

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΛΕΥΚΩΣΙΑ**

ΟΔΗΓΟΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ

**ΓΡΑΠΤΕΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016
ΛΥΚΕΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ**

Β΄ ΣΕΙΡΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ : ΦΥΣΙΚΗ

ΧΡΟΝΟΣ : 3 ώρες

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 31/05/2016

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ : 15.30

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 $\frac{1}{2}$ ή $\frac{1}{4}$ της μονάδας.
- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα για 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.

- Η πλάγια γραμμή / ακολουθούμενη από το διαζευκτικό ή σημαίνει, εναλλακτικές ορθές λέξεις – προτάσεις – αριθμητικές λύσεις που δυνατόν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές.
- Τετράγωνες παρενθέσεις [...] δίνουν συγκεκριμένες οδηγίες ή επεξηγήσεις.
- Οι αγκύλες {...} περιέχουν λέξεις-προτάσεις οι οποίες δεν είναι απαραίτητες για να κερδίσει τη μονάδα ο μαθητής.
- 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. Γενικά θα γίνονται αποδεκτά 2 με 4 σ.ψ.
- Η χρήση του $g = 10 \text{ m/s}^2$ 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 δίνεται μονάδα για την ευκρίνεια στη διατύπωση.

Οι πιο κάτω απαντήσεις 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.

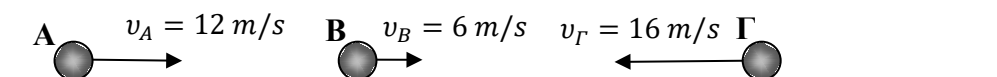
**ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΝΕΑ (9) ΣΕΛΙΔΕΣ
ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΔΥΟ (2) ΣΕΛΙΔΩΝ.**

Το δοκίμιο περιλαμβάνει δεκαπέντε (15) ερωτήσεις.

Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από δέκα (10) ερωτήσεις των πέντε (5) μονάδων η καθεμιά

1. Τρία υλικά σημεία A, B και Γ κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Στο σχήμα φαίνονται και τα μέτρα των ταχυτήτων των υλικών σημείων.



Αν οι μάζες των υλικών σημείων είναι $m_A = 0,2 \text{ kg}$, $m_B = 0,3 \text{ kg}$ και $m_\Gamma = 0,5 \text{ kg}$,

- α. να υπολογίσετε το μέτρο της ορμής του συστήματος των τριών σημείων, (3 μονάδες)

$$\vec{P}_{ολ} = \vec{P}_A + \vec{P}_B + \vec{P}_\Gamma \Rightarrow P_{ολ} = P_A + P_B - P_\Gamma \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$P_{ολ} = m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B - m_\Gamma \cdot v_\Gamma = 0,2 \cdot 12 + 0,3 \cdot 6 - 0,5 \cdot 16 \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$P_{ολ} = -3,8 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

- β. να προσδιορίσετε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος. (2 μονάδες)

$$P_{ολ} = M_{ολ} \cdot v_{κ.μ.} \Rightarrow v_{κ.μ.} = \frac{P_{ολ}}{M_{ολ}} = \frac{-3,8}{0,2+0,3+0,5} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$v_{κ.μ.} = -3,8 \text{ m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

2. α. Να διατυπώσετε το γενικευμένο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, ο οποίος δίνεται από τη σχέση $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$.

(1 μονάδα)

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος ή συστήματος σωμάτων είναι ίσος με τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα ή στο σύστημα.

β. Να εξηγήσετε για ποιες περιπτώσεις ο νόμος αυτός μπορεί να γραφτεί στη μορφή $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.

(2 μονάδες)

Από τον γενικευμένο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα προκύπτει ότι

$$F = \frac{d(mv)}{dt} = v \frac{dm}{dt} + m \frac{dv}{dt} = v \frac{dm}{dt} + m \cdot a \quad \text{(1 μον.)}$$

Από την πιο πάνω σχέση προκύπτει ότι ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα μπορεί να γραφτεί στη μορφή $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, όταν $\frac{dm}{dt} = 0$, δηλαδή όταν η μάζα του συστήματος παραμένει σταθερή. (1 μον.)

γ. Να γράψετε ποια από τις δύο πιο πάνω σχέσεις θα χρησιμοποιούσατε για τη μελέτη της κίνησης ενός πυραύλου. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Για τη μελέτη της κίνησης ενός πυραύλου θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση

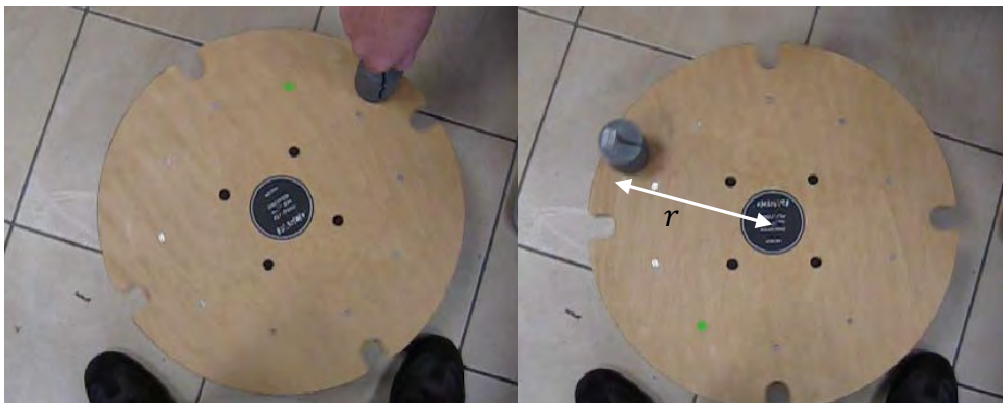
$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ (1 μον.), αφού κατά την κίνηση του πυραύλου η μάζα του δεν παραμένει σταθερή, λόγω της εκτόξευσης των αερίων που παράγονται κατά την καύση των καυσίμων του πυραύλου (1 μον.).

3. α. Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής.

(1 μονάδα)

Η στροφορμή ενός συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερή όταν ή συνισταμένη των ροπών των δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα είναι ίση με μηδέν.

β. Μια ομάδα μαθητών θέλει να υπολογίσει τη ροπή αδράνειας μιας πλατφόρμας, η οποία μπορεί να περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιεί το ακόλουθο πείραμα. Θέτει σε περιστροφική κίνηση την πλατφόρμα και μετρά τη γωνιακή της ταχύτητα ω_1 . Στη συνέχεια ένας μαθητής αφήνει να πέσει πάνω στην πλατφόρμα, σε απόσταση r από το κέντρο της, ένα σώμα μάζας m και η ομάδα μετρά τη νέα γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας, ω_2 .



