ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 2022

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ (38)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Τρίτη 14 Ιουνίου 2022

8:00 - 11:00

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

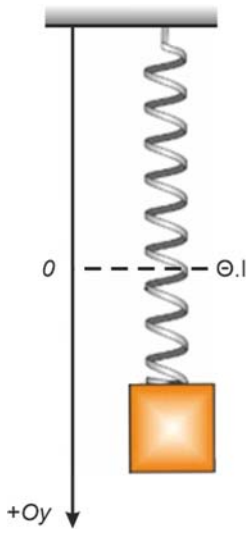
ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

- Οι διορθωτές ακολουθούν τον οδηγό βαθμολόγησης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.
- Για κάθε σημείο που απαντά ο/η υποψήφιος/υποψήφια βαθμολογείται με 1 μονάδα όπως φαίνεται στον οδηγό βαθμολόγησης. Δεν δίνεται ½ ή ¼ της μονάδας.
- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο/η υποψήφιος/υποψήφια 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.
- Κάθε επιστημονικά ορθή επίλυση άσκησης ή απάντηση ερώτησης θεωρείται ορθή εκτός αν καθορίζεται από την εκφώνηση η Αρχή ή και ο νόμος που θα εφαρμοστεί στη συγκεκριμένη περίπτωση και δεν εφαρμόστηκε.
- Δεν αφαιρούνται μονάδες για τα σημαντικά ψηφία των απαντήσεων στα σημεία που δεν ζητείται η απάντηση να δοθεί με το συγκεκριμένο αριθμό σημαντικών ψηφίων.
- Δεν αφαιρούνται μονάδες για την παράλειψη μονάδων μέτρησης στις ενδιάμεσες πράξεις.
- Δεν αφαιρούνται μονάδες από μεταφερόμενα λάθη στους υπολογισμούς.
- Δεν αφαιρούνται μονάδες σε κάποιο υποερώτημα στην περίπτωση που σε προηγούμενο υποερώτημα δόθηκε λάθος απάντηση (και ως εκ τούτου δεν δόθηκαν οι μονάδες στο υποερώτημα αυτό) με την οποία όμως ήταν συνεπής η απάντηση του υποερωτήματος.
- Στην περίπτωση που η παράλειψη μονάδας μέτρησης στην απάντηση είχε ως αποτέλεσμα να μην δοθεί η μονάδα σε κάποιο υποερώτημα μιας άσκησης στα υπόλοιπα υποερώτηματα της ίδιας άσκησης να δίνεται. Δηλαδή, η παράλειψη μονάδων μέτρησης στις απαντήσεις δεν μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια μονάδων περισσότερων από μία μονάδα σε κάθε άσκηση.
- Λάθος συμβολισμός στη μονάδα μέτρησης όπως j αντί J δεν τιμωρείται.
- 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.

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

Ερώτηση 1

Στο πιο κάτω σχήμα απεικονίζεται ένα σώμα μάζας *m* = 1,00 kg δεμένο σε κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς *k* = 100,0 N/m. Το σύστημα σώμα - ελατήριο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση (ΑΑΤ) σε κατακόρυφο επίπεδο.



Ως αρχή μέτρησης των θέσεων θέτουμε τη θέση ισορροπίας του σώματος και θετική φορά προς τα κάτω. Την χρονική στιγμή *t* = 0 το σώμα βρίσκεται στη θέση *y* = 0,20 m και έχει μηδενική ταχύτητα.

(α) Να προσδιορίσετε το πλάτος της ΑΑΤ του συστήματος σώμα-ελατήριο.

(1 μονάδα)

$y_0 = y(t=0) = 0{,}20\ \mathrm{m}$	1 μονάδα

(β) Να υπολογίσετε την περίοδο της ΑΑΤ.

(1 μονάδα)

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2 \times 3{,}14 \times \sqrt{\dfrac{1{,}00\ \mathrm{kg}}{100{,}0\ \mathrm{N/m}}} = 0{,}628\ \mathrm{s}$	1 μονάδα

(γ) Να γράψετε την εξίσωση θέσης – χρόνου της ταλάντωσης.

(3 μονάδες)

$\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{100{,}0\ \mathrm{N/m}}{1{,}00\ \mathrm{kg}}} = 10{,}0\ \mathrm{rad/s}$	1 μονάδα
$\theta_0 \equiv \theta(t=0) = \pi/2$ *(ξεκινά από τη θετική ακραία θέση)*	1 μονάδα
$y(t) = (0{,}20\ \mathrm{m})\ \eta\mu\ (10{,}0\,\dfrac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}t + \dfrac{\pi}{2}rad)$	1 μονάδα

Ερώτηση 2

Ένα απομονωμένο ομογενές αστέρι, σφαιρικού σχήματος μάζας m και ακτίνας R_0, περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του με αρχική γωνιακή ταχύτητα ω_0. Το αστέρι συρρικνώνεται διατηρώντας το σφαιρικό του σχήμα και την αρχική του μάζα. Σε κάποιο στάδιο της συρρίκνωσής του η ακτίνα του υποδιπλασιάζεται, $R_1 = \frac{R_0}{2}$, και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του αυξάνεται σε ω_1.

Η ροπή αδράνειας ομογενούς συμπαγούς σφαίρας ακτίνας R ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της δίνεται από τη σχέση $I = \frac{2}{5}mR^2$.

(α) Να εξηγήσετε με βάση τον δεύτερο γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα τη μεταβολή στη γωνιακή ταχύτητα του αστεριού.

