vec{F}_1$ ως προς το **Ο**. **(2 μονάδες)**

$M_{\vec{F}_1} = +\lvert\vec{F}_1\rvert L\eta\mu 45^o = \left(\sqrt{2}/2\right)FL$ (αριστερόστροφη ροπή, θετική) **[1 μον.]**. $M_{\vec{F}_1} = \left(\sqrt{2}/2\right)FL = 0{,}707 \times 12\text{N} \times 0{,}75\text{m} = 6{,}4\text{Nm}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

2. Η μπάλα στο σχήμα περιστρέφεται αριστερόστροφα σε κύκλο ακτίνας $30\,\text{cm}$ με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $8{,}00\,\text{rad/s}$ (Σχήμα 1). Τη χρονική στιγμή $t=0$, η προβολή της μπάλας στην οθόνη (σκιά) βρίσκεται στη θέση $20\,\text{cm}$ και κινείται προς τη θετική κατεύθυνση (Σχήμα 2).



Σχήμα 1 **Σχήμα 2**

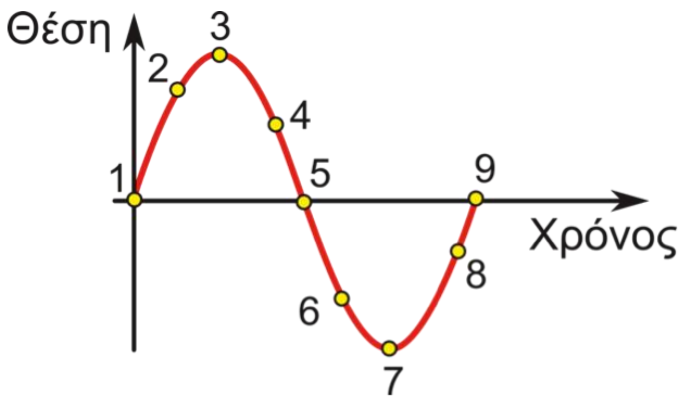
(α) Να εξαγάγετε την εξίσωση της θέσης (y) της σκιάς σε συνάρτηση με τον χρόνο. **(3 μονάδες)**

$y = R\,\text{ημ}\theta = y_0\,\text{ημ}(\omega t+\theta_0)$ **[1 μον.]** $y(t=0) = y_0\,\text{ημ}(\theta_0) \Rightarrow \text{ημ}(\theta_0) = \dfrac{y(t=0)}{y_0}$ $\Rightarrow \theta_0 = \text{τοξημ}(\dfrac{y(t=0)}{y_0}) = \text{τοξημ}(\dfrac{20\,\text{cm}}{30\,\text{cm}}) = \text{τοξημ}(\dfrac{2}{3}) = 0{,}73\,\text{rad}$ **[1 μον.]** $y = (30\,\text{cm})\,\text{ημ}\left(8{,}00\dfrac{\text{rad}}{\text{s}}t + 0{,}73\,\text{rad}\right)$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 3**

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας της σκιάς. **(2 μονάδες)**

$\lvert\vec{\upsilon}_0\rvert = \omega y_0$ [**1 μον.**] $= 8{,}00\dfrac{\text{rad}}{\text{s}} \times 30\,\text{cm} = 240\,\text{cm/s} = 2{,}4\,\text{m/s}$ [**1 μον.**]	**Μονάδες 2**

3. Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει το γράφημα θέσης – χρόνου ενός ΑΑΤ.



Να επιλέξετε ένα σημείο από τα σημεία 1 έως 9, στο οποίο:

(α) Η επιτάχυνση του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται.

Το σημείο 4.	**Μονάδα 1**

(β) Η ταχύτητα του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ελαττώνεται.

Το σημείο 6.	**Μονάδα 1**

(γ) Η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας γίνεται ελάχιστη.

Το σημείο 5.	**Μονάδα 1**

(δ) Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης γίνεται μέγιστη.

Το σημείο 7.	**Μονάδα 1**

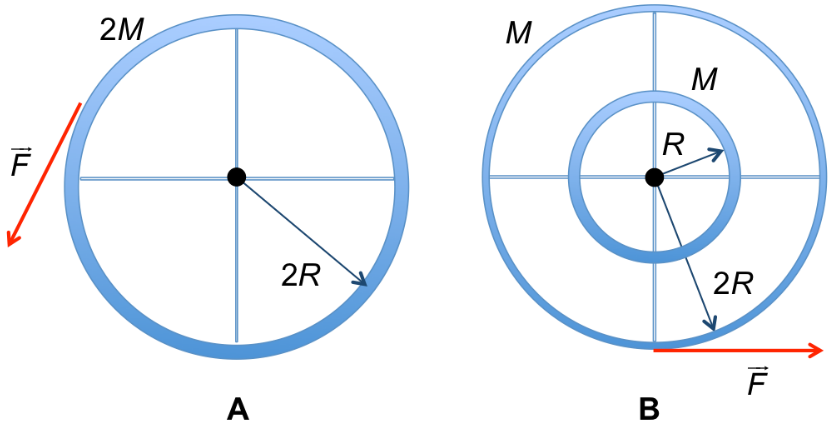
(ε) Να επιλέξετε δύο σημεία, μεταξύ των οποίων η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι μηδενική **και** η μέση διανυσματική επιτάχυνση είναι θετική.

Τα σημεία 5 και 9.	**Μονάδα 1**

(5 μονάδες)

4. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζονται δύο τιμόνια Α και Β. Το τιμόνι Α είναι δακτύλιος με ακτίνα $2R$ και μάζα $2M$, ομοιόμορφα κατανεμημένη στην επιφάνειά του. Το τιμόνι Β αποτελείται από δύο δακτυλίους με μάζες M, ομοιόμορφα κατανεμημένες σε ακτίνες $2R$ και R. Τα κέντρα των δύο τιμονιών είναι στερεωμένα σε ακλόνητους άξονες. Οι ακτίνες, που συνδέουν τους δακτυλίους με τα κέντρα των τιμονιών, έχουν αμελητέα μάζα. Η ροπή αδράνειας ενός δακτυλίου δίνεται από τη σχέση $I = Mr^2$, όπου M η μάζα του δακτυλίου και r η ακτίνα του.

Σε ένα σημείο της εξωτερικής περιφέρειας κάθε τιμονιού ασκείται εφαπτομενική δύναμη μέτρου $|\vec{F}|$.



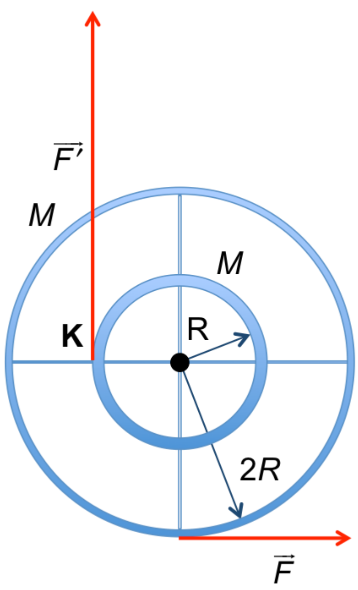
(α) Να συγκρίνετε τις ροπές αδράνειας των δύο τιμονιών. **(1 μονάδα)**

$I_A > I_B$	**Μονάδα 1**

(β) Να υπολογίσετε τον λόγο των γωνιακών επιταχύνσεων των δύο τιμονιών. **(2 μονάδες)**

$\frac{\alpha_{\gamma,A}}{\alpha_{\gamma,B}} = \frac{\left(\sum M\right)_A / I_A}{\left(\sum M\right)_B / I_B} = \frac{(\lvert\vec{F}\rvert 2R) I_B}{(\lvert\vec{F}\rvert 2R) I_A} = \frac{I_B}{I_A}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \frac{\alpha_{\gamma,A}}{\alpha_{\gamma,B}} = \frac{M(2R)^2 + MR^2}{8MR^2} = \frac{5}{8}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(γ) Σε κάποια χρονική στιγμή εφαρμόζεται στο σημείο Κ του τιμονιού Β μία εφαπτομενική δύναμη $\vec{F'}$, με μέτρο $|\vec{F'}| = 2|\vec{F}|$ και κατεύθυνση όπως στο επόμενο σχήμα.



Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η κίνηση του τιμονιού. **(2 μονάδες)**

$\alpha_{\gamma,B} = \frac{\left(\sum M\right)_B}{I_B} = \frac{(\|\vec{F}\|2R)+(-\|\vec{F'}\|R)}{I_B} = \frac{\|\vec{F}\|2R-2\|\vec{F}\|R}{I_B} = 0$ **[1 μον.]** Το τιμόνι θα σταματήσει να επιταχύνεται και θα περιστρέφεται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

5. Η χαρακτηριστική κυκλική συχνότητα ενός απλού εκκρεμούς ισούται με $\omega_0 = \sqrt{g/L}$. Το εκκρεμές εκτελεί ΑΑΤ με απόσβεση, υπό την επίδραση μιας επιπρόσθετης περιοδικής δύναμης $F(t) = F_0\eta\mu(3\omega_0 t)$.

(α) Να κατονομάσετε το είδος της ταλάντωσης που εκτελεί το εκκρεμές. **(1 μονάδα)**

Το εκκρεμές εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση.	**Μονάδα 1**

(β) Να γράψετε με ποια κυκλική συχνότητα θα ταλαντώνεται το εκκρεμές. **(1 μονάδα)**

Το εκκρεμές ταλαντώνεται με την κυκλική συχνότητα της εξωτερικής περιοδικής δύναμης $w_{ekkr.} = 3w_0$.	**Μονάδα 1**

(γ) Η εξωτερική περιοδική δύναμη αποκτά τη μορφή $F(t) = F_0\eta\mu(\omega_0 t)$.