Οι μετρήσεις που πήρε η ομάδα είναι οι εξής:

$$m = 1,000 \text{ kg}, \quad r = 20,4 \text{ cm}, \quad \omega_1 = 4,25 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad \omega_2 = 2,74 \frac{\text{rad}}{\text{s}}.$$

Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας της πλατφόρμας. Η απάντησή σας να δοθεί με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(4 μονάδες)

Για το σύστημα πλατφόρμα – σώμα εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της στροφορμής. Η στροφορμή του συστήματος πριν την πτώση του σώματος στην πλατφόρμα είναι ίση με τη στροφορμή του συστήματος μετά την πτώση. Άρα

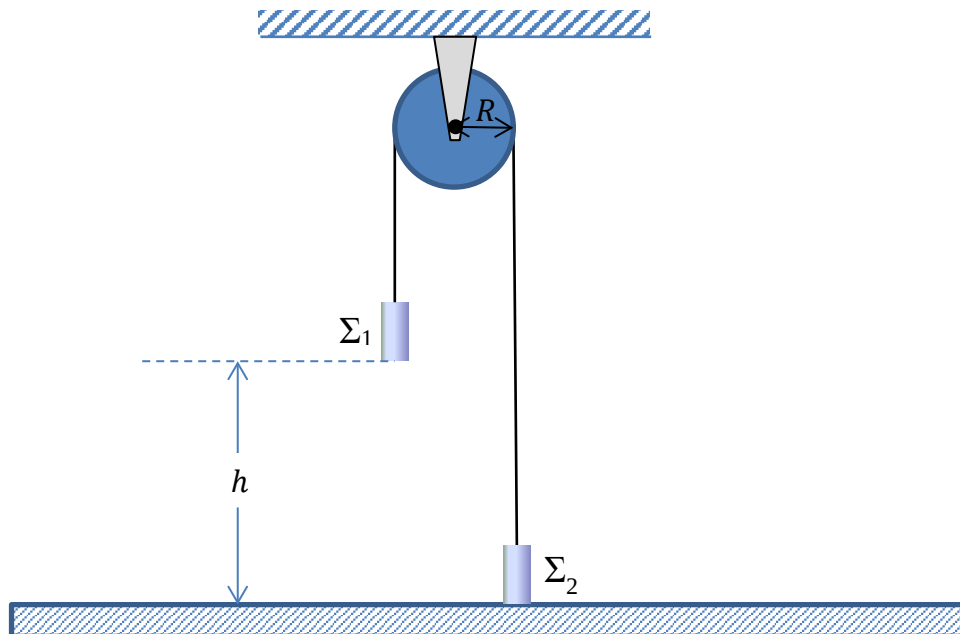
$$L_{\pi\rho\nu\nu} = L_{\mu\epsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow I_{\pi\lambda} \cdot \omega_1 = (I_{\pi\lambda} + mr^2) \cdot \omega_2 \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$\Rightarrow I_{\pi\lambda} = \frac{mr^2 \cdot \omega_2}{\omega_1 - \omega_2} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$\Rightarrow I_{\pi\lambda} = \frac{1,000 \cdot 0,204^2 \cdot 2,74}{4,25 - 2,74} = 0,0755 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad \boxed{(1 \text{ μον.})} \text{ για την}$$

αντικατάσταση και $\boxed{(1 \text{ μον.})}$ για το αποτέλεσμα).

4. Στο πιο κάτω σχήμα τα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 έχουν τις ίδιες διαστάσεις και μάζες $2m$ και m , αντίστοιχα. Τα δύο σώματα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με αβαρές και μη εκτατό νήμα, το οποίο διέρχεται από τροχαλία μάζας m και ακτίνας R .



Αρχικά το σώμα Σ_1 συγκρατείται σε ύψος $h = 1,09 \text{ m}$ πάνω από το έδαφος, έτσι ώστε το σώμα Σ_2 να είναι σε επαφή με το έδαφος και το νήμα να είναι τεντωμένο. Στη συνέχεια το σώμα Σ_1 αφήνεται ελεύθερο. Να υπολογίσετε σε συνάρτηση με το ύψος h την ταχύτητα που θα έχει το σώμα Σ_1 τη στιγμή που φθάνει στο έδαφος. Το νήμα δεν ολισθαίνει πάνω στην τροχαλία και η ροπή αδράνειας της τροχαλίας δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{2}mR^2$.

Η δυναμική ενέργεια του σώματος Σ_1 θα μετατραπεί σε μεταφορική κινητική ενέργεια των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , σε δυναμική ενέργεια του σώματος Σ_2 και σε περιστροφική κινητική ενέργεια της πλατφόρμας. Δηλαδή,

$$2m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2}2m \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 είναι ίσα, αφού τα σώματα είναι συνδεδεμένα με μη εκτατό νήμα, δηλαδή $v_1 = v_2 = v$ **(1 μον.)**. Επίσης, αφού το νήμα δεν ολισθαίνει πάνω στην τροχαλία, θα έχουμε $v = \omega \cdot R$ **(1 μον.)**. Άρα

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} 2m \cdot v^2 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m R^2 \left(\frac{v}{R} \right)^2 \quad \text{**(1 μον.)**}$$

Επομένως

$$v = \sqrt{\frac{4}{7} \cdot g \cdot h} \quad \text{**(1 μον.)**}$$

5. Μια απλή αρμονική ταλάντωση περιγράφεται από την εξίσωση:

$x = 0,05 \eta \mu(\pi t + \frac{\pi}{2})$, όπου x είναι η μετατόπιση από τη θέση ισορροπίας σε m και t είναι ο χρόνος σε s.

α. Να προσδιορίσετε:

i. το πλάτος της ταλάντωσης,

(1 μονάδα)

Από τη σύγκριση της εξίσωσης της ταλάντωσης με την εξίσωση της απλής αρμονικής ταλάντωσης στη γενική της μορφή $x = x_0 \eta \mu(\omega t + \varphi_0)$ προκύπτει ότι $x_0 = 0,05 \text{ m}$.

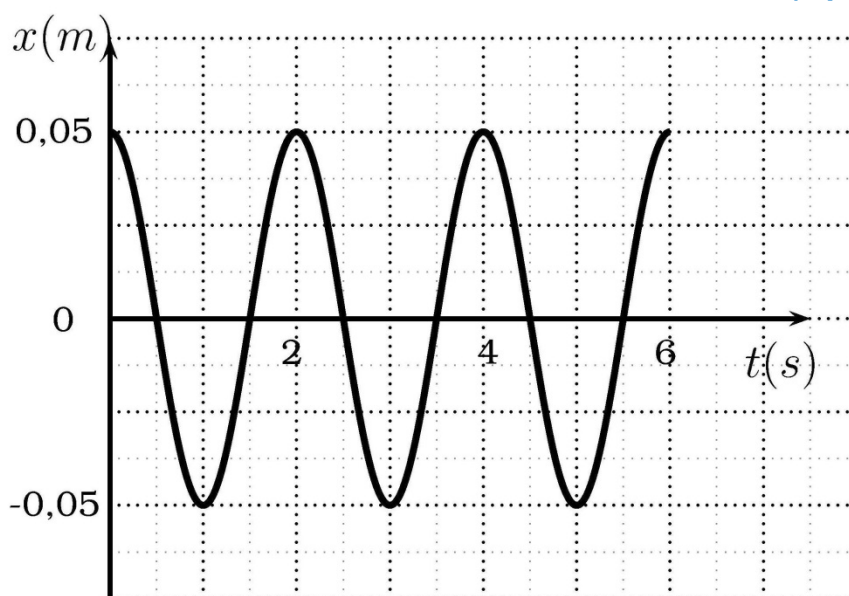
ii. την περίοδο της ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

Από τη σύγκριση του προηγούμενου ερωτήματος προκύπτει ότι $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \text{ rad/s}$. Άρα, $T = 2 \text{ s}$.

β. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση $x = f(t)$, της μετατόπισης σε συνάρτηση με το χρόνο, για τρεις περιόδους της ταλάντωσης.

(3 μονάδες)



(1 μον.) για ορθή βαθμονόμηση κάθε άξονα και **(1 μον.)** για ορθό σχεδιασμό της γραφικής παράστασης)

6. α. Ένας μαθητής θέλει να κατασκευάσει ένα απλό εκκρεμές, η περίοδος του οποίου να είναι ίση με $T = 1,00 \text{ s}$. Έχει στη διάθεσή του μια ομοιογενή μεταλλική σφαίρα διαμέτρου $d = 0,040 \text{ m}$ και νήμα. Να υπολογίσετε πόσο θα πρέπει να είναι το μήκος του νήματος του απλού εκκρεμούς.

(2 μονάδες)

Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς δίνεται από τη σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, όπου l είναι το μήκος του εκκρεμούς, δηλαδή, η απόσταση από το σημείο στήριξης μέχρι το κέντρο βάρους του εκκρεμούς. Αν $l_{\nu\eta\mu}$ είναι το μήκος του νήματος, τότε το μήκος του εκκρεμούς είναι $l = l_{\nu\eta\mu} + d/2$ **(1 μον.)**.

Άρα $T^2 = 4\pi^2 \frac{l_{\nu\eta\mu} + d/2}{g}$. Από εδώ προκύπτει ότι

$$l_{\nu\eta\mu} = \frac{gT^2}{4\pi^2} - \frac{d}{2} = 0,23 \text{ m} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

β. Ένα απλό εκκρεμές έχει περίοδο $T = 2 \text{ s}$. Ένα εμπόδιο τοποθετείται αριστερά από τη θέση ισορροπίας του εκκρεμούς έτσι ώστε μόνο το κατώτερο τέταρτο του νήματος του εκκρεμούς να μπορεί να κινηθεί αριστερά από τη θέση ισορροπίας. Το εκκρεμές αφήνεται από τη θέση Α. Να υπολογίσετε τον χρόνο που θα χρειαστεί το εκκρεμές για να επιστρέψει στη θέση Α. Να θεωρήσετε ότι οι διαστάσεις του σφαιριδίου του εκκρεμούς είναι αμελητέες και οι γωνίες του νήματος με την κατακόρυφο παραμένουν συνεχώς μικρές.

(3 μονάδες)

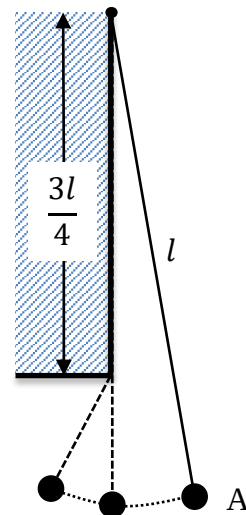
Από την αρχική θέση μέχρι τη θέση, στην οποία το νήμα είναι κατακόρυφο, το εκκρεμές εκτελεί το ένα τέταρτο μιας ταλάντωσης με περίοδο $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Στη συνέχεια εκτελεί μισή ταλάντωση με

περίοδο $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l/4}{g}} = \frac{1}{2}T$ **(1 μον.)** και στο τέλος εκτελεί ακόμα ένα τέταρτο

ταλάντωσης με περίοδο $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ **(1 μον.)**.

Άρα ο συνολικός χρόνος που θα χρειαστεί για να επανέλθει στη θέση Α είναι

$$t = \frac{1}{4}T + \frac{1}{2}T' + \frac{1}{4}T = \frac{3}{4}T = 1,5 \text{ s} \quad \textbf{(1 μον.)}$$



7. α. Να γράψετε ποιο φαινόμενο ονομάζεται συντονισμός σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση.

(1 μονάδα)

Συντονισμός στην εξαναγκασμένη ταλάντωση είναι το φαινόμενο, κατά το οποίο το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.

β. Ένα σώμα μάζας $m = 0,10 \text{ kg}$ είναι προσαρμοσμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς $K = 10,0 \text{ N/m}$ και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση υπό την επίδραση εξωτερικής περιοδικής δύναμης συχνότητας $f = 3,2 \text{ Hz}$.

i. Να υπολογίσετε την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.

(2 μονάδες)

Η ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης σώματος στο άκρο ελατηρίου

δίνεται από τη σχέση $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$ (1 μον.).

Άρα $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10,0}{0,10}} = 1,6 \text{ Hz}$ (1 μον.)

ii. Να υπολογίσετε πόση θα έπρεπε να είναι η μάζα του σώματος για να παρατηρηθεί το φαινόμενο του συντονισμού.

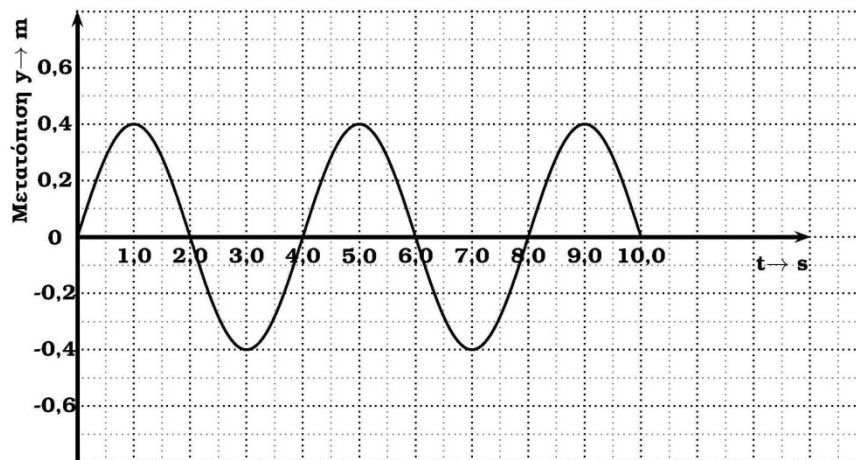
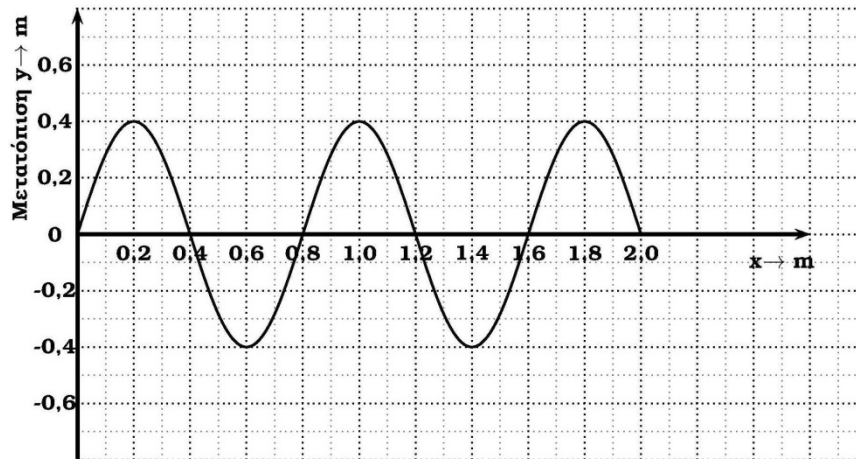
(2 μονάδες)

Για να παρατηρηθεί το φαινόμενο του συντονισμού θα πρέπει η συχνότητα της εξωτερικής δύναμης να είναι ίση με την ιδιοσυχνότητα

του ταλαντωτή, δηλαδή, $f = f_0$ (1 μον.). Άρα $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m'}}$. Από εδώ

προκύπτει ότι $m' = \frac{K}{4\pi^2 f^2} = \frac{10,0}{4\pi^2 \cdot 3,2^2} = 0,025 \text{ kg}$. (1 μον.)