(3 μονάδες)

Εφόσον το ομογενές αστέρι είναι απομονωμένο, η συνισταμένη των ροπών των εξωτερικών δυνάμεων ως προς τον άξονα περιστροφής είναι συνεχώς μηδέν.	1 μονάδα
Επομένως με βάση τον δεύτερο γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα η στροφορμή του αστεριού κατά μήκος του άξονα περιστροφής διατηρείται.	1 μονάδα
Επειδή η ροπή αδράνειας του αστεριού μειώνεται καθώς συρρικνώνεται, η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής αυξάνεται έτσι ώστε η στροφορμή (το γινόμενο Ιω) να παραμένει σταθερή.	1 μονάδα

(β) Να δείξετε ότι ο λόγος των γωνιακών ταχυτήτων περιστροφής του αστεριού πριν και μετά τη συρρίκνωσή του ισούται με $\frac{\omega_0}{\omega_1} = \frac{1}{4}$.

(2 μονάδες)

$I_0\omega_0 = I_1\omega_1 \Rightarrow \frac{2}{5}mR_0^2\omega_0 = \frac{2}{5}mR_1^2\omega_1$	1 μονάδα
$\Rightarrow \frac{\omega_0}{\omega_1} = \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 = \left(\frac{R_0/2}{R_0}\right)^2 = \frac{1}{4}$	1 μονάδα

Ερώτηση 3

(α) Να σημειώσετε στο τετράδιο απαντήσεων τη λέξη «ΟΡΘΗ» για κάθε πρόταση η οποία είναι σωστή και τη λέξη «ΛΑΘΟΣ» για κάθε πρόταση η οποία είναι λανθασμένη.

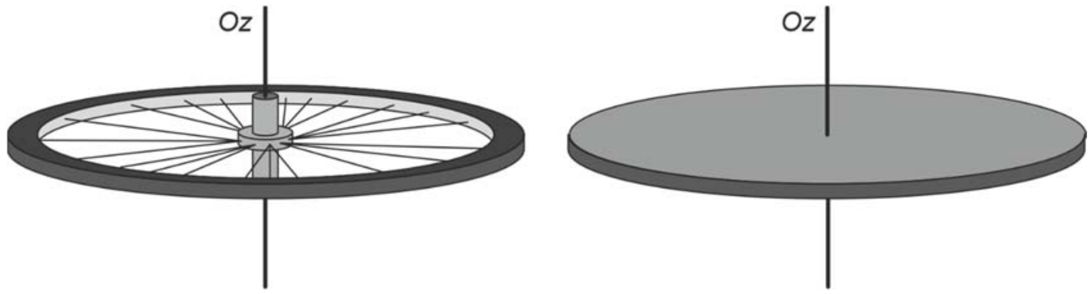
i. Δύο σώματα τα οποία περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα έχουν πάντα την ίδια περιστροφική κινητική ενέργεια.

ii. Η ροπή αδράνειας ενός σώματος εξαρτάται από τον άξονα περιστροφής.

(2 μονάδες)

i.	ΛΑΘΟΣ	1 μονάδα
ii.	ΟΡΘΗ	1 μονάδα

(β) Ένας τροχός ποδηλάτου με ακτίνες αμελητέας μάζας και ένας λεπτός ομογενής δίσκος, έχουν ίσες μάζες και ίσες ακτίνες. Τα δύο στερεά περιστρέφονται σε οριζόντιο επίπεδο με την ίδια γωνιακή ταχύτητα γύρω από άξονα *Oz*, ο οποίος περνά από το κέντρο τους και είναι κάθετος στο επίπεδό τους.



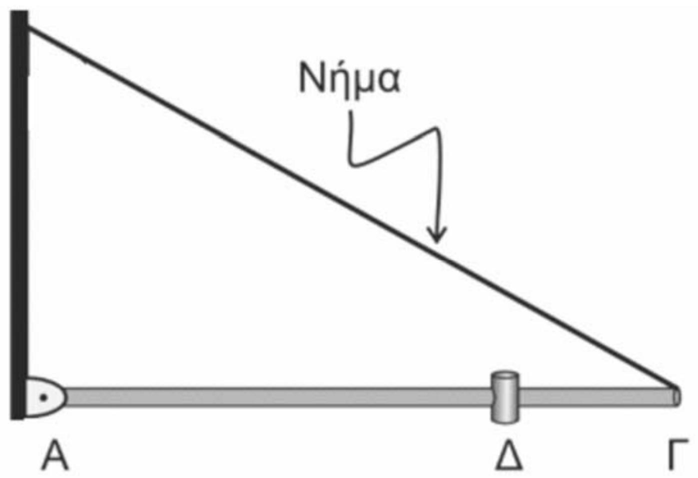
Να εξηγήσετε ποιου σώματος είναι δυσκολότερο να μεταβάλουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του.

(3 μονάδες)

Είναι δυσκολότερο να μεταβάλουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του τροχού,	1 μονάδα
γιατί έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής Oz.	1 μονάδα
Τα δύο στερεά έχουν ίσες μάζες και ακτίνες όμως οι στοιχειώδεις μάζες του τροχού είναι κατανεμημένες σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τις αντίστοιχες του δίσκου.	1 μονάδα

Ερώτηση 4

Ένα σώμα μικρών διαστάσεων μάζας $m = 3\ kg$ είναι στερεωμένο πάνω σε ομογενή ράβδο ΑΓ μήκους $L = 3\ m$ και μάζας $M = 6\ kg$. Το σώμα βρίσκεται στη θέση Δ, η οποία απέχει απόσταση $ΔΓ = \frac{L}{3}$ από το άκρο Γ της ράβδου. Η ράβδος στηρίζεται με το άκρο της Α σε κατακόρυφο τοίχο μέσω άρθρωσης. Η ράβδος ισορροπεί σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια αβαρούς νήματος, το οποίο συνδέει το άκρο Γ με τον κατακόρυφο τοίχο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Το σύστημα ράβδος – σώμα μπορεί να περιστρέφεται ως προς άξονα ο οποίος διέρχεται από το σημείο Α και είναι κάθετος στη ράβδο και στο επίπεδο της σελίδας.