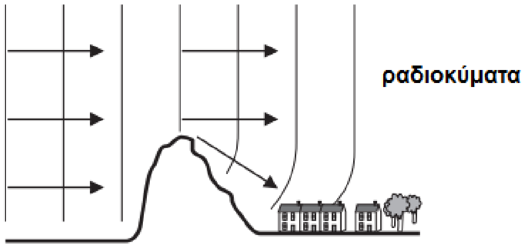
i. Να γράψετε πώς θα μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης του εκκρεμούς, σε σχέση με το πλάτος ταλάντωσης που προκαλούσε η δύναμη με κυκλική συχνότητα $3\omega_0$. Να εξηγήσετε την απάντησή σας. **(2 μονάδες)**

Το πλάτος της ταλάντωσης του εκκρεμούς θα αυξηθεί **[1 μον.]**. Η συχνότητα ω_0 είναι συχνότητα συντονισμού και επομένως έχουμε μέγιστο πλάτος **[1 μον.]** .	**Μονάδες 2**

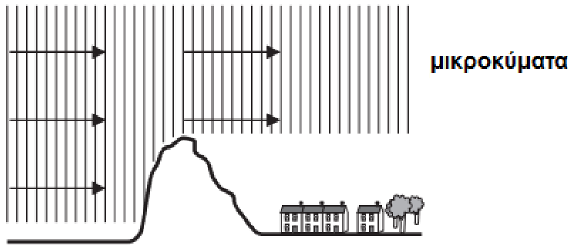
ii. Εάν η εξωτερική δύναμη διατηρήσει τη μορφή $F(t) = F_0\eta\mu(\omega_0 t)$ αλλά η απόσβεση γίνει μεγαλύτερη, να αναφέρετε πώς θα μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης του εκκρεμούς. **(1 μονάδα)**

Το πλάτος της ταλάντωσης του εκκρεμούς θα μειωθεί.	**Μονάδα 1**

6. **Α.** Τα πιο κάτω διαγράμματα απεικονίζουν τη διέλευση ραδιοκυμάτων και μικροκυμάτων πίσω από έναν λόφο.



διάγραμμα 1



διάγραμμα 2

(α) Με βάση τα σχήματα, να περιγράψετε τι επίδραση έχει ο λόφος στη διέλευση των ραδιοκυμάτων και των μικροκυμάτων. Να κατονομάσετε το φαινόμενο που παρατηρείται στα ραδιοκύματα. **(2 μονάδες)**

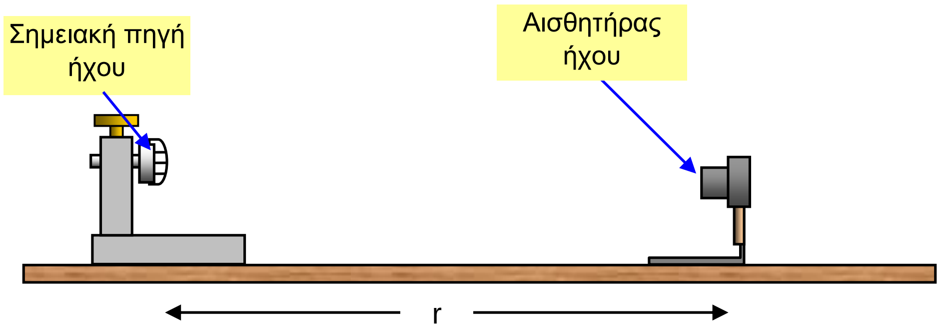
Όταν τα ραδιοκύματα περνούν από το λόφο μεταβάλλεται η διεύθυνση διάδοσης τους, ενώ τα μικροκύματα διατηρούν την αρχική διεύθυνση. **[1 μον.]** Η μεταβολή της διεύθυνσης διάδοσης των ραδιοκυμάτων κατά την πρόσπτωση τους στο λόφο ονομάζεται περίθλαση. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(β) Να εξηγήσετε γιατί, στη συγκεκριμένη περίπτωση, το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στα ραδιοκύματα και δεν παρατηρείται στα μικροκύματα.

(1 μονάδα)

Στα ραδιοκύματα το φαινόμενο της περίθλασης παρατηρείται, γιατί το μήκος κύματος είναι συγκρίσιμο με το μέγεθος του λόφου.	**Μονάδα 1**

Β. Σε ένα πείραμα μέτρησης της έντασης του ήχου σαν συνάρτηση της απόστασης από μία σημειακή πηγή, χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω πειραματική διάταξη.



Οι μαθητές κατέγραψαν την ένταση του ήχου σε διάφορες αποστάσεις από την πηγή. Οι τιμές, που σημείωσαν, ακολουθούσαν τη θεωρητική σχέση της έντασης κύματος, ως συνάρτηση της απόστασης από την πηγή. Σε απόσταση $r = 0{,}5\,\text{m}$ από την πηγή οι μαθητές μέτρησαν τιμή έντασης του ήχου $I = 1{,}2 \times 10^{-9}\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$.

(α) Να υπολογίσετε την τιμή της έντασης που μέτρησαν σε απόσταση $r = 2{,}0\,\text{m}$

(1 μονάδα)

$I_2 = I_1\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 1{,}2\times10^{-9}\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\times\left(\frac{0{,}5\,\text{m}}{2{,}0\,\text{m}}\right)^2 = 7{,}5\times10^{-11}\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$	**Μονάδα 1**

(β) Να υπολογίσετε τη διαφορά στο <u>επίπεδο της έντασης</u> του ήχου σε db, στις δύο αποστάσεις.

(1 μονάδα)

$\beta_2 - \beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 10\log\left(\frac{1{,}2\times10^{-9}\,\text{W/m}^2}{7{,}5\times10^{-11}\,\text{W/m}^2}\right) = 12\text{ db}$	**Μονάδα 1**

7. Ο Πέτρος τοποθέτησε δύο ηχεία, το ένα απέναντι από το άλλο, σε απόσταση $12{,}0\,\text{m}$. Τα σύνδεσε στην ίδια γεννήτρια ήχου (συχνοτήτων), την ρύθμισε στην τιμή $85{,}0\,\text{Hz}$ και την έθεσε σε λειτουργία. Μετά περπάτησε με σταθερή ταχύτητα $0{,}80\,\text{m/s}$ σε ευθεία γραμμή από το ένα ηχείο στο άλλο.

(α) Να προσδιορίσετε από πόσες θέσεις μεγίστων της έντασης του ήχου πέρασε κατά τη διαδρομή του. Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι ίση με $340\,\text{m/s}$.

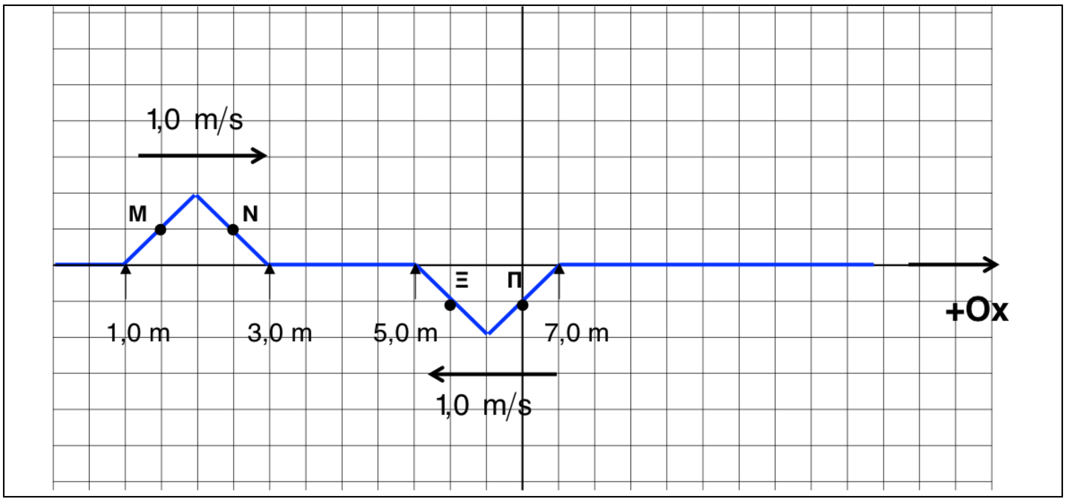
(3 μονάδες)

Οι θέσεις x των μεγίστων (ενισχυτική συμβολή) της έντασης του ήχου, μεταξύ των δύο σύμφωνων ηχείων που απέχουν απόσταση L ικανοποιούν τη σχέση: $d_2 - d_1 = \nu\lambda = (L - x) - x = L - 2x \Rightarrow \nu = \dfrac{L - 2x}{\lambda}, \quad 0 < x < L$ Ο αριθμός των μεγίστων της έντασης του ήχου ισούται με το πλήθος των επιτρεπτών τιμών του ακεραίου n. $-L/\lambda < \nu < L/\lambda$, όπου $\frac{L}{\lambda} = \frac{Lf}{\upsilon_{\eta\chi o\upsilon}} = \frac{12{,}0\text{ m}\times 85{,}0\text{ Hz}}{340\text{ m/s}} = 3$ **[1 μον.]** $-3 < \nu < 3 \Rightarrow \nu = 0, \pm 1, \pm 2.$ **[1 μον.]** Επομένως ο Πέτρος, περπατώντας από το ένα ηχείο στο άλλο εντοπίζει 5 μέγιστα της έντασης του ήχου. **[1 μον.]**	**Μονάδες 3**