8. Τα σχεδιαγράμματα δείχνουν ένα στιγμιότυπο τρέχοντος κύματος, $y = f(x)$, σε κάποια χρονική στιγμή, και τη γραφική παράσταση $y = f(t)$, της μετατόπισης της πηγής από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο.



α. Να προσδιορίσετε:

i. Το πλάτος του κύματος, y_0 .

(1 μονάδα)

$$y_0 = 0,4 \text{ m}$$

ii. Την περίοδο του κύματος, T .

(1 μονάδα)

$$T = 4 \text{ s}$$

iii. Το μήκος του κύματος, λ .

(1 μονάδα)

$$\lambda = 0,8 \text{ m}$$

β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος, v .

(1 μονάδα)

$$v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ m/s}$$

γ. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

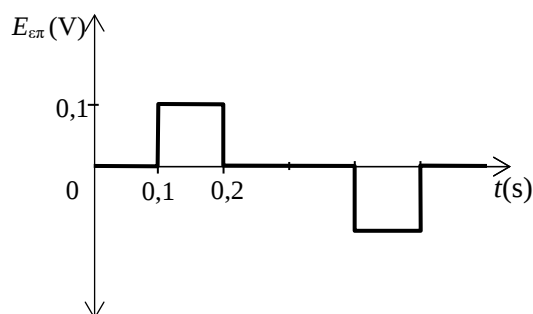
(1 μονάδα)

$$y = y_0 \eta \mu \left[2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right) \right] \Rightarrow y = 0,4 \eta \mu \left[2\pi \left(\frac{t}{4} - \frac{x}{0,8} \right) \right]$$

9. Ένα ορθογώνιο πλαίσιο μίας σπείρας διέρχεται με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$ μέσα από κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Η τάση $E_{επ}$, που επάγεται μεταξύ των σημείων Κ και Λ του πλαισίου σε συνάρτηση με το χρόνο t , δίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



- α. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από το πλαίσιο από τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,1 \text{ s}$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,2 \text{ s}$.

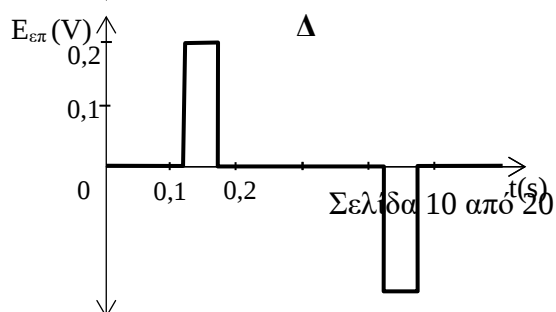
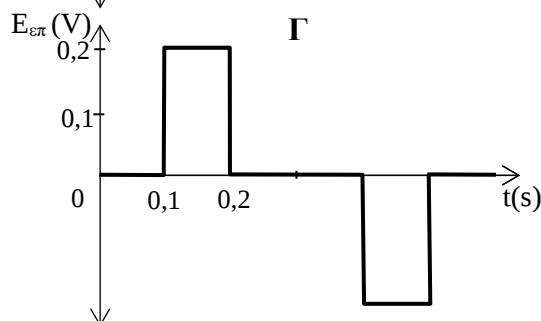
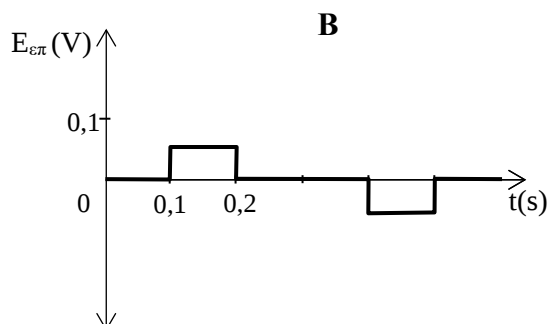
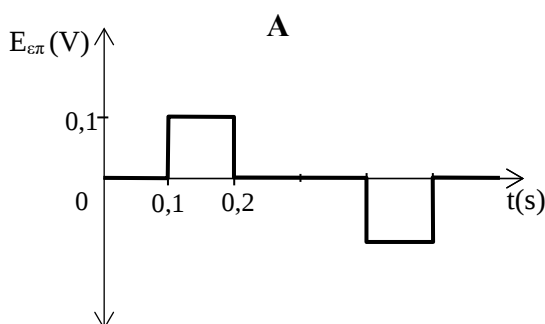
(2 μονάδες)

Εφαρμόζουμε το νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή:

$$E_{επ} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\Phi = -E_{επ} \cdot \Delta t \quad \text{[(1 μον.)]}$$

$$\Delta\Phi = -0,1 \cdot 0,1 = -0,01 \text{ Wb} \quad \text{[(1 μον.)]}$$

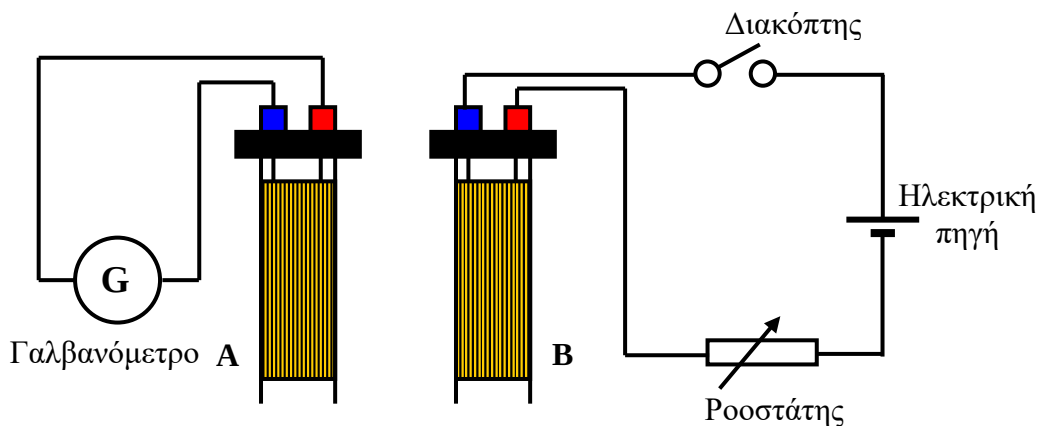
- β. Από τις πιο κάτω γραφικές παραστάσεις να επιλέξετε εκείνη που θα περιέγραφε τη μεταβολή της επαγωγικής τάσης, αν το πλαίσιο είχε τέσσερις σπείρες και το μέτρο της μαγνητικής επαγωγής του πεδίου ήταν το μισό. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



(3 μονάδες)

Η γραφική παράσταση που περιγράφει τη μεταβολή της επαγωγικής τάσης είναι η Γ **(1 μον.)**. Από τον νόμο του Faraday $E_{επ} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t}$ προκύπτει ότι με τον τετραπλασιασμό του αριθμού των σπειρών και τον υποδιπλασιασμό του μέτρου της μαγνητικής επαγωγής η επαγωγική τάση θα είναι διπλάσια σε σύγκριση με την προηγούμενη **(1 μον.)**, ενώ δεν θα αλλάξουν τα χρονικά διαστήματα στα οποία εμφανίζεται επαγωγική τάση, αφού δεν έχει αλλάξει η ταχύτητα του πλαισίου **(1 μον.)**.

10. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνονται δύο πηνία A και B, που βρίσκονται δίπλα το ένα στο άλλο. Κλείνοντας τον διακόπτη του κυκλώματος του πηνίου B παρατηρούμε ότι ο δείκτης του γαλβανομέτρου στιγμιαία αποκλίνει από το μηδέν και στη συνέχεια επιστρέφει στο μηδέν.



α. Να εξηγήσετε γιατί ο δείκτης του γαλβανομέτρου αποκλίνει από το μηδέν τη στιγμή που κλείνουμε τον διακόπτη.

(3 μονάδες)

Με το κλείσιμο του διακόπτη το πηνίο B διαρρέεται από ρεύμα. Αυτό δημιουργεί στο πηνίο B μαγνητικό πεδίο **(1 μον.)**. Μέρος των μαγνητικών δυναμικών γραμμών αυτού του πεδίου θα διαπεράσει και το πηνίο A και, άρα, θα υπάρξει μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από το πηνίο A **(1 μον.)**. Αυτό θα προκαλέσει, σύμφωνα με τον νόμο του Faraday, την εμφάνιση επαγωγικής τάσης στο πηνίο A, η οποία και καταγράφεται από το γαλβανόμετρο **(1 μον.)**.

β. Να αναφέρετε το φαινόμενο που παρατηρείται.

(1 μονάδα)

Το φαινόμενο ονομάζεται αμοιβαία επαγωγή.

γ. Να γράψετε μια αλλαγή που θα κάνατε στην πιο πάνω διάταξη για να αυξηθεί η στιγμιαία ένδειξη του γαλβανομέτρου τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης.

(1 μονάδα)

Μείωση της αντίστασης στον ροοστάτη (και, άρα, αύξηση της έντασης του ρεύματος που θα διαρρέει το πηνίο B).

Ή

Αύξηση της τάσης της πηγής στο κύκλωμα του πηνίου B.

Ή

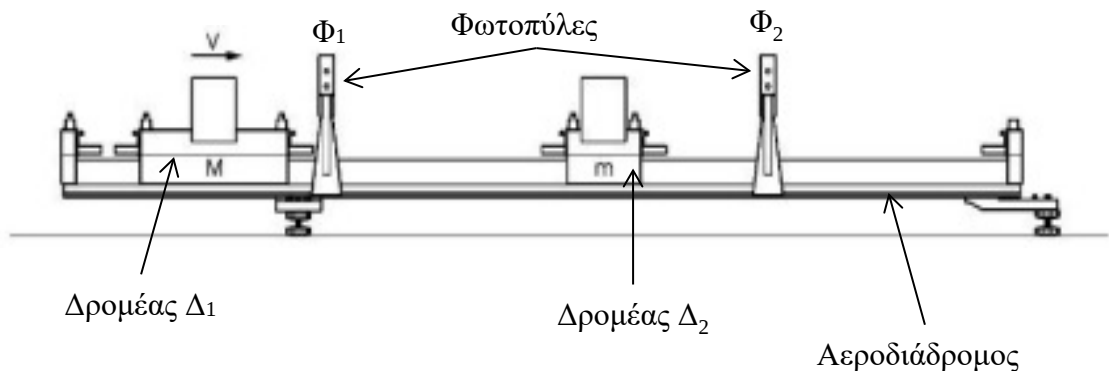
Εισαγωγή κοινού πυρήνα στα δύο πηνία για ενίσχυση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο πηνίο Β και αύξηση του τμήματος των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που θα διαπερνούν το πηνίο Α.

Ή

Αύξηση του αριθμού των σπειρών σε ένα ή και στα δύο πηνία.

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από πέντε (5) ερωτήσεις των δέκα (10) μονάδων η καθεμιά

11. Για τη μελέτη της ελαστικής κρούσης δύο σωμάτων χρησιμοποιήθηκε η πειραματική διάταξη που φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Ο δρομέας Δ_1 , μάζας $M = 298,06 \text{ g}$ κινείται πάνω στον αεροδιάδρομο, διέρχεται από τη φωτοπύλη Φ_1 και συγκρούεται με τον ακίνητο δρομέα Δ_2 , μάζας $m = 104,52 \text{ g}$. Μετά την κρούση οι δύο δρομείς κινούνται χωριστά και διέρχονται από τη φωτοπύλη Φ_2 . Ο κάθε δρομέας φέρει ένα χαρτονάκι, πλάτους $\Delta x = 5,10 \text{ cm}$, το οποίο διακόπτει τη δέσμη της φωτοπύλης, όταν ο δρομέας διέρχεται μέσα από αυτή. Το χρονικό διάστημα διακοπής της δέσμης σε κάθε φωτοπύλη καταγράφεται από κατάλληλο χρονομετρητή. Οι χρόνοι αυτοί δίνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Χρόνος διέλευσης του Δ_1 από τη Φ_1 πριν την κρούση, $\Delta t_1(\text{s})$	0,0911
Χρόνος διέλευσης του Δ_1 από τη Φ_2 μετά την κρούση, $\Delta t_1'(\text{s})$	0,1824
Χρόνος διέλευσης του Δ_2 από τη Φ_2 μετά την κρούση, $\Delta t_2'(\text{s})$	0,0648

α. Να υπολογίσετε την ορμή του κάθε δρομέα πριν και μετά την κρούση. Οι απαντήσεις σας να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(3 μονάδες)

Η ορμή του δρομέα Δ_1 πριν την κρούση είναι:

$$P_1 = M \cdot v_1 = M \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t_1} = 0,29806 \cdot \frac{0,0510}{0,0911} = 0,167 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Η ορμή του δρομέα Δ_2 πριν την κρούση είναι:

$$P_2 = m \cdot v_2 = m \cdot 0 = 0$$

Η ορμή του δρομέα Δ_1 μετά την κρούση είναι:

$$P_1' = M \cdot v_1' = M \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t_1'} = 0,29806 \cdot \frac{0,0510}{0,1824} = 0,0833 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Η ορμή του δρομέα Δ_2 μετά την κρούση είναι:

$$P_2' = m \cdot v_2' = m \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t_2'} = 0,10452 \cdot \frac{0,0510}{0,0648} = 0,0823 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

β. Να εξετάσετε κατά πόσο επαληθεύεται το θεώρημα διατήρησης της ορμής για την κρούση των δύο δρομέων.