Η ροπή αδράνειας ομογενούς ράβδου μάζας Μ και μήκους L, ως προς άξονα περιστροφής που διέρχεται από το άκρο της και είναι κάθετος στη ράβδο δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{3}ML^2$.

(α) Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδος - σώμα, ως προς τον άξονα περιστροφής.

(2 μονάδες)

$I_{συστ,A} = I_{ραβ,A} + I_{σωμ,A} = \frac{1}{3}ML^2 + m\left(\frac{2L}{3}\right)^2 = \frac{L^2}{9}(3M + 4m)$	1 μονάδα
$I_{συστ,A} = 1\ \mathrm{m}^2 \times (18\ \mathrm{kg} + 12\ \mathrm{kg}) = 30\ \mathrm{kg}\,.\,\mathrm{m}^2$	1 μονάδα

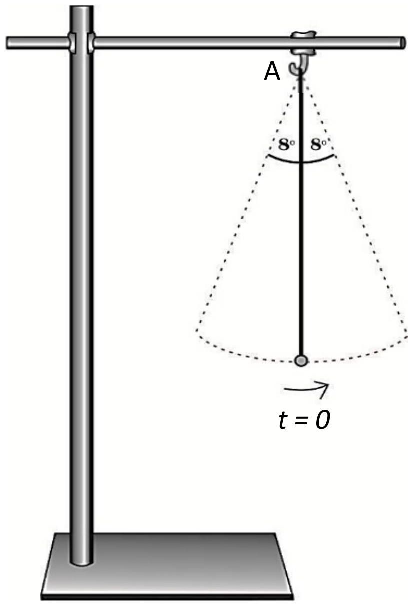
(β) Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα και το σύστημα αρχίζει να περιστρέφεται, χωρίς τριβές, σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από τον άξονα περιστροφής.
Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της γωνιακής ταχύτητας του σώματος μάζας *m* τη στιγμή που το σύστημα ράβδος - σώμα διέρχεται για πρώτη φορά από την κατακόρυφη θέση.

(3 μονάδες)

Επειδή οι μόνες δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα με μη μηδενικό έργο είναι τα βάρη της ράβδου και του σώματος (δεν υπάρχουν τριβές και η δύναμη του άξονα δεν μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της) η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται.	
$\Delta E_{κιν,συστ} = -\Delta U_{βαρ,συστ}$ $\frac{1}{2}I_{συστ,A}\,\omega^2 = -\left(-Mg\frac{L}{2} - mg\frac{2L}{3}\right) = \frac{1}{6}Lg(3M + 4m)$	1 μονάδα
$\Rightarrow \lvert\vec{\omega}\rvert = \sqrt{\dfrac{\frac{1}{3}Lg(3M + 4m)}{\frac{1}{9}L^2(3M + 4m)}} = \sqrt{3{,}0\frac{g}{L}} = 3{,}13\ \mathrm{rad/s}$	1 μονάδα
$\Rightarrow \omega = -3{,}13\ \mathrm{rad/s}$	1 μονάδα

Ερώτηση 5

Απλό εκκρεμές αποτελείται από αβαρές νήμα μήκους L = 0,80 m, αναρτημένο σε ακλόνητο σημείο Α και σφαιρίδιο αμελητέων διαστάσεων με μάζα m = 70,0 g. Εκτρέπουμε το εκκρεμές από τη θέση ισορροπίας του κατά 8^0 και το αφήνουμε να αιωρηθεί. Να θεωρήσετε αμελητέα την αντίσταση του αέρα.



(α) Να υπολογίσετε την περίοδο της ΑΑΤ του εκκρεμούς.

(1 μονάδα)

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 3{,}14 \times \sqrt{\frac{0{,}80\text{ m}}{9{,}81\frac{m}{s^2}}} = 1{,}79\text{ s}$	1 μονάδα

(β) Τη χρονική στιγμή t = 0 το εκκρεμές διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του και κινείται αριστερόστροφα, όπως φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία, το εκκρεμές, θα περάσει, για τρίτη φορά, μη συμπεριλαμβανομένης της χρονικής στιγμής t = 0, από τη θέση ισορροπίας του.

(1 μονάδα)

$t_1 = 6\frac{T}{4} = \frac{3}{2} \times\ 1{,}79\text{ s} = 2{,}69\text{ s}$	1 μονάδα

(γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής του σφαιριδίου, ως προς το σημείο Α, τη χρονική στιγμή t = 0 και να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεων την κατεύθυνσή της. Το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σφαιριδίου είναι $|\vec{v}_{max}| = 0{,}153\text{ m/s}$.