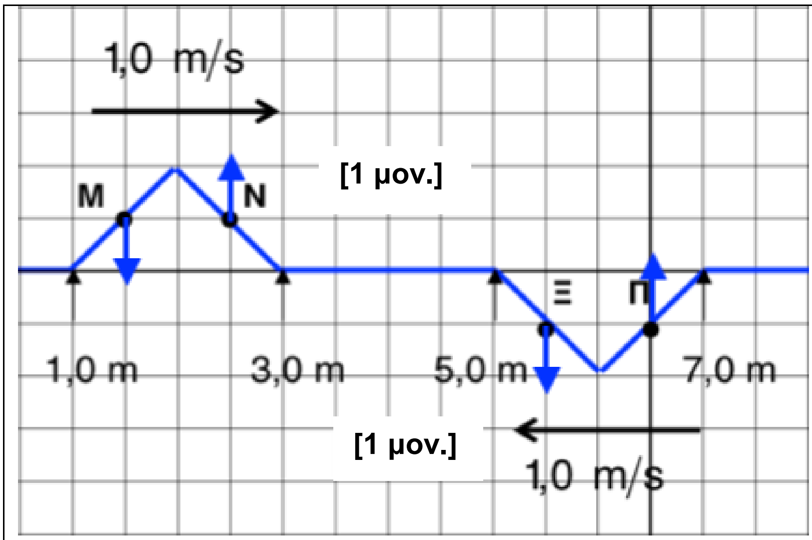
(β) Να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάστηκε ο Πέτρος να περπατήσει από ένα σημείο μέγιστης έντασης του ήχου μέχρι το επόμενο. **(2 μονάδες)**

$\lvert x_{\nu+1} - x_\nu \rvert = \left\lvert \left(\frac{L}{2} - (\nu + 1)\frac{\lambda}{2}\right) - \left(\frac{L}{2} - \nu\frac{\lambda}{2}\right) \right\rvert = \left\lvert -\frac{\lambda}{2} \right\rvert = \frac{\lambda}{2}$ **[1 μον.]** $\Delta t = \dfrac{\lvert x_{\nu+1} - x_\nu \rvert}{\upsilon_\Pi} = \dfrac{\lambda/2}{\upsilon_\Pi} = \dfrac{\upsilon_{\eta\chi o\upsilon}}{2\upsilon_\Pi f} = \dfrac{340\text{ m/s}}{2 \times 0{,}80\text{ m/s} \times 85{,}0\text{ Hz}} = 2{,}5\text{ s}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

8. Δύο συμμετρικοί παλμοί διαδίδονται σε αντίθετες κατευθύνσεις κατά μήκος ενός τεντωμένου σχοινιού. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται το στιγμιότυπο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0{,}0\,\text{s}$.

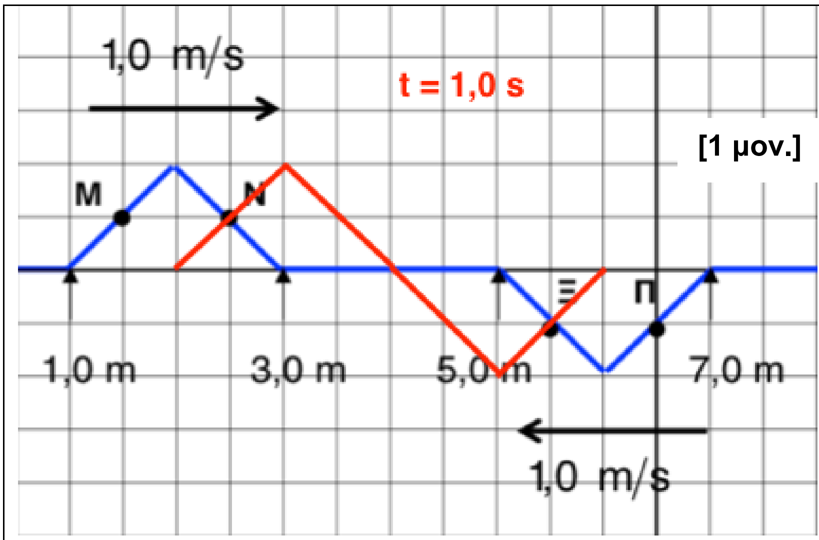
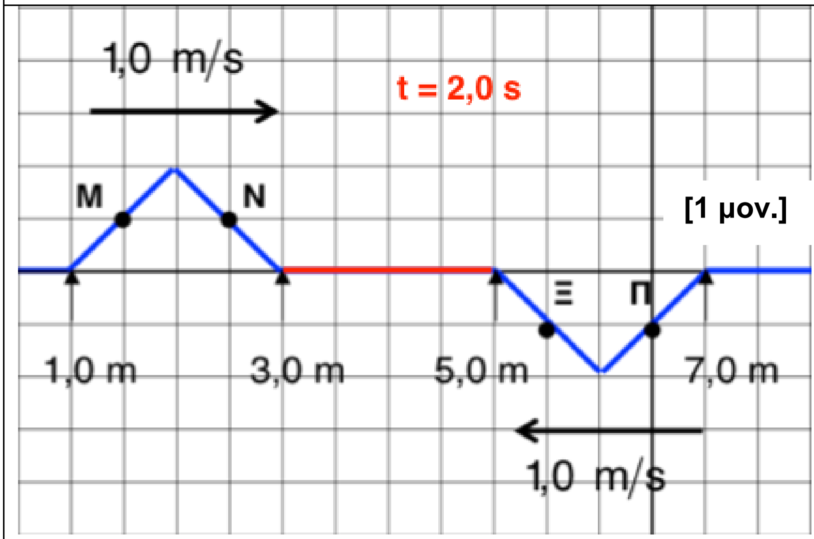
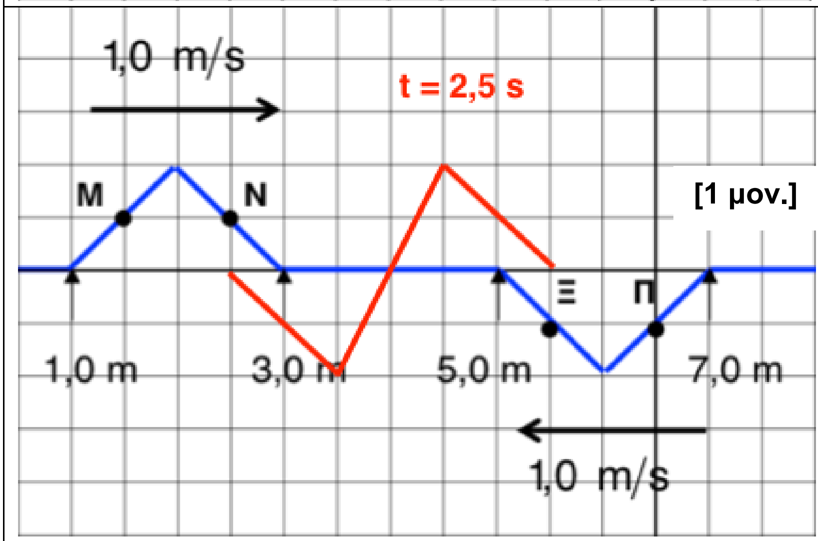


(α) Να αντιγράψετε το σχήμα στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου σας, και να σχεδιάσετε (σχηματικά) την κατεύθυνση της ωκύτητας στα σημεία Μ,Ν, Ξ και Π των παλμών. **(2 μονάδες)**

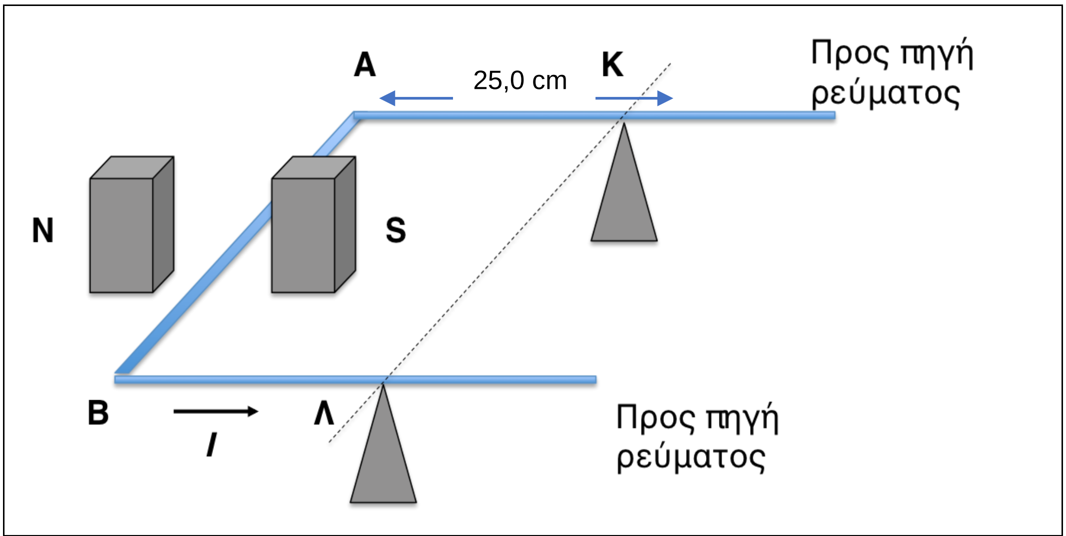


Μονάδες 2

(β) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο τις χρονικές στιγμές $t_1 = 1{,}0\,\text{s}$, $t_2 = 2{,}0\,\text{s}$ και $t_3 = 2{,}5\,\text{s}$. **(3 μονάδες)**

 1,0 m/s t = 1,0 s [1 μον.] M N Ξ Π 1,0 m 3,0 m 5,0 m 7,0 m 1,0 m/s	**Μονάδες 3**
 1,0 m/s t = 2,0 s [1 μον.] M N Ξ Π 1,0 m 3,0 m 5,0 m 7,0 m 1,0 m/s	
 1,0 m/s t = 2,5 s [1 μον.] M N Ξ Π 1,0 m 3,0 m 5,0 m 7,0 m 1,0 m/s	

9. Αγωγός ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $1,68\,\text{A}$ έχει τμήμα $8,75\times10^{-2}\,\text{m}$ του μήκους του να διέρχεται κάθετα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $4,44\times10^{-2}\,\text{T}$ όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Το κύκλωμα περιέχει διάταξη, η οποία μετρά τη ροπή κατά μήκος του άξονα ΚΛ, λόγω της δύναμης στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο.