(3 μονάδες)

Υπολογίζουμε τη συνολική ορμή του συστήματος των δύο δρομέων πριν και μετά την κρούση:

$$P_{ολ(πριν)} = P_1 \Rightarrow P_{ολ(πριν)} = 0,167 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

$$P_{ολ(μετά)} = P_1' + P_2' = 0,0833 + 0,0823 = 0,1656 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Συγκρίνοντας την τελική με την αρχική ορμή παρατηρούμε ότι είναι σχεδόν ίσες, γι' αυτό θεωρούμε ότι το θεώρημα διατήρησης της στροφορμής επαληθεύεται $\boxed{(1 \text{ μον.})}$. Η μικρή διαφορά μπορεί να οφείλεται σε σφάλματα στις μετρήσεις.

γ. Να εξετάσετε κατά πόσο η κρούση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ελαστική.

(4 μονάδες)

Για να εξετάσουμε κατά πόσο η κρούση μπορεί να θεωρηθεί ελαστική θα πρέπει να εξετάσουμε κατά πόσο ισχύει το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας κατά την κρούση $\boxed{(1 \text{ μον.})}$. Η κινητική ενέργεια του συστήματος πριν την κρούση είναι ίση με

$$E_K = \frac{1}{2} M v_1^2 = 0,0467 \text{ J} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Μετά την κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος είναι ίση με

$$E_K' = E_{K1}' + E_{K2}' = 0,0117 + 0,0324 = 0,0441 \text{ J} \quad \boxed{(1 \text{ μον.})}$$

Υπάρχει απώλεια ενέργειας ίση με $\Delta E = 0,0026 \text{ J}$, δηλαδή γύρω στο 5,5% της αρχικής ενέργειας του συστήματος. Άρα, η κρούση δεν είναι τέλεια ελαστική $\boxed{(1 \text{ μον.})}$.

Δεκτή και η ακόλουθη απάντηση: το ποσοστό αυτό δεν είναι μεγάλο και η διαφορά μπορεί να οφείλεται και πάλι στα σφάλματα στις μετρήσεις μας. Άρα θεωρούμε ότι η κρούση ήταν ελαστική $\boxed{(1 \text{ μον.})}$.

12.α. Να γράψετε τον ορισμό της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

Απλή αρμονική ταλάντωση ονομάζεται η κίνηση, κατά την οποία η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του είναι ημιτονοειδής (ή συνημιτονοειδής) συνάρτηση του χρόνου.

β. Να διατυπώσετε την ικανή και αναγκαία συνθήκη για να εκτελεί ένα σώμα απλή αρμονική ταλάντωση.

(1 μονάδα)

Για να εκτελεί ένα σώμα απλή αρμονική ταλάντωση θα πρέπει να ασκείται σε αυτό δύναμη, ανάλογη της μετατόπισης του σώματος από τη θέση ισορροπίας, και με φορά προς τη θέση ισορροπίας, δηλαδή

$$\vec{\Sigma F} = -D \cdot \vec{y}$$

γ. Στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K αναρτώνται μερικά σταθμά συνολικής μάζας m . Τα σταθμά απομακρύνονται από τη θέση ισορροπίας τους προς τα κάτω και αφήνονται ελεύθερα.

i. Να αποδείξετε ότι το σύστημα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση.

(5 μονάδες)

Στη θέση ισορροπίας το ελατήριο έχει επιμήκυνση e . Το ελατήριο ασκεί στο σώμα δύναμη $F_{ελ} = K \cdot e$ (1 μον.).

Αφού το σώμα ισορροπεί σημαίνει ότι $F_{ελ} = B \Rightarrow K \cdot e = m \cdot g$ (1 μον.).

Όταν το σώμα απομακρυνθεί από τη θέση ισορροπίας θα ασκείται σε αυτό δύναμη $F'_{ελ} = K \cdot (e + y)$ (1 μον.). Άρα η συνολική δύναμη που ασκείται στο σώμα θα είναι

$$\Sigma F = B - F'_{ελ} \Rightarrow F_{ολ} = m \cdot g - K \cdot (e + y) \Rightarrow \Sigma F = -K \cdot y$$
 (1 μον.).

Δηλαδή, στο σώμα ασκείται δύναμη ανάλογη της μετατόπισής του από τη θέση ισορροπίας με φορά αντίθετη της μετατόπισης. Άρα, το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση (1 μον.).

ii. Να δείξετε ότι η περίοδος ταλάντωσης του συστήματος δίνεται

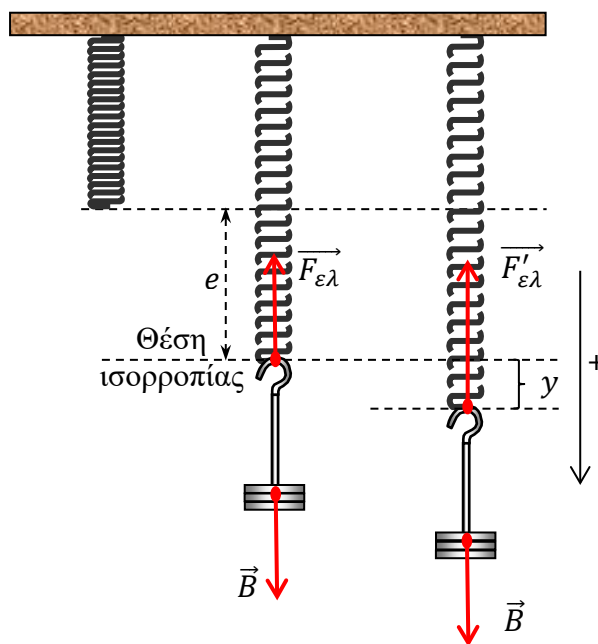
από τη σχέση
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}.$$

(3 μονάδες)

Συγκρίνοντας τη σχέση για τη συνισταμένη δύναμη, $\Sigma F = -K \cdot y$, με τη συνθήκη για την απλή αρμονική ταλάντωση, $\Sigma F = -D \cdot y$, βρίσκουμε ότι $D = K$ (1 μον.).

$$\Delta\eta\lambda\alpha\delta\acute{\eta}, m \cdot \omega^2 = K \Rightarrow m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} = K$$
 (1 μον.).

$$\text{Άρα, } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$
 (1 μον.).



13.α. Να γράψετε ποιο φαινόμενο ονομάζεται συμβολή κυμάτων.

(2 μονάδες)

Συμβολή κυμάτων ονομάζεται το φαινόμενο διάδοσης δύο ή περισσότερων κυμάτων της ίδιας φύσης (1 μον.) στο ίδιο ελαστικό μέσο (1 μον.).

β. Να εξηγήσετε τι πρέπει να ισχύει για να είναι δύο πηγές κυμάτων σύμφωνες.

(1 μονάδα)

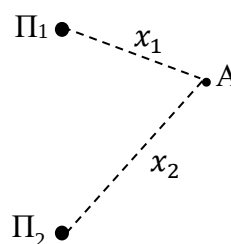
Δύο πηγές κυμάτων είναι σύμφωνες όταν έχουν σταθερή διαφορά φάσης.