(2 μονάδες)

$\left\|\vec{L}_0\right\| = \|\vec{r}\|\|\vec{p}\|\eta\mu\theta = Lm\|\vec{v}_{max}\| = 0{,}80\text{ m} \times 0{,}070\text{ kg} \times 0{,}153\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $= 8{,}6 \times 10^{-3}\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ $\odot\,\vec{L}_0$	1 μονάδα 1 μονάδα

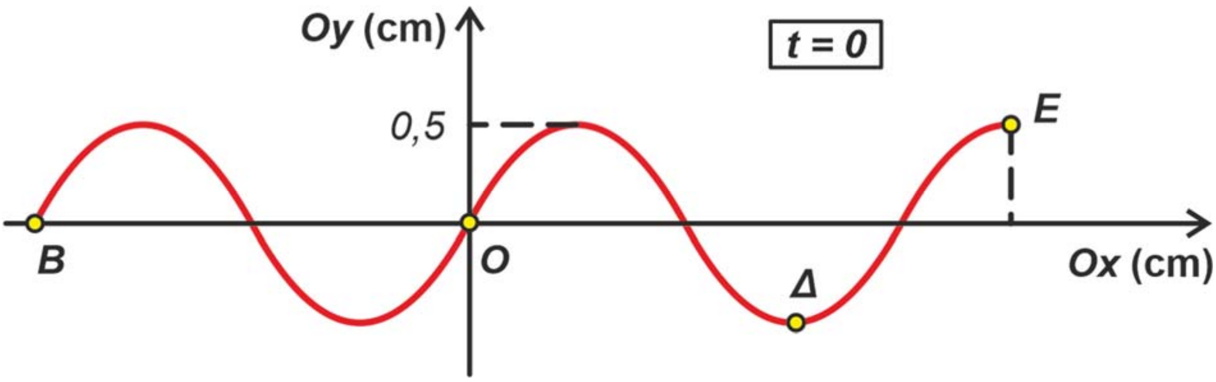
(δ) Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής του σφαιριδίου, ως προς το σημείο Α, κατά το χρονικό διάστημα [0, t_1].

(1 μονάδα)

$\Delta\vec{L} = -\vec{L}_0 - \vec{L}_0 = -2\vec{L}_0 \Rightarrow \lvert\Delta\vec{L}\rvert = 2\lvert\vec{L}_0\rvert = 0{,}017\ \mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}$	1 μονάδα

<u>Ερώτηση 6</u>

Ένα κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά (θετική κατεύθυνση) κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ένα τμήμα του μέσου, μεταξύ των σημείων Β και Ε, σε κάποια χρονική στιγμή την οποία θεωρούμε t = 0.
Να θεωρήσετε ότι τη χρονική στιγμή t = 0 τα σημεία Δ και Ε έχουν μηδενική ταχύτητα ταλάντωσης.



Το σημείο Ο, στη θέση x = 0, θα φτάσει για πρώτη φορά σε απομάκρυνση 0,5 cm τη χρονική στιγμή t_1 = 0,3 s.

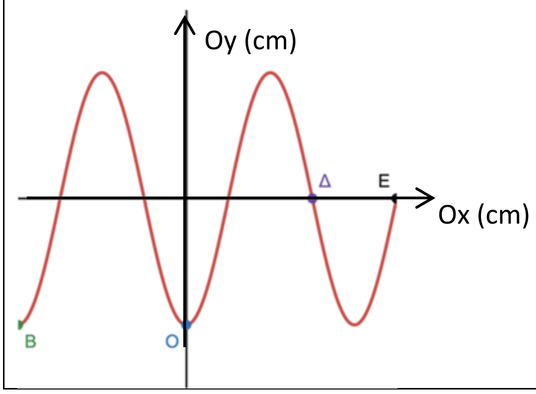
(α) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Ο τη χρονική στιγμή που ελήφθη το παραπάνω στιγμιότυπο.

(3 μονάδες)

$\Delta t = t_1 = \dfrac{3T}{4} \Rightarrow T = \dfrac{4\times 0{,}3\ \mathrm{s}}{3} = 0{,}4\ \mathrm{s}$	1 μονάδα
$\lvert\vec{\upsilon}_0\rvert = \omega y_0 = \dfrac{2\pi y_0}{T} = \dfrac{2\times 3{,}14\ \times 0{,}005\ \mathrm{m}}{0{,}4\ \mathrm{s}} = 0{,}0785\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cong\ 0{,}08\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	1 μονάδα
$\upsilon = -\lvert\vec{\upsilon}_0\rvert = -0{,}08\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	1 μονάδα
ή λύση με εφαρμογή της σχέσης $\upsilon = \pm\omega\sqrt{y_0^2 - y^2}$ για $y = 0$ και απόρριψη της θετικής τιμής.	

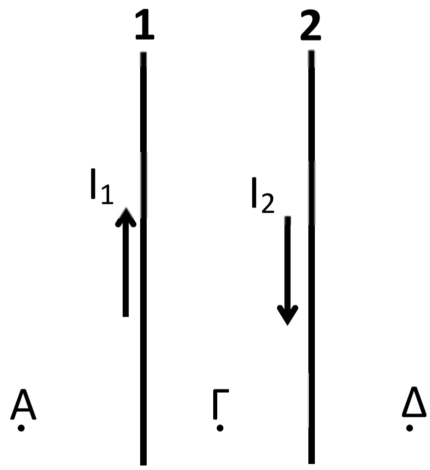
(β) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος για την ίδια περιοχή, τη χρονική στιγμή t_2 = 0,1 s. Στο στιγμιότυπο να φαίνονται οι θέσεις των σημείων Β, Ο, Δ και Ε.

(2 μονάδες)

$t_2 = \frac{T}{4}$ 	1 μονάδα 1 μονάδα για την ορθή θέση όλων των σημείων Β,Ο,Δ,Ε

Ερώτηση 7

Στο σχήμα φαίνονται δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί 1 και 2, οι οποίοι διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_1 < I_2$. Να θεωρήσετε τρία σημεία Α, Γ και Δ τα οποία βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με τους αγωγούς.



(α) Να σχεδιάσετε στα σημεία Α, Γ και Δ τις εντάσεις $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$ των μαγνητικών πεδίων των αγωγών 1 και 2 αντίστοιχα.