(α) Δεδομένου ότι οι βραχίονες ΑΚ και ΒΛ έχουν μήκος 25,0 cm,να υπολογίσετε το μέτρο της ροπής της δύναμης κατά μήκος του άξονα περιστροφής ΚΛ.

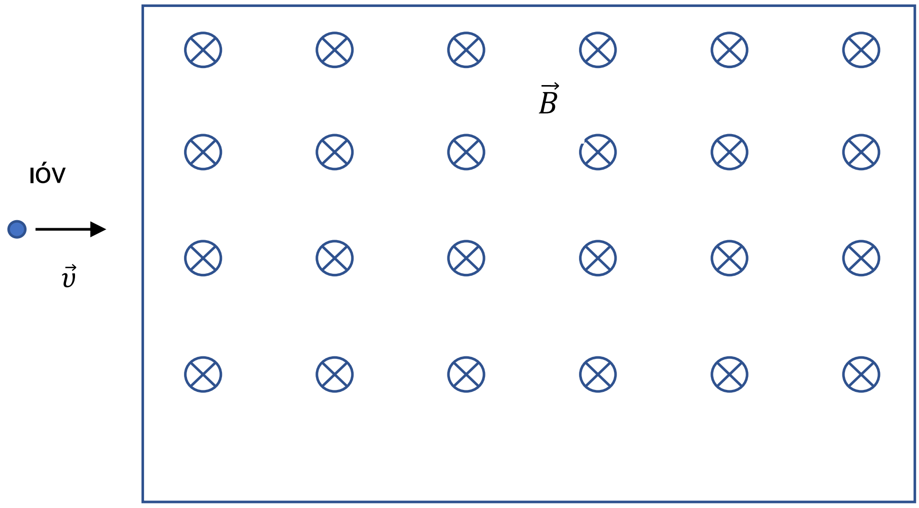
(2 μονάδες)

$\left\|\vec{F}\right\| = \left\|\vec{B}\right\| I L_{\tau\mu\eta\mu\alpha} = 4{,}44\times10^{-2}\,\text{T}\times1{,}68\,\text{A}\times8{,}75\times10^{-2}\,\text{m}$ $\Rightarrow \left\|\vec{F}\right\| = 65{,}3\times10^{-4}\,\text{N}$ **[1 μον.]** $\left\|\vec{M}_{\vec{F}}\right\| = \left\|\vec{F}\right\| L_{AK} = (\left\|\vec{B}\right\| I L_{\tau\mu\eta\mu\alpha}) L_{AK} = 65{,}3\times10^{-4}\,\text{N}\times0{,}250\,\text{m}$ $= 1{,}63\ \times10^{-4}\text{Nm}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

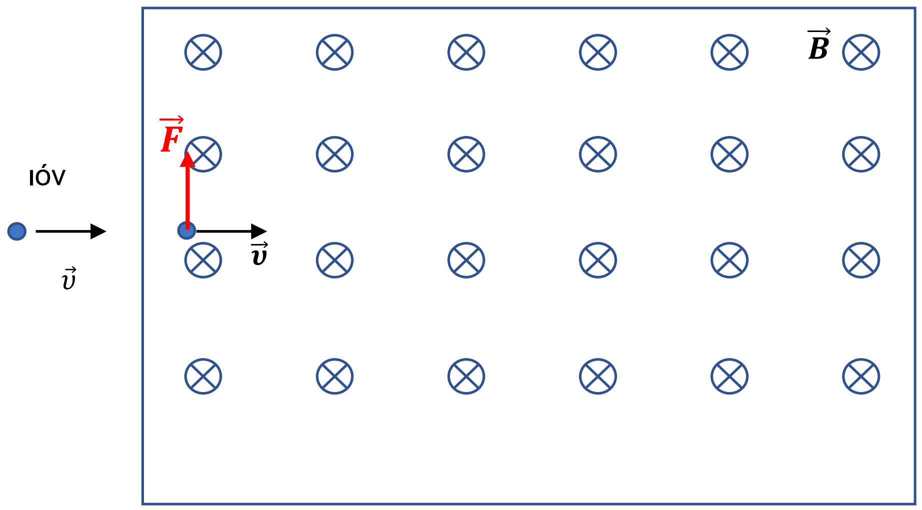
(β) Να καθορίσετε την κατεύθυνση της ροπής. **(3 μονάδες)**

Η κατεύθυνση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου είναι από τον Βόρειο πόλο (N) στον Νότιο (S). **[1 μον.]** Η κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται στο τμήμα του ρευματοφόρου αγωγού εντός του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στο μαγνητικό πεδίο με φορά προς τα πάνω. **[1 μον.]** Η ροπή της δύναμης ως προς τον άξονα περιστροφής είναι δεξιόστροφη, άρα η κατεύθυνση της ροπής είναι παράλληλη με τον άξονα περιστροφής ΚΛ με φορά από το Λ προς το Κ. **[1 μον.]**	**Μονάδες 3**

10. Στο παρακάτω διάγραμμα ένα θετικό ιόν μάζας M και φορτίου $+q$ κινούμενο με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ εισέρχεται σε περιοχή στην οποία υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, μαγνητικής επαγωγής $\vec{B}$. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο της σελίδας.



(α) Να μεταφέρετε το διάγραμμα στο τετράδιο απαντήσεών σας και να σχεδιάσετε τη δύναμη που δέχεται το ιόν από το μαγνητικό πεδίο. **(1 μονάδα)**

	**Μονάδα 1**

(β) Να εξηγήσετε γιατί το έργο της δύναμης που δέχεται το ιόν από το μαγνητικό πεδίο είναι μηδέν. **(1 μονάδα)**

Το ιόν κινείται σε κυκλική τροχιά και η δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο είναι συνεχώς κάθετη στη μετατόπιση του.	**Μονάδα 1**

(γ) Να εξηγήσετε γιατί το ιόν θα διαγράψει κυκλική τροχιά στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου. **(1 μονάδα)**

Το ιόν διαγράφει κυκλική τροχιά γιατί η δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο είναι συνεχώς κάθετη στην ταχύτητα του, επομένως επιδρά ως κεντρομόλος.	**Μονάδα 1**

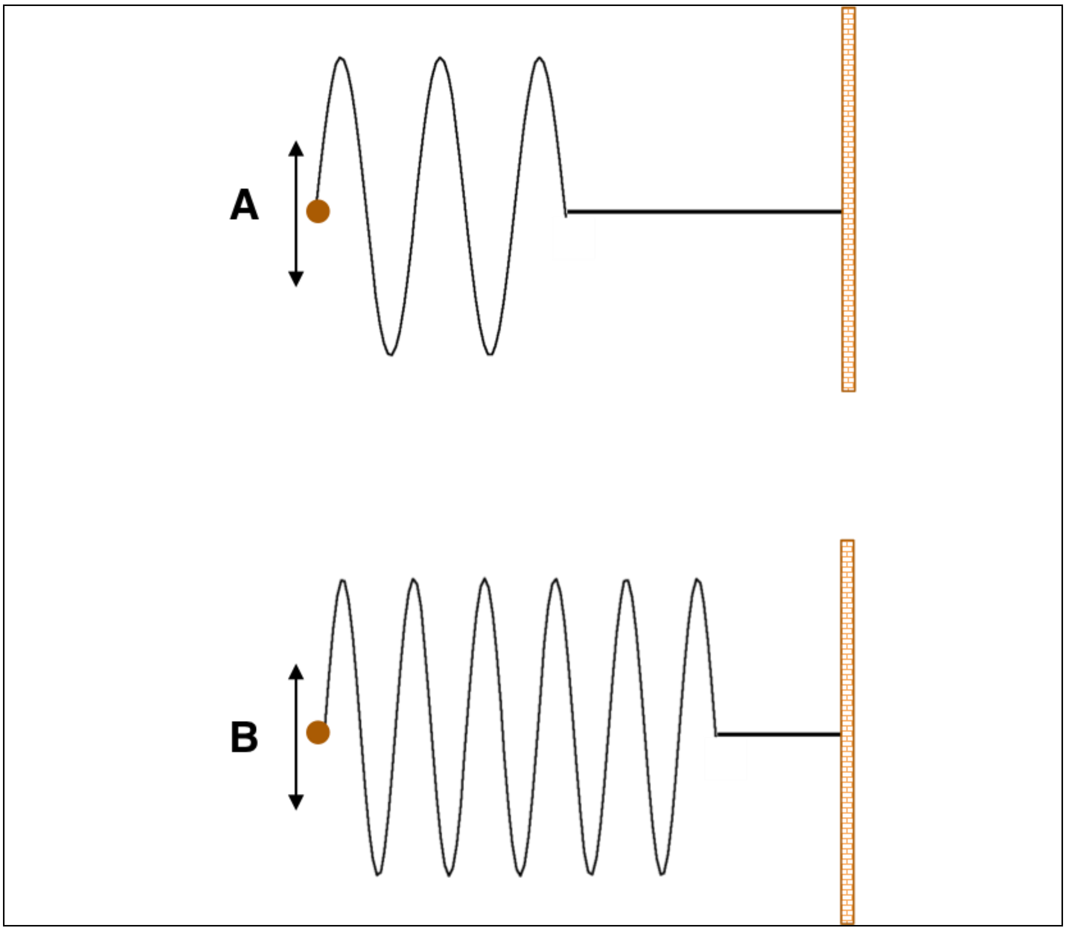
(δ) Να εξαγάγετε την σχέση υπολογισμού της ακτίνας r της κυκλικής τροχιάς που θα διαγράψει το ιόν συναρτήσει των μεγεθών $\left|\vec{B}\right|$, M, q και $\left|\vec{\upsilon}\right|$.