γ. Δύο σύμφωνες πηγές Π_1 και Π_2 δημιουργούν κύματα στην επιφάνεια του νερού. Η εξίσωση του κύματος από κάθε πηγή δίνεται από τη σχέση:

$$y = 0,006\eta\mu\left[2\pi\left(\frac{t}{0,5} - \frac{x}{0,02}\right)\right],$$

όπου x και y σε m και t σε s.

Ένα σημείο A βρίσκεται σε απόσταση $x_1 = 0,08$ m από την πηγή Π_1 και σε απόσταση $x_2 = 0,12$ m από την πηγή Π_2 .



i. Να προσδιορίσετε:

a. Το πλάτος του κύματος, y_0 .

(1 μονάδα)

$$y_0 = 0,006 \text{ m}$$

b. Την περίοδο του κύματος, T .

(1 μονάδα)

$$T = 0,5 \text{ s}$$

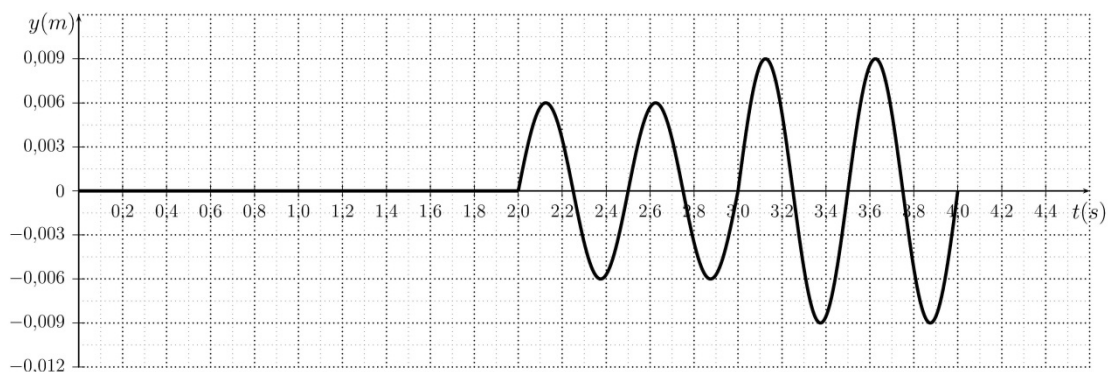
c. Το μήκος του κύματος, λ .

(1 μονάδα)

$$\lambda = 0,02 \text{ m}$$

ii. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ τίθενται σε λειτουργία οι δύο πηγές. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της μετατόπισης του σημείου A από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο, $y = f(t)$, για το χρονικό διάστημα από $0 \leq t \leq 4\text{s}$.

(4 μονάδες)



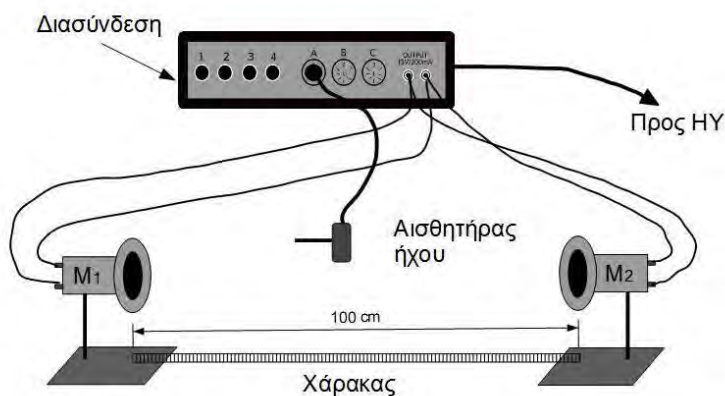
(**1 μον.**) για ορθή βαθμονόμηση κάθε άξονα και (**1 μον.**) για ορθή μορφή της γραφικής παράστασης και (**1 μον.**) για ορθό υπολογισμό των χρονικών στιγμών, στις οποίες αλλάζει η μορφή της γραφικής παράστασης)

14. Να περιγράψετε μια πειραματική διαδικασία, με τη βοήθεια της οποίας θα μετρήσετε την ταχύτητα του ήχου, αξιοποιώντας τις γνώσεις σας για τα στάσιμα κύματα. Στην περιγραφή σας θα πρέπει να περιληφθούν:

α. Το σχήμα της πειραματικής διάταξης με τις ονομασίες των οργάνων και συσκευών που θα χρησιμοποιήσετε.

(**4 μονάδες**)

Μια πειραματική διάταξη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί φαίνεται πιο κάτω.



Στην πειραματική διάταξη θα πρέπει να φαίνονται τα δύο μεγάφωνα (ή ένα μεγάφωνο και η επιφάνεια ανάκλασης) (**1 μον.**), αισθητήρας ήχου με διασύνδεση και ΗΥ ή μικρόφωνο και παλμογράφος (**1 μον.**) και χάρακας (**1 μον.**).

Τα πιο πάνω θα πρέπει να είναι συνδεδεμένα με σωστό τρόπο στο σχήμα (**1 μον.**).

β. Η διαδικασία πραγματοποίησης του πειράματος και τα φυσικά μεγέθη που θα μετρήσετε.

(**3 μονάδες**)

Θέτουμε σε λειτουργία τα δύο μεγάφωνα τροφοδοτώντας τα με σήμα συγκεκριμένης συχνότητας. Μετακινούμε τον αισθητήρα ήχου στην ευθεία που ενώνει τα δύο μεγάφωνα και σημειώνουμε τις θέσεις, στις οποίες

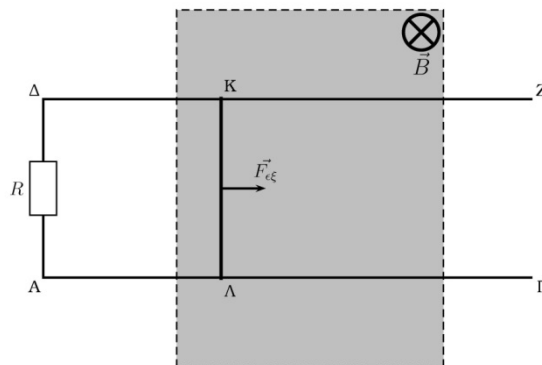
παρατηρείται ελάχιστο (ή μέγιστο) στην ένταση του ήχου **(1 μον.)**. Θα πρέπει να βρίσκουμε περισσότερες από 3 τέτοιες θέσεις. Αν δεν συμβαίνει αυτό αυξάνουμε τη συχνότητα του σήματος και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία. Μετρούμε τις αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών ελαχίστων (ή μεγίστων) και τις καταγράφουμε **(1 μον.)**. Καταγράφουμε, επίσης, τη συχνότητα του σήματος **(1 μον.)**.

γ. Ο τρόπος επεξεργασίας των μετρήσεων για να υπολογίσετε την ταχύτητα του ήχου.