(3 μονάδες)

$A: \vec{B}_1 \odot, \vec{B}_2 \otimes$ $\Gamma: \vec{B}_1 \otimes, \vec{B}_2 \otimes$ $\Delta: \vec{B}_1 \otimes, \vec{B}_2 \odot$ Μια μονάδα για κάθε ορθό σχεδιασμό και των δύο εντάσεων (κατεύθυνση) σε κάθε σημείο.	1 μονάδα 1 μονάδα 1 μονάδα

(β) Να εξηγήσετε σε ποιο ή ποια από τα σημεία Α, Γ, Δ είναι δυνατόν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου να είναι μηδέν.

(2 μονάδες)

Αυτό είναι δυνατό να συμβεί στο σημείο Α,	1 μονάδα
επειδή βρίσκεται πλησιέστερα στον αγωγό 1, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα μικρότερης έντασης και μακρύτερα από τον αγωγό 2, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερης, διότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου φθίνει με την απόσταση από τον αγωγό και μπορεί στο σημείο Α τα μέτρα των δύο εντάσεων να εξισωθούν.	1 μονάδα

Ερώτηση 8

Μια πηγή μικρών διαστάσεων εκπέμπει ηχητικά κύματα στον αέρα. Η ισχύς του ηχητικού κύματος που εκπέμπει η πηγή είναι $P_0 = 1{,}0\ W$ και η συχνότητα του ηχητικού κύματος που εκπέμπει είναι 1100 Hz. Δίνεται ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα 343 m/s.

(α) Να αναφέρετε πόση θα είναι η ταχύτητα διάδοσης του ηχητικού κύματος που εκπέμπεται από την ίδια ηχητική πηγή, αν η συχνότητά του γίνει 550 Hz.

(1 μονάδα)

Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 343 m/s	1 μονάδα

(β) Να υπολογίσετε την ένταση του ηχητικού κύματος σε απόσταση 5,0 m από την πηγή.

(1 μονάδα)

$I = \frac{P_0}{4\pi r^2} = \frac{1{,}0\ W}{4 \times 3{,}14 \times (5{,}0\ \mathrm{m})^2} = 3{,}2 \times 10^{-3}\ W/\mathrm{m}^2$	1 μονάδα

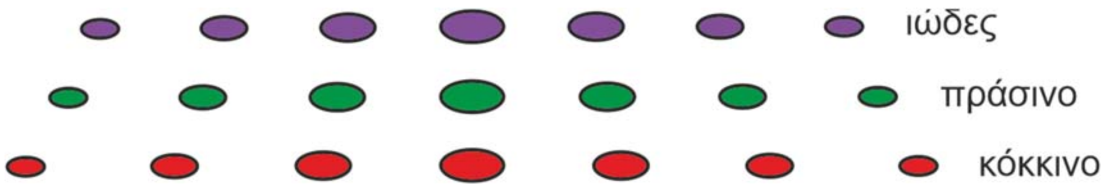
(γ) Να υπολογίσετε τη μεταβολή του επιπέδου έντασης του ήχου αν η απόσταση από την πηγή μεταβληθεί από 5,0 m σε 10,0 m.

(3 μονάδες)

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{P_0}{4\pi r_1^2}}{\frac{P_0}{4\pi r_2^2}} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{10{,}0\ \mathrm{m}}{5{,}0\ \mathrm{m}}\right)^2 = 4{,}0$	1 μονάδα
$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 10\log[\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2]$	1 μονάδα
$\Delta\beta = 10\log(0{,}25) = -6{,}0\ \mathrm{dB}$	1 μονάδα
ή	
$\frac{I_1}{I_2} = 10^{(\beta_1 - \beta_2)/10} = 4{,}0$	
$\beta_1 - \beta_2 = 6\ dB$ *ή* $\beta_2 - \beta_1 = -6\ dB$	
(1 μονάδα ο υπολογισμός του λόγου I_1/I_2, 1 μονάδα η εφαρμογή της σχέσης της μεταβολής του επιπέδου έντασης και 1 μονάδα το τελικό αποτέλεσμα)	

Ερώτηση 9

Ομάδα μαθητών πραγματοποίησε στο εργαστήριο φυσικής το πείραμα του Young, χρησιμοποιώντας συσκευές Laser τριών διαφορετικών χρωμάτων, ιώδους, πράσινου και κόκκινου, πλακίδιο με δύο σχισμές και οθόνη. Η πιο κάτω εικόνα δείχνει τους κροσσούς ενισχυτικής συμβολής που λήφθηκαν από την ομάδα των μαθητών, με χρήση ίδιου πλακιδίου και με ίδια απόσταση μεταξύ πλακιδίου και οθόνης.



(α) Να εξηγήσετε γιατί οι κροσσοί ενισχυτικής συμβολής του Laser ιώδους χρώματος απέχουν μικρότερη απόσταση από τους κροσσούς ενισχυτικής συμβολής του Laser κόκκινου χρώματος.

(2 μονάδες)

Για δεδομένο πλακίδιο διπλής σχισμής και σταθερή απόσταση πλακιδίου – οθόνης, η απόσταση μεταξύ διαδοχικών φωτεινών/σκοτεινών κροσσών είναι ανάλογη του μήκους κύματος. ($\Delta x = \frac{\lambda D}{\alpha}$)	1 μονάδα
Το ιώδες χρώμα έχει μικρότερο μήκος κύματος από το κόκκινο γι' αυτό οι ιώδες κροσσοί βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους.	1 μονάδα

(β) Να υπολογίσετε τη γωνία στην οποία εμφανίζεται ο κροσσός απόσβεσης τρίτης τάξης (ν = 2), με το Laser πράσινου χρώματος. Δίνεται ότι το μήκος κύματος του μονοχρωματικού φωτός του Laser πράσινου χρώματος είναι $5{,}20 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ και η απόσταση μεταξύ των σχισμών του πλακιδίου είναι $2{,}50 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$.