(2 μονάδες)

$\sum\vec{F} = \vec{F}_{\mu\alpha\gamma} \Rightarrow \left|\vec{F}_K\right| = \left|\vec{F}_{\mu\alpha\gamma}\right| \Rightarrow \frac{M\left|\vec{\upsilon}\right|^2}{r} = q\left|\vec{\upsilon}\right|\left|\vec{B}\right|$ [**1 μον.**] $\Rightarrow r = \frac{M\left|\vec{\upsilon}\right|}{q\left|\vec{B}\right|}$ [**1 μον.**]	**Μονάδες 2**

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

11. **Α.** Δύο πανομοιότυπα σχοινιά είναι στερεωμένα από το δεξί τους άκρο σε ακλόνητο τοίχο. Τα αριστερά άκρα των σχοινιών **Α** και **Β** είναι ελεύθερα. Δύο άνθρωποι κρατούν τα σχοινιά τεντωμένα από τα **Α** και **Β** και αρχίζουν να τα κινούν την ίδια χρονική στιγμή $t = 0$, παράγοντας εγκάρσια κύματα. Το σχήμα δείχνει στιγμιότυπα των δύο κυμάτων τη μεταγενέστερη χρονική στιγμή $t = t_1$.



Με βάση τα στιγμιότυπα των δύο κυμάτων, να εξηγήσετε:

(α) ποιο από τα δύο σχοινιά είναι τεντωμένο με μεγαλύτερη δύναμη.

(2 μονάδες)

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στο σχοινί με το άκρο Β, είναι μεγαλύτερη γιατί στο ίδιο χρονικό διάστημα έχει διανύσει μεγαλύτερη απόσταση από το κύμα στο σχοινί με το άκρο Α. **[1 μον.]** Επειδή τα σχοινιά είναι πανομοιότυπα, και η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στο σχοινί είναι ανάλογη της $\sqrt{F}$, το σχοινί με το άκρο Β, τείνεται με μεγαλύτερη δύναμη. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(β) ποιο από τα δύο κύματα έχει μεγαλύτερη συχνότητα. **(1 μονάδα)**

Η συχνότητα του κύματος στο σχοινί με το άκρο Β, είναι μεγαλύτερη γιατί στο ίδιο χρονικό διάστημα το άκρο Β έχει ολοκληρώσει 5 ταλαντώσεις (κύκλους) ενώ το άκρο Α στο άλλο σχοινί 2 ταλαντώσεις.	**Μονάδα 1**

Β. Ένας μαθητής δένει ένα μακρύ σχοινί σε έναν τοίχο από τη μία άκρη του και το κρατά οριζόντιο και τεντωμένο από την ελεύθερη άκρη του Α. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο μαθητής αρχίζει να κινεί το χέρι του προς τα πάνω και θέτει την ελεύθερη άκρη Α του σχοινιού σε κατακόρυφη ΑΑΤ με συχνότητα $3{,}00\,\text{Hz}$. Η απόσταση ανάμεσα στο μέγιστο και το ελάχιστο ύψος της ελεύθερης άκρης είναι $0{,}60\,m$. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $30{,}0\,\text{cm/s}$.

(α) Να προσδιορίσετε το μήκος κύματος του κύματος. **(1 μονάδα)**

$\lambda = \dfrac{\upsilon}{f} = \dfrac{30{,}0\,\text{cm/s}}{3{,}00\,\text{Hz}} = 10{,}0\,\text{cm}$	**Μονάδα 1**

(β) Να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος αρμονικού κύματος, που παράγεται από την άκρη Α. **(2 μονάδες)**

$y(x,t) = y_0 \eta\mu\left[2\pi\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x}{\lambda}\right)\right]$ $y_0 = \dfrac{0{,}60\,\text{m}}{2} = 0{,}30\,\text{m}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow y(x,t) = (0{,}30\,\text{m})\text{ημ}\left[2\pi\left(\dfrac{t}{0{,}333\,\text{s}} - \dfrac{x}{0{,}100\,\text{m}}\right)\right]$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(γ) Ένα σημείο Κ του σχοινιού βρίσκεται σε απόσταση $21{,}0\,\text{cm}$ από το άκρο Α. Να γράψετε την εξίσωση της ΑΑΤ που εκτελεί το σημείο Κ και να προσδιορίσετε την κατακόρυφη θέση του σημείου Κ τη χρονική στιγμή $t = 2{,}8\,\text{s}$.

(2 μονάδες)

$y(x = 0{,}21\text{ m}, \text{t}) = (0{,}30\text{ m})\text{ημ}\left[2\pi\left(\dfrac{t}{0{,}333\text{ s}} - \dfrac{0{,}210\text{ m}}{0{,}100\text{ m}}\right)\right]$ $y(t) = (0{,}30\text{ m})\text{ημ}\left(6\pi\ \dfrac{\text{rad}}{\text{s}} t - 4{,}20\pi\text{ rad}\right)$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $y(t = 2{,}8\text{ s}) = (0{,}30\text{ m})\text{ημ}\left(6\pi\ \dfrac{\text{rad}}{\text{s}} \times 2{,}8\text{ s} - 4{,}20\pi\text{ rad}\right)$ $\Rightarrow\quad y = (0{,}30\text{ m})\text{ημ}(12{,}6\pi\text{ rad}) = 0{,}29\text{ m}$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	**Μονάδες 2**

(δ) Να γράψετε πώς θα είχε μεταβληθεί η απάντηση στο ερώτημα **(β)** (η εξίσωση του τρέχοντος αρμονικού κύματος), εάν ο μαθητής είχε θέσει το άκρο Α σε κατακόρυφη ΑΑΤ με το ίδιο πλάτος αλλά συχνότητα $6{,}00\,\text{Hz}$. **(2 μονάδες)**

$y'(x,t) = y'_0 ημ\left[2\pi\left(\frac{t}{T'} - \frac{x}{\lambda'}\right)\right]$ $\left.\begin{array}{l} y'_0 = y_0, \quad T' = T/2, \\ \upsilon' = \upsilon \Rightarrow \lambda' f' = \lambda f \Rightarrow \lambda' = \lambda(f/2f) = \lambda/2 \end{array}\right\}$ **[1 μον.]** Άρα η εξίσωση του κύματος θα είναι: $\Rightarrow y(x,t) = (0{,}30\,\text{m})ημ\left[2\pi\left(\frac{2t}{0{,}333\,\text{s}} - \frac{2x}{0{,}100\,\text{m}}\right)\right]$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

12. **Α.** Σε ένα πείραμα Young χρησιμοποιείται μία μονοχρωματική πηγή ορατού φωτός. Ο πρώτος κροσσός ενισχυτικής συμβολής παρατηρείται σε αποστάσεις d_1 και d_2 από τις σχισμές της διάταξης Young.

(α) Να επιλέξετε μία πιθανή τιμή της διαφοράς των αποστάσεων $|d_1 - d_2|$ από τις πιο κάτω τιμές.

(i) $5\times10^{-3}\,\text{m}$, (ii) $5\times10^{-5}\,\text{m}$, (iii) $5\times10^{-7}\,\text{m}$, (iv) $5\times10^{-9}\,\text{m}$. **(1 μονάδα)**

(iii) $5\times10^{-7} m$.	**Μονάδα 1**

(β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **(1 μονάδα)**

Για πολύ μικρά μήκη κύματος, όπως του ορατού φωτός, η διαφορά των αποστάσεων d_1 και d_2 από τις σχισμές της διάταξης Young είναι πολύ μικρή και συγκρίσιμη με το μήκος κύματος.	**Μονάδα 1**

Β. Σε ένα πείραμα Young χρησιμοποιούνται εναλλάξ τρεις διαφορετικές μονοχρωματικές πηγές φωτός. Τα μήκη κύματος κάποιων από τις πηγές και οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών κροσσών ενισχυτικής συμβολής καταγράφονται στον πιο κάτω πίνακα.

Πηγή	**Μήκος κύματος της πηγής (nm)**	**Απόσταση μεταξύ διαδοχικών κροσσών ενισχυτικής συμβολής (mm)**
Α	404,4	0,8088
Β	610,4	

Γ		1,100

(α) Να υπολογίσετε τις τιμές που αντιστοιχούν στα κενά στοιχεία του πίνακα.

(2 μονάδες)

$\frac{x}{D}=\frac{\nu\lambda}{\alpha}\Rightarrow x_{\nu+1}-x_{\nu}=D\frac{\lambda}{\alpha}\Rightarrow\frac{D}{\alpha}=\frac{x_{\nu+1}-x_{\nu}}{\lambda}$ $\Rightarrow\frac{D}{\alpha}=\frac{(x_{\nu+1}-x_{\nu})_{\mathrm{A}}}{\lambda_{\mathrm{A}}}=\frac{0{,}8088\times10^{-3}\mathrm{m}}{404{,}4\times10^{-9}\mathrm{m}}=2000,$ $(x_{\nu+1}-x_{\nu})_{\mathrm{B}}=\left(\frac{D}{\alpha}\right)\times\lambda_{\mathrm{B}}=2000,\times610{,}4\times10^{-9}\mathrm{m}=1{,}221\mathrm{mm}$ **[1 μον.]** $\lambda_{\Gamma}=\left(\frac{\alpha}{D}\right)\times(x_{\nu+1}-x_{\nu})_{\mathrm{B}}=0{,}5\times10^{-3}\times1{,}100\mathrm{mm}=550{,}0\mathrm{nm}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(β) Η απόσταση μεταξύ των σχισμών του πειράματος είναι $0{,}20\mathrm{mm}$. Να υπολογίσετε την απόσταση D των σχισμών από το πέτασμα, πάνω στο οποίο σχηματίζονται οι κροσσοί. **(1 μονάδα)**

$\frac{D}{\alpha}=2000,\Rightarrow D=2000,\times0{,}20\mathrm{mm}=0{,}40\mathrm{m}$	**Μονάδα 1**

(γ) Εάν διπλασιασθεί η απόσταση των σχισμών από το πέτασμα, με ποιον τρόπο θα μεταβληθούν τα πιο κάτω μεγέθη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
i. οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών κροσσών ενισχυτικής συμβολής και **ii.** οι γωνίες, στις οποίες σχηματίζονται οι διάφοροι κροσσοί ενισχυτικής συμβολής.