(3 μονάδες)

Ανάμεσα στα δύο μεγάφωνα δημιουργείται στάσιμο ηχητικό κύμα. Η απόσταση μεταξύ δύο ελαχίστων της έντασης του ήχου είναι ίση με το μισό μήκος κύματος, $\lambda/2$, των ηχητικών κυμάτων που συμβάλλουν **(1 μον.)**. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των μετρήσεων για το $\lambda/2$ και έτσι βρίσκουμε το λ **(1 μον.)**. Από τη σχέση $v = \lambda \cdot f$ υπολογίζουμε την ταχύτητα του ήχου v **(1 μον.)**.

- 15. Αγωγή ράβδος ΚΛ** είναι τοποθετημένη πάνω σε δύο αγωγούς ΑΓ και ΔΖ μεγάλου μήκους, με τους οποίους δεν παρουσιάζει τριβές. Τα άκρα Α και Δ συνδέονται με ωμική αντίσταση $R = 5 \Omega$ με αγωγίμα καλώδια, όπως δείχνει το σχήμα. Οι αγωγοί απέχουν απόσταση $l = 0,4 \text{ m}$ μεταξύ τους. Η ράβδος και οι αγωγοί έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Το σύστημα των αγωγών και της ράβδου είναι οριζόντιο και τμήμα του βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B = 0,5 \text{ T}$, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Ο αγωγός ΚΛ αρχικά βρίσκεται στο μαγνητικό πεδίο και κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα $v = 0,4 \text{ m/s}$, υπό την επίδραση σταθερής εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{\epsilon\zeta}$.



α. Να υπολογίσετε:

- ι. Την επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού ΚΛ.**

(2 μονάδες)

Η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού ΚΛ δίνεται από τη σχέση $E_{\epsilon\pi} = B \cdot v \cdot l$ **(1 μον.)**. Άρα,

$$E_{\epsilon\pi} = 0,5 \text{ T} \cdot 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,4 \text{ m} = 0,08 \text{ V} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

- ii. Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R.

(1 μονάδα)

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = \frac{0,08 \text{ V}}{5 \Omega} = 0,016 \text{ A}$$

- iii. Το μέτρο και τη φορά της δύναμης Laplace, που ασκείται στον αγωγό ΚΛ κατά την κίνησή του.

(2 μονάδες)

$$F_L = B \cdot I \cdot l = 0,5 \text{ T} \cdot 0,016 \text{ A} \cdot 0,4 \text{ m} = 0,0032 \text{ N} \quad \boxed{\text{(1 \mu\text{ov.})}}$$

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, η φορά της δύναμης Laplace θα είναι αντίθετη της αιτίας που δημιουργεί το επαγωγικό ρεύμα στη ράβδο. Δηλαδή θα είναι αντίθετη με τη φορά της δύναμης $\vec{F}_{εξ}$ **(1 μον.)**.

- iv. Το μέτρο της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{\varepsilon\xi}$.

(1 μονάδα)

Αφού η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα σημαίνει ότι η συνισταμένη δύναμη στη ράβδο είναι ίση με μηδέν. Δηλαδή,

$$F_{\varepsilon\xi} = F_L \Rightarrow F_{\varepsilon\xi} = 0,0032 \text{ N}$$

- β.** Όταν ο αγωγός ΚΛ εξέλθει από το μαγνητικό πεδίο και η σταθερή εξωτερική δύναμη συνεχίσει να ασκείται στον αγωγό,

- i. να εξηγήσετε αν θα μεταβληθεί και πώς η δύναμη Laplace,

(2 μονάδες)

Η δύναμη Laplace θα μηδενιστεί **(1 μον.)**, αφού η ράβδος δεν θα κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο και δεν θα δημιουργείται στα άκρα της επαγωγική τάση και, άρα, δεν θα διαρρέεται από ρεύμα **(1 μον.)**.

- ii. να περιγράψετε την κίνηση του αγωγού.

(2 μονάδες)

Η κίνηση του αγωγού θα είναι ομαλά επιταχυνόμενη **(1 μον.)**, αφού σε αυτόν δεν θα ασκείται καμιά άλλη δύναμη, εκτός από την $F_{εξ}$.

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ – 6ωρο	
ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Φορτίο ηλεκτρονίου	$q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Φορτίο πρωτονίου	$q_p = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα ηλεκτρονίου	$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$
Μάζα πρωτονίου	$m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ Kg}$
Μάζα νετρονίου	$m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ Kg}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	
Εμβαδόν Κύκλου	$A = \pi r^2$
Περίμετρος Κύκλου	$C = 2\pi r$
Εμβαδόν Επιφάνειας Σφαίρας	$A = 4\pi r^2$
Όγκος Σφαίρας	$V = \frac{4}{3} \pi r^3$
ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ	
Έργο σταθερής δύναμης	$W = F \cdot s \cdot \cos\theta$
Ισχύς	$P = \frac{W}{t}$
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ	
Σχέση γωνιακής και γραμμικής ταχύτητας	$v = \omega r$
Σχέση περιόδου και γωνιακής ταχύτητας	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$I = \frac{dq}{dt}$
Αντίσταση αγωγού	$R = \frac{V}{I}$
Ηλεκτρική ισχύς	$P = IV$
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ.	
Ορμή σωματιδίου	$\vec{p} = m\vec{v}$
Κέντρο μάζας συστήματος σωματιδίων σε μια διάσταση	$x_{\kappa\mu} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$
Ορμή συστήματος σωματιδίων	$\vec{p}_{ολ} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_k = M_{ολ} \cdot \vec{v}_{\kappa,μ}$
Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα	$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ.	
Ροπή αδράνειας υλικού σημείου	$I = mr^2$
Ροπή αδράνειας στερεού σώματος	$I = \sum_1^n m_i r_i^2$
Στροφορμή σωματιδίου	$L = mvr = m\omega r^2, L = I\omega$
Κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής	$E_{κιν(περ)} = \frac{1}{2} I\omega^2$
ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	
Νόμος του Hooke	$F = K(\Delta x)$
Δυναμική ενέργεια ελατηρίου	$E = \frac{1}{2} K(\Delta x)^2$
ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	

Ταχύτητα	$v = \pm \omega \sqrt{y_0^2 - y^2}$
Επιτάχυνση	$a = -\omega^2 y$
Ενέργεια Αρμονικού Ταλαντωτή	$E = \frac{1}{2} D y_0^2$
Σταθερά ταλάντωσης	$D = m\omega^2$
ΚΥΜΑΤΑ	
Ταχύτητα διάδοσης κύματος	$v = \lambda f$
Εξίσωση τρέχοντος αρμονικού κύματος	$\psi = \psi_0 \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$
Απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κροσσών συμβολής	$S = \frac{\lambda D}{\alpha}$
Ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιου κύματος κατά μήκος τεντωμένης χορδής	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
Μήκος κύματος ορατού φωτός	$400nm \leq \lambda \leq 750nm$
Εξίσωση στάσιμου κύματος	$y = 2y_0 \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}, \text{ ή } y = 2y_0 \eta \mu \frac{2\pi x}{\lambda} \sigma \nu \nu \frac{2\pi t}{T}$
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό	$F = BIL \eta \mu \theta$
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο	$F = Bvq \eta \mu \theta$
Μαγνητική ροή	$\Phi = BS \sigma \nu \nu \theta$
Ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου	$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$
Νόμος του Faraday	$E_{\varepsilon\pi} = -N \frac{d\Phi}{dt}$
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	$E = \frac{F}{q}$