(3 μονάδες)

Για τον κροσσό απόσβεσης τρίτης τάξης (ν=2) ισχύει: $d_2 - d_1 = 5\frac{\lambda}{2}$	1 μονάδα
$\alpha\eta\mu\theta = d_2 - d_1 \Rightarrow \eta\mu\theta = \frac{d_2 - d_1}{\alpha} = \frac{5\lambda}{2\alpha}$	1 μονάδα
$\eta\mu\theta = \frac{5\lambda}{2\alpha} = \frac{5 \times (5{,}20 \times 10^{-7})\ \mathrm{m}}{2 \times (2{,}50 \times 10^{-4})\ \mathrm{m}} \Rightarrow \theta = 5{,}20 \times 10^{-3}\ \mathrm{rad}$ ή $0{,}298^{\mathrm{o}}$	1 μονάδα

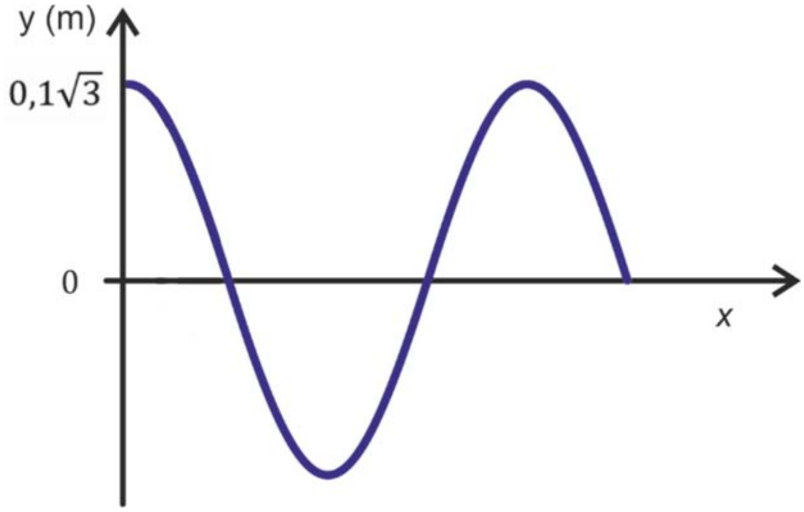
Ερώτηση 10

(α) Να γράψετε ποια σημεία του στάσιμου κύματος ονομάζονται δεσμοί και ποια ονομάζονται κοιλίες.

(2 μονάδες)

Δεσμούς στάσιμου κύματος ονομάζουμε τα σημεία του μέσου που παραμένουν συνεχώς ακίνητα (μηδενικό πλάτος).	1 μονάδα
Κοιλίες στάσιμου κύματος ονομάζουμε τα σημεία του μέσου που ταλαντώνονται με το μέγιστο δυνατό πλάτος.	1 μονάδα

(β) Το πιο κάτω σχήμα δίνει το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος, με περίοδο *T* και μήκος κύματος λ, τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{6}$.



Το σημείο στη θέση $x = 0$ αντιστοιχεί σε κοιλία του στάσιμου κύματος και τη χρονική στιγμή $t = 0$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα. Να υπολογίσετε το πλάτος των τρεχόντων κυμάτων που παράγουν το στάσιμο κύμα.

(3 μονάδες)

Το στάσιμο κύμα με ελεύθερο άκρο στο σημείο $x = 0$ περιγράφεται από την εξίσωση $y(x,t) = 2y_0 \sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$.	1 μονάδα
$y(x = 0, t = T/6) = 2y_0 \eta\mu\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0{,}1\sqrt{3}\ \mathrm{m}$	1 μονάδα
$\Rightarrow y_0 = 0{,}1\ \mathrm{m}$	1 μονάδα

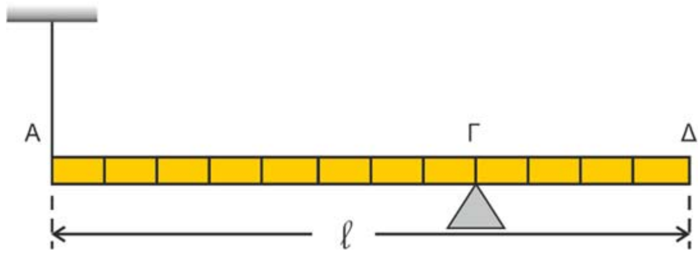
ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄

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

Ερώτηση 11

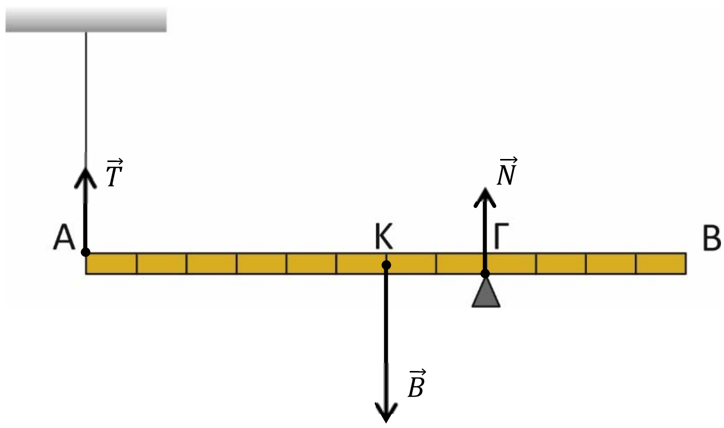
Στο σχήμα (α) φαίνεται μια ομογενής, λεπτή και ισοπαχής ράβδος μήκους ℓ = 1,2 m, μάζας M και βάρους 30 N. Το άκρο A της ράβδου είναι δεμένο σε αβαρές κατακόρυφο νήμα, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Η ράβδος βρίσκεται σε επαφή με στήριγμα στο σημείο Γ, το οποίο απέχει από το άκρο A απόσταση $A\Gamma = \frac{2\ell}{3}$. Η ράβδος ισορροπεί σε οριζόντια θέση. Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς κατακόρυφο άξονα, ο οποίος περνά από το σημείο Γ και είναι κάθετος στη ράβδο δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{9}M\ell^2$.



Σχήμα (α)

(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο.

(1 μονάδα)

<table>
<tr>
<td>Στη ράβδο ασκούνται οι εξωτερικές δυνάμεις, βάρος $\vec{B}$ της ράβδου, η δύναμη $\vec{N}$ από το στήριγμα και η τάση $\vec{T}$ από το νήμα.
Η μονάδα θα δοθεί για σωστό σχεδιασμό <u>όλων</u> των δυνάμεων.

</td>
<td>1 μον.</td>
</tr>
</table>

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης που ασκεί το νήμα στη ράβδο.

(3 μονάδες)

ΑΓ=$2\frac{\ell}{3} = 0{,}80$ m, ΚΓ=$\frac{2\ell}{3} - \frac{\ell}{2} = \frac{\ell}{6} = 0{,}20$ m. Αφού η ράβδος ισορροπεί, το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των δυνάμεων κατά μήκος του άξονα περιστροφής που περνά από το σημείο Γ και είναι κάθετος στη ράβδο είναι μηδενικό: $ΣM_{εξ}=0$ **[1 μον.]** $ΣM_{εξ} = 0 \Rightarrow M_{\vec{T}} + M_{\vec{B}} + M_{\vec{N}} = 0 \Rightarrow -\|\vec{T}\|(ΑΓ) + \|\vec{B}\|(ΚΓ) = 0$ $\|\vec{T}\| = \frac{\|\vec{B}\|(ΚΓ)}{(ΑΓ)} = \frac{\|\vec{B}\|\ell/6}{2\ell/3} \Rightarrow \|\vec{T}\| = \frac{\|\vec{B}\|}{4}$ **[1 μον.]** $\|\vec{T}\| = 7{,}5\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

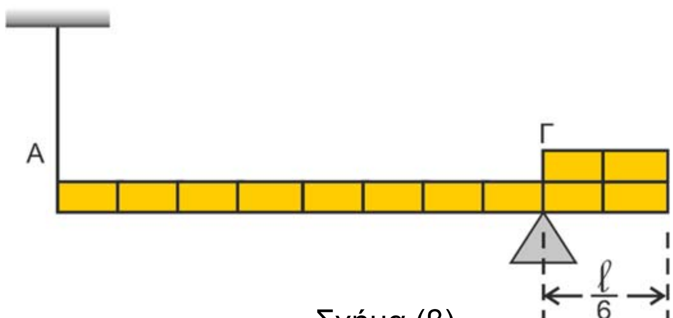
(γ) Να προσδιορίσετε το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης που δέχεται το στήριγμα από τη ράβδο.

(5 μονάδες)

Αφού η ράβδος ισορροπεί η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδενική, $Σ\vec{F}_{εξ} = \vec{0}$, **[1 μον.]** άρα $\vec{B}$+ $\vec{N}$ +$\vec{T}$ = $\vec{0}$ $\Rightarrow B + N + T = 0$ Θεωρώντας θετική (+) τη φορά προς τα κάτω έχουμε: $\|\vec{B}\| + N - \|\vec{T}\| = 0$ άρα $N = -\|\vec{B}\| + \|\vec{T}\|$ **[1 μον.]** άρα $N = -30\ \mathrm{N} + 7{,}5\ \mathrm{N} \Rightarrow N = -22{,}5\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]** Η ζητούμενη δύναμη είναι η $\vec{N}'$, η αντίδραση της $\vec{N}$, άρα $N' = 22{,}5\ \mathrm{N}$ Δηλαδή $\|\vec{N}'\| = 22{,}5\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]** η διεύθυνσή της είναι κατακόρυφη και η φορά της προς τα κάτω ή με σχεδιασμό του διανύσματος της δύναμης ή κατεύθυνση προς τα κάτω. **[1 μον.]**	**5 μον.**

(δ) Κόβουμε από τη ράβδο τμήμα μήκους $\frac{\ell}{6}$ και το τοποθετούμε πάνω στη ράβδο, όπως φαίνεται στο σχήμα (β). Να αναφέρετε αν θα αλλάξει η δύναμη που δέχεται το στήριγμα από τη ράβδο, που υπολογίσατε στο ερώτημα (γ).