(2 μονάδες)

i. Οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών κροσσιών ενισχυτικής συμβολής θα διπλασιασθούν, γιατί είναι ανάλογες της απόστασης των σχισμών από το πέτασμα. **[1 μον.]** **ii.** Οι γωνίες στις οποίες σχηματίζονται οι διάφοροι κροσσοί ενισχυτικής συμβολής δεν θα μεταβληθούν, γιατί είναι ανεξάρτητες της απόστασης των σχισμών από το πέτασμα. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(δ) Εάν χρησιμοποιήσουμε πηγή λευκού φωτός στη διάταξη Young, παρατηρούμε ότι σχηματίζεται ένας λευκός κεντρικός κροσσός ενισχυτικής συμβολής, και κροσσοί ενισχυτικής συμβολής πρώτης τάξης με διαφορετικά χρώματα. Να κατατάξετε τους κροσσούς ενισχυτικής συμβολής πρώτης τάξης με κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα κατά αύξουσα απόσταση από τον κεντρικό λευκό κροσσό. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **(3 μονάδες)**

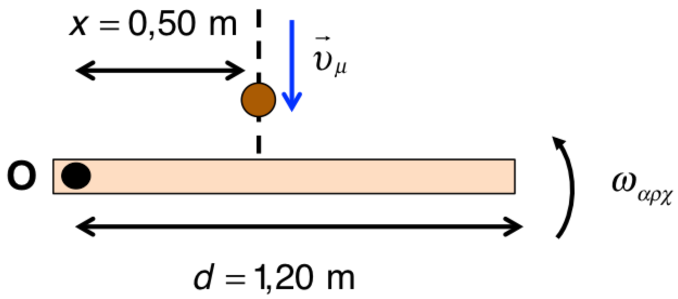
$x_{\nu=1,\chi\rho\acute{\omega}\mu\alpha} = D\dfrac{\lambda_{\chi\rho\acute{\omega}\mu\alpha}}{\alpha}$ [**1 μον.**] $\lambda_{\kappa o\kappa\iota.} > \lambda_{\pi\rho\alpha\sigma.} > \lambda_{\mu\pi\lambda\varepsilon}$ [**1 μον.**] $\Rightarrow x_{1,\mu\pi\lambda\varepsilon} < x_{1,\pi\rho\alpha\sigma.} < x_{1,\kappa o\kappa\iota.}$ [**1 μον.**]	**Μονάδες 3**

13. **Α.** Εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, οι πάγοι στους πόλους της Γης λιώνουν σταδιακά. Το νερό, που προκύπτει από την τήξη των πάγων, κατανέμεται στους ωκεανούς. Να εξηγήσετε ποια επίδραση έχει αυτό το φαινόμενο στη διάρκεια του ημερονυχτίου. **(3 μονάδες)**

Η κατανομή του νερού στους ωκεανούς που προκύπτει από την τήξη των πάγων στους πόλους έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ροπής αδράνειας της Γης ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από τους δύο πόλους της. **[1 μον.]** Επειδή η στροφορμή της Γης διατηρείται σταθερή κατά μήκος του άξονα περιστροφής, η γωνιακή ταχύτητα της θα μειωθεί (η περίοδος περιστροφής θα αυξηθεί). **[1 μον.]** Επομένως, η διάρκεια του ημερονυχτίου θα μεγαλώσει. **[1 μον.]**	**Μονάδες 3**

Β. Το επόμενο σχήμα απεικονίζει την κάτοψη μιας πόρτας με μάζα $m_{\Pi} = 25{,}0$ kg και πλάτος $d = 1{,}20$ m. Αρχικά η πόρτα περιστρέφεται αριστερόστροφα με γωνιακή ταχύτητα $\omega_{\alpha\rho\chi} = 0{,}5$ rad/s γύρω από τον άξονα περιστροφής **Oz** που είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας και διέρχεται από το σημείο **O**. Η ροπή αδράνειας της πόρτας ως προς τον άξονα περιστροφής **Oz** είναι ίση με $I = \frac{1}{3}m_{\Pi}d^2$. Μία μπάλα μάζας $m_M = 1{,}0$ kg κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $\upsilon_{\mu} = 2{,}0$ m/s και συγκρούεται κάθετα με την πόρτα, σε απόσταση $x = 0{,}50$ m από τον άξονα περιστροφής **Oz**. Η σύγκρουση θεωρείται στιγμιαία.

ΚΑΤΟΨΗ



Μετά τη σύγκρουση, η ταχύτητα της μπάλας αποκτά <u>αντίθετη φορά</u> από την αρχική ταχύτητα και μέτρο $u_m/4$.

Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της πόρτας μετά τη σύγκρουση και να καθορίσετε την κατεύθυνση περιστροφής της (δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα). **(4 μονάδες)**

Η σύγκρουση της μπάλας με την πόρτα θεωρείτε στιγμιαία, επομένως η στροφορμή του συστήματος μπάλα – πόρτα διατηρείται σταθερή. $\sum M_{\varepsilon\xi\omega,z} = \frac{\Delta L_{\sigma\upsilon\sigma\tau}}{\Delta t}, \quad \Delta t \to 0 \Rightarrow \sum M_{\varepsilon\xi\omega,z} = 0$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \sum L_{\tau\varepsilon\lambda,z} = \sum L_{\alpha\rho\chi,z} \Rightarrow L^{\Pi}_{\alpha\rho\chi} + L^{\mathrm{M}}_{\alpha\rho\chi} = L^{\Pi}_{\tau\varepsilon\lambda} + L^{\mathrm{M}}_{\tau\varepsilon\lambda}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow I_\Pi \omega_{\alpha\rho\chi} + (-m_\mathrm{M} x \upsilon_\mu) = I_\Pi \omega_{\tau\varepsilon\lambda} + (m_\mathrm{M} x \upsilon_\mu/4)$ **[1 μον.]** $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} = \omega_{\alpha\rho\chi} - \frac{5 m_\mathrm{M} x \upsilon_\mu}{4 I_\Pi} = \omega_{\alpha\rho\chi} - \frac{15 m_\mathrm{M} x \upsilon_\mu}{4 m_\Pi d^2}$ $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} = 0{,}5\,\text{rad/s} - \frac{15 \times 1{,}0\,\text{kg} \times 0{,}50\,\text{m} \times 2{,}0\,\text{m/s}}{4 \times 25{,}0\,\text{kg} \times (1{,}20\,\text{m})^2} = 0{,}4\,\text{rad/s}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 4**

Γ. Ποιο θα έπρεπε να είναι το ελάχιστο μέτρο u_m της ταχύτητας της μπάλας μόλις πριν τη σύγκρουση, έτσι ώστε μετά τη σύγκρουση η φορά περιστροφής της πόρτας να αντιστραφεί; (Να θεωρήσετε πάλι ότι μετά τη σύγκρουση η ταχύτητα της μπάλας αποκτά αντίθετη φορά και μέτρο $u_m/4$). **(3 μονάδες)**

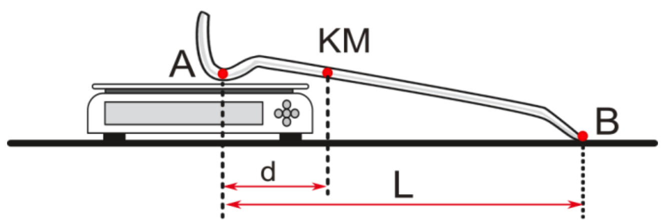
Το ελάχιστο μέτρο u_m της ταχύτητας της μπάλας μόλις πριν τη σύγκρουση, προκύπτει από τη σχέση $W_{tel} = 0$. **[1 μον.]** $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} = \omega_{\alpha\rho\chi} - \frac{5 m_\mathrm{M} x \upsilon_\mu}{4 I_\Pi} = 0 \Rightarrow \upsilon_\mu = \frac{4 I_\Pi \omega_{\alpha\rho\chi}}{5 m_\mathrm{M} x} = \frac{4 M_\Pi d^2 \omega_{\alpha\rho\chi}}{15 m_\mathrm{M} x}$	**Μονάδες 3**

[1 μον.] $\Rightarrow \upsilon_\mu = \dfrac{4\times 25{,}0\text{kg}\times(1{,}20\text{m})^2\times 0{,}5\text{rad/s}}{15\times 1{,}0\text{kg}\times 0{,}50\text{m}} = 9{,}6\text{m/s}$ **[1 μον.]**	

14. **Α.** Να γράψετε τις δύο αναγκαίες συνθήκες στατικής ισορροπίας στερεού σώματος. **(2 μονάδες)**

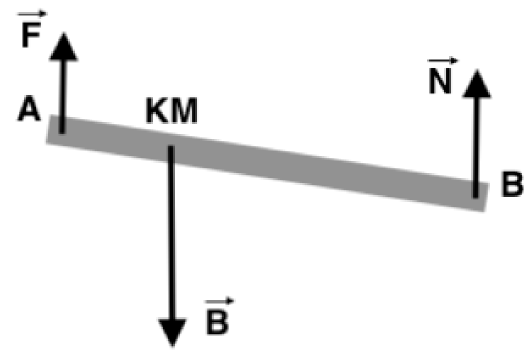
1. Αφού το ΚΜ του σώματος ηρεμεί, η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων μηδενίζεται: $\sum \vec{F}_{\varepsilon\xi\omega\tau} = \vec{0}$. **[1 μον.]** 2. Αφού το σώμα δεν περιστρέφεται, έχει μηδενική γωνιακή ταχύτητα. Το άθροισμα των εξωτερικών ροπών στο σώμα μηδενίζεται ως προς οποιοδήποτε σημείο του χώρου: $\sum \vec{M}_{\varepsilon\xi\omega\tau} = \vec{0}$. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

Β. Ο λοστός του επόμενου σχήματος έχει μάζα $M = 1{,}35\text{kg}$ και ισορροπεί ακουμπώντας στο σημείο Α της ζυγαριάς και στο σημείο Β της λείας επιφάνειας του τραπεζιού. Η απόσταση ανάμεσα στα σημεία Α και Β είναι $L = 90{,}0\text{cm}$. Το κέντρο μάζας (ΚΜ) του λοστού βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση $d = L/3$ από το σημείο Α.



(α) Να σχεδιάσετε στο τετράδιο σας το διάγραμμα ελεύθερου σώματος για τον λοστό. **(1 μονάδα)**

	Μονάδα 1

(β) Να υπολογίσετε τις δυνάμεις από τη ζυγαριά και το έδαφος στον λοστό. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 9{,}81\,\text{m/s}^2$. **(2 μονάδες)**

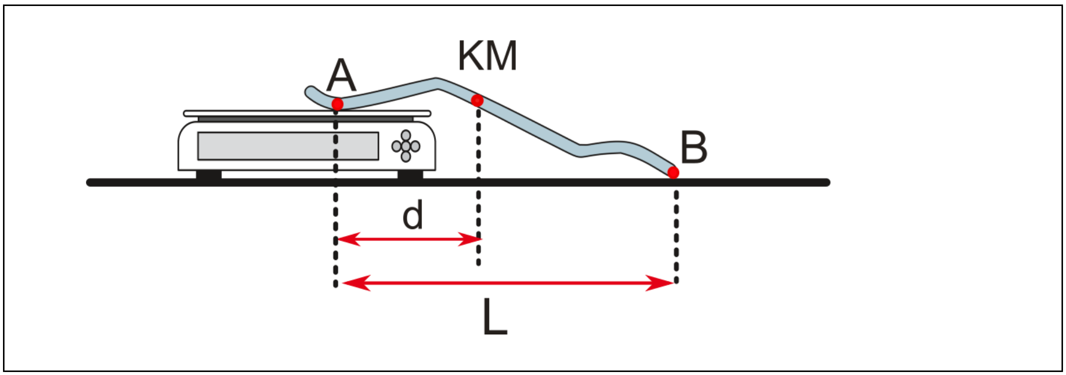
Εφαρμόζουμε την δεύτερη συνθήκη στατικής ισορροπίας ως προς το σημείο Β: $\sum M_{\varepsilon\xi\omega\tau} = 0 \Rightarrow -\left\|\vec{F}\right\| \times L + \left\|\vec{B}\right\|(L-d) = 0 \Rightarrow \left\|\vec{F}\right\| = \frac{Mg(L-d)}{L}$. $\Rightarrow \left\|\vec{F}\right\| = \frac{Mg(L-L/3)}{L} = \frac{2}{3}Mg = \frac{2}{3}\times 1{,}35\,\text{kg}\times 9{,}81\,\text{m/s}^2 = 8{,}83\,\text{N}$ **[1 μον.]** Από την πρώτη συνθήκη στατικής ισορροπίας: $\sum F_{\varepsilon\xi\omega\tau} = 0 \Rightarrow F+B+N = 0 \Rightarrow N = -F-B \Rightarrow \left\|\vec{N}\right\| = \left\|\vec{B}\right\| - \left\|\vec{F}\right\|$ $\Rightarrow \left\|\vec{N}\right\| = \left\|\vec{B}\right\| - \left\|\vec{F}\right\| = Mg - \frac{2}{3}Mg = \frac{1}{3}Mg = 4{,}41\,\text{N}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

(γ) Να υπολογίσετε την ένδειξη της ζυγαριάς. **(2 μονάδες)**

Στη ζυγαριά ασκείται η δύναμη $\vec{F'}$ από το λοστό στο σημείο Α (ζεύγος δράσης – αντίδρασης με την δύναμη $\vec{F}$ από τη ζυγαριά στο λοστό). Επομένως $\left\|\vec{F'}\right\| = \left\|\vec{F}\right\|$. **[1 μον.]** Η ένδειξη της ζυγαριάς αντιστοιχεί σε φαινομενική μάζα με βάρος ίσο με το μέτρο της δύναμης που ασκείται σε αυτή. $\left\|\vec{F'}\right\| = \left\|\vec{F}\right\| \Rightarrow M_{\varphi\alpha\iota\nu}g = \frac{2}{3}Mg \Rightarrow M_{\varphi\alpha\iota\nu} = \frac{2}{3}\times 1{,}35\,\text{kg} = 0{,}90\,\text{kg}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

Γ. Ένα άλλο αντικείμενο μάζας $M = 1{,}20\,\text{kg}$ τοποθετείται στη ζυγαριά με παρόμοιο τρόπο. Η απόσταση μεταξύ των δύο σημείων Α, Β είναι $L = 55{,}0\,\text{cm}$

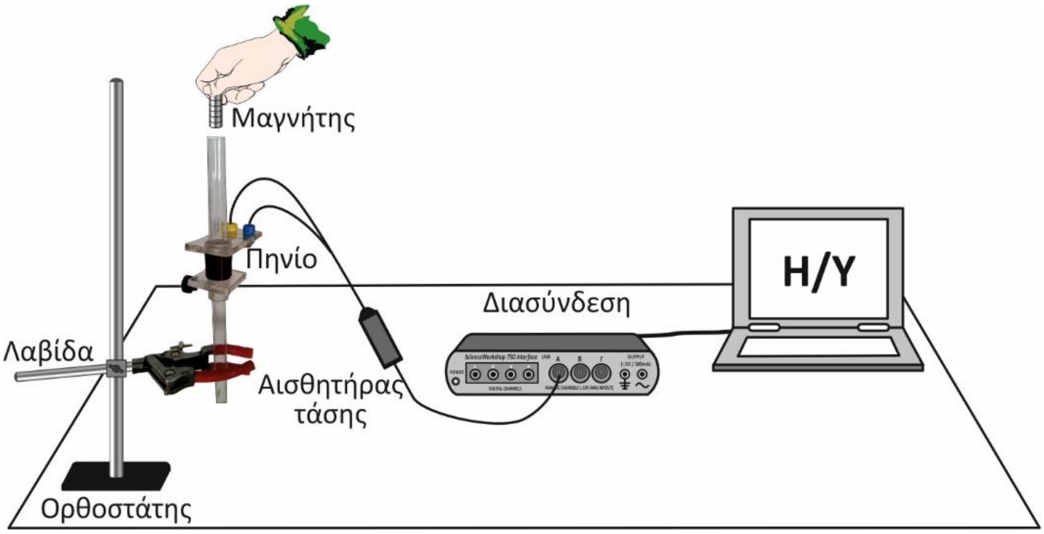
.



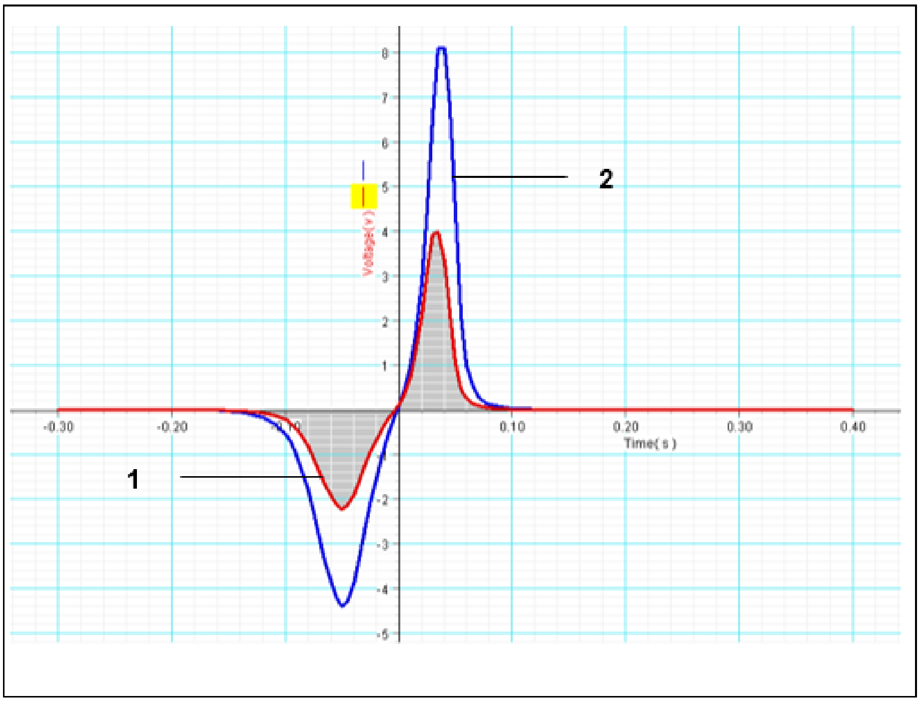
Να υπολογίσετε την οριζόντια απόσταση d του κέντρου μάζας του αντικειμένου από το σημείο Α, εάν η ένδειξη της ζυγαριάς είναι $M_{φαιν} = 0{,}50\,\text{kg}$. **(3 μονάδες)**

Εφαρμόζουμε την δεύτερη συνθήκη στατικής ισορροπίας ως προς το σημείο Β: $\sum M_{εξωτ} = 0 \Rightarrow -\lvert\vec{F}\rvert \times L + \lvert\vec{B}\rvert(L-d) = 0 \Rightarrow d = \dfrac{(Mg-\lvert\vec{F}\rvert)L}{Mg}$. **[1 μον.]** $\lvert\vec{F'}\rvert = \lvert\vec{F}\rvert = M_{φαιν}g$ **[1 μον.]** $\Rightarrow d = \dfrac{(Mg - M_{φαιν}g)L}{Mg} = L(1-\dfrac{M_{φαιν}}{M}) = 55{,}0\,\text{cm} \times (1-\dfrac{0{,}50\,\text{kg}}{1{,}20\,\text{kg}})$ $\Rightarrow d == 32{,}1\text{cm}$ **[1 μον.]**	**Μονάδες 3**

15. **Α.** Σε πείραμα μελέτης της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω πειραματική διάταξη.



Οι μαθητές άφηναν μαγνήτη από κάποιο ύψος να περάσει μέσα από πηνίο μέχρι να εξέλθει πλήρως και έλαβαν στην οθόνη του υπολογιστή την πιο κάτω γραφική παράσταση. Η γραφική παράσταση δίνει την επαγόμενη τάση σε σχέση με το χρόνο.



(α) Να απαντήσετε τις πιο κάτω ερωτήσεις που αφορούν την καμπύλη 1.

i. Γιατί η επαγόμενη τάση είναι μεγαλύτερη κατ' απόλυτη τιμή στο δεύτερο τμήμα της καμπύλης; **(2 μονάδες)**

Η επαγόμενη τάση στα άκρα του πηνίου είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής στο πηνίο $E_{epag} = -\Delta\Phi / \Delta t$. **[1 μον.]** Η ταχύτητα του μαγνήτη καθώς εισέρχεται στο πηνίο είναι μικρότερη από την ταχύτητα του όταν εξέρχεται, επομένως ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής κατά την έξοδο του	**Μονάδες 2**

μαγνήτη είναι μεγαλύτερος, από ότι κατά την είσοδο $Dt_{eis.} > Dt_{exo.}$ **[1 μον.]**	

ii. Τι εκφράζει το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη 1; **(1 μονάδα)**

Τη συνολική μαγνητική ροή στο πηνίο κατά τη διέλευση του μαγνήτη από αυτό.	**Μονάδα 1**

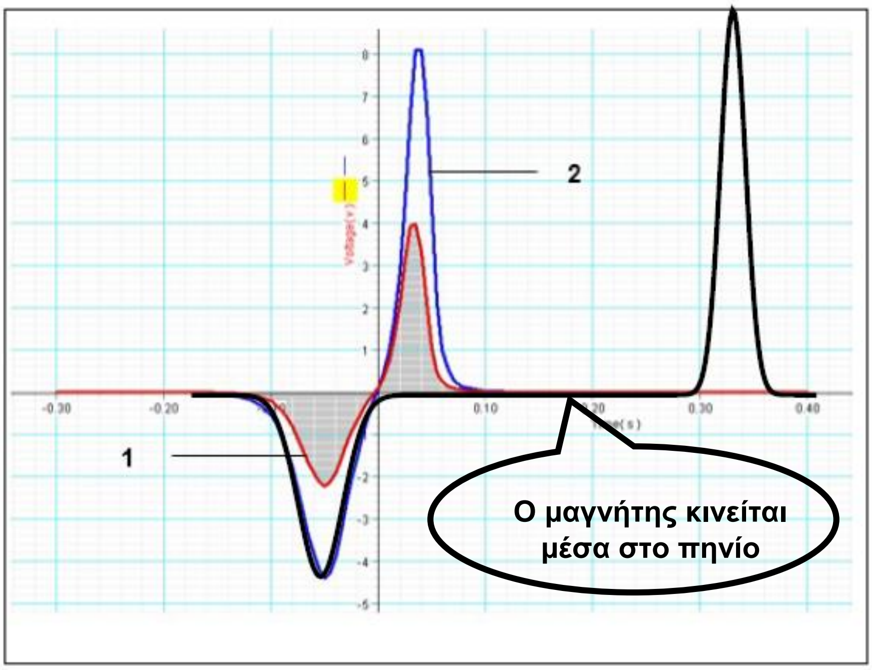
iii. Ποια η σχέση των δύο εμβαδών δεξιά και αριστερά της αρχής των αξόνων; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(2 μονάδες)**

Η συνολική μαγνητική ροή στο πηνίο κατά τη διέλευση του μαγνήτη από αυτό είναι μηδενική, αφού ο ίδιος μαγνήτης εισέρχεται και εξέρχεται από το πηνίο. **[1 μον.]** Επομένως, $\sum \Phi = 0 \Rightarrow \Phi_{\varepsilon\iota\sigma} + \Phi_{\varepsilon\xi o} = 0 \Rightarrow \Phi_{\varepsilon\iota\sigma} = -\Phi_{\varepsilon\xi o}$. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο εμβαδά έχουν την ίδια απόλυτη τιμή. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

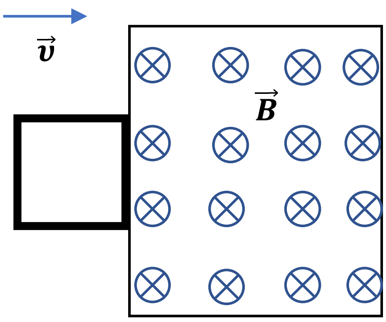
(β) Να γράψετε 2 πιθανές αλλαγές που μπορεί να έγιναν στην πειραματική διαδικασία ώστε να πάρουμε τη καμπύλη 2. **(2 μονάδες)**

Αλλαγή 1: Χρησιμοποιήθηκε πιο ισχυρός μαγνήτης. **[1 μον.]** Αλλαγή 2: Χρησιμοποιήθηκε πηνίο με μεγαλύτερο αριθμό σπειρών. **[1 μον.]**	**Μονάδες 2**

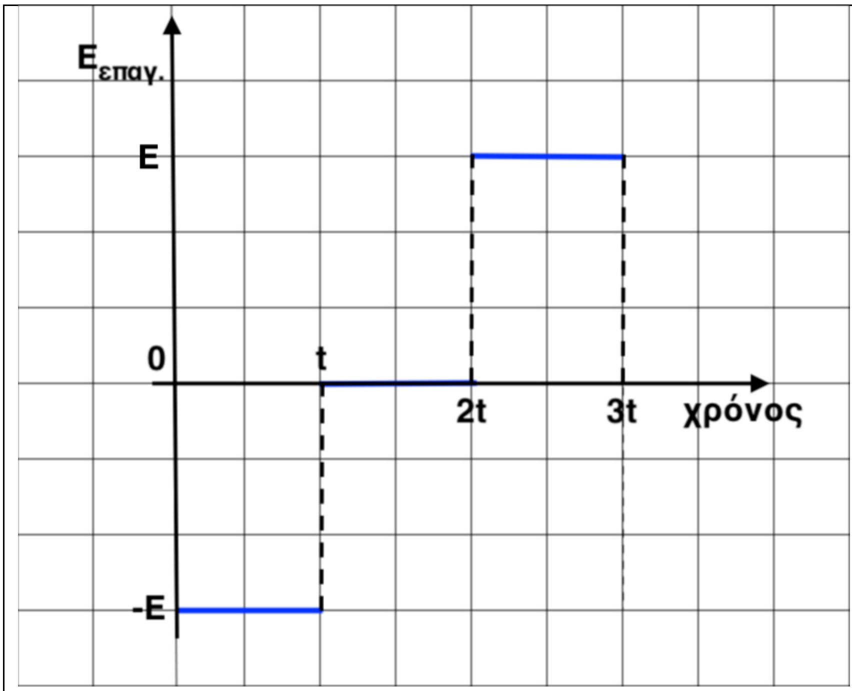
(γ) Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη μορφή της καμπύλης, εάν το μήκος του πηνίου ήταν πολύ μεγαλύτερο από το μήκος του μαγνήτη. **(1 μονάδα)**

	**Μονάδα 1**

Β. Άλλη ομάδα μαθητών πραγματοποιεί πείραμα με τη χρήση τετράγωνου πηνίου (σχήμα). Εισάγουν με σταθερή ταχύτητα, τετράγωνο μικρό πηνίο κάθετα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, το οποίο έχει έκταση κατά μήκος της κίνησης του πηνίου, διπλάσια από την πλευρά του πηνίου.



(α) Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη μορφή της γραφικής παράστασης της επαγόμενης τάσης σε σχέση με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που αρχίζει να εισέρχεται το πηνίο στο μαγνητικό πεδίο μέχρι τη στιγμή που εξέρχεται ολόκληρο. **(1 μονάδα)**

	**Μονάδα 1**

(β) Να εξηγήσετε τη μορφή που σχεδιάσατε. **(1 μονάδα)**

Η επαγόμενη τάση στα άκρα του πλαισίου προκύπτει από το νόμο του Faraday: $E_{επαγ.} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(\lvert\vec{B}\rvert A)}{\Delta t} = -\lvert\vec{B}\rvert\frac{\Delta A}{\Delta t}$ Στο χρονικό διάστημα μέχρι να εισέλθει εντελώς το πλαίσιο στο μαγνητικό πεδίο ο ρυθμός μεταβολής της επιφάνειας που διαρρέεται από τη μαγνητική ροή $\Delta A/\Delta t$ είναι θετικός και σταθερός επειδή το πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα. Στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο το πλαίσιο είναι εξολοκλήρου μέσα στο μαγνητικό πεδίο, ο ρυθμός μεταβολής της επιφάνειας που διαρρέεται από τη μαγνητική ροή είναι μηδενικός, επομένως η επαγόμενη τάση είναι μηδέν. Στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο το πλαίσιο εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, ο ρυθμός μεταβολής της επιφάνειας που διαρρέεται από τη μαγνητική ροή είναι αρνητικός και σταθερός.	**Μονάδα 1**

ΤΕΛΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