(1 μονάδα)

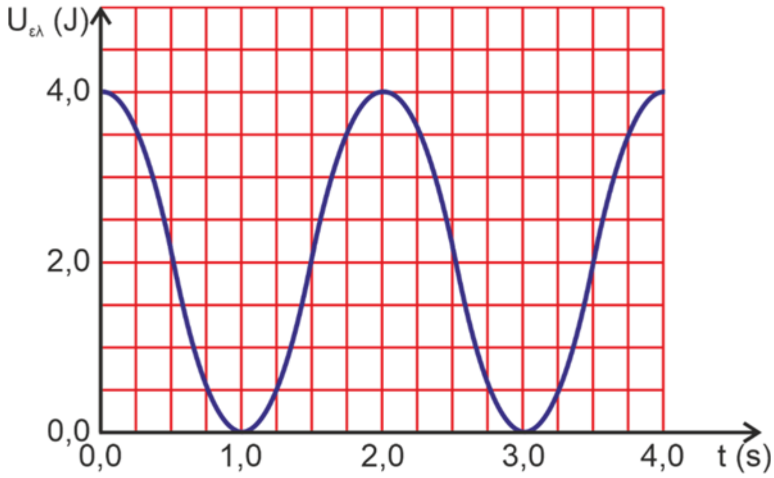


Σχήμα (β)

Θα αλλάξει **[1 μον.]**.	**1 μον.**

Ερώτηση 12

Το γράφημα παριστάνει την δυναμική ενέργεια ενός συστήματος οριζόντιου ελατηρίου και σώματος, μάζας *m* = 1,00 kg, που είναι δεμένο στο άκρο του ελατηρίου, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



Χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη γραφική παράσταση:

(α) να προσδιορίσετε τη μηχανική ενέργεια του συστήματος.

(1 μονάδα)

$E_{MHX} = U_{\mu\varepsilon\gamma.} = 4{,}0\ \mathrm{J}$ **[1 μον.]**.	**1 μον.**

(β) Να προσδιορίσετε την περίοδο της ΑΑΤ του συστήματος.

(1 μονάδα)

T = 4,0 s **[1 μον.]**.	**1 μον.**

(γ) Να εξηγήσετε αν οι πληροφορίες που δίνονται επαρκούν για τον προσδιορισμό της αρχικής φάσης της ΑΑΤ που εκτελεί το σύστημα.

(2 μονάδες)

Δεν επαρκούν. **[1 μον.]** Για *t = 0* το σώμα έχει μέγιστη δυναμική ενέργεια, δηλαδή βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσής του αλλά δεν μπορούμε να γνωρίζουμε σε ποια από τις δύο ακραίες θέσεις βρίσκεται, άρα δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την αρχική φάση. **[1 μον.]**	**2 μον.**

(Να δοθεί μία μονάδα στην περίπτωση που η απάντηση είναι ότι οι πληροφορίες επαρκούν διότι ο ταλαντωτής βρίσκεται σε ακραία θέση άρα η αρχική του φάση είναι είτε π/2 είτε 3π/2.)	

(δ) Να υπολογίσετε το πλάτος της ΑΑΤ του συστήματος.

(3 μονάδες)

$E_{MHX} = U_{\mu\varepsilon\gamma.} = \frac{1}{2}kx_0^2 \quad \Rightarrow \quad x_0 = \sqrt{\frac{2U_{\mu\varepsilon\gamma}}{k}}$ **[1 μον.]** $k = m\omega^2 = m\frac{4\pi^2}{T^2} = 2{,}47\ \mathrm{N/m}$ **[1 μον.]** Αντικαθιστώντας: $x_0 = \sqrt{\frac{2\times 4{,}0\ \mathrm{J}}{2{,}47\ \mathrm{N/m}}} = 1{,}8\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

(ε) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος στο χρονικό διάστημα από 1,5 s μέχρι 2,0 s.

(3 μονάδες)

Από τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας: $\Delta E_{\kappa\iota\nu} = -\Delta U$ **[1 μον.]** $\Delta U = U_{\tau\varepsilon\lambda} - U_{\alpha\rho\chi} = 4{,}0\ \mathrm{J} - 2{,}0\ \mathrm{J} = 2{,}0\ \mathrm{J}$ **[1 μον.]** Αντικαθιστώντας: $\Delta E_{\kappa\iota\nu} = -2{,}0\ \mathrm{J}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

<u>Ερώτηση 13</u>

Μια ομάδα μαθητριών χρησιμοποίησε τη διάταξη του απλού εκκρεμούς για να μετρήσει πειραματικά την επιτάχυνση της βαρύτητας *g*.

(α) Μία μαθήτρια υποστηρίζει ότι μπορεί να πετύχει μετρήσεις με μικρότερο σφάλμα, αν χρησιμοποιήσει εκκρεμές μικρού μήκους. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η άποψη αυτή δεν είναι σωστή.

(2 μονάδες)

Να δοθεί 1 μονάδα για κάθε ορθό λόγο που θα αναφερθεί. Παραδείγματα ορθών λόγων: • Η περίοδος θα είναι πολύ μικρή και επομένως το σφάλμα στη μέτρησή της θα είναι (ποσοστιαία) μεγαλύτερο. • Οι διαστάσεις του σώματος δεν θα είναι αμελητέες σε σχέση με το μήκος του νήματος άρα το εκκρεμές δεν θα είναι απλό, με συνέπεια να μην ισχύει η γνωστή σχέση υπολογισμού της περιόδου. • Θα είναι πρακτικά πολύ δύσκολο να εκτραπεί το εκκρεμές κατά γωνία μικρότερη των 15^0 με συνέπεια να μην ισχύει η γνωστή σχέση υπολογισμού της περιόδου (λόγω προσέγγισης μικρής γωνίας).	**2 μον.**

• μικρότερο μήκος του εκκρεμούς άρα μεγαλύτερο (ποσοστιαίο) σφάλμα στη μέτρησή του.	

(β) Από τις μετρήσεις που πήραν οι μαθήτριες χάραξαν τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου T^2 συναρτήσει του μήκους L του εκκρεμούς η οποία φαίνεται στην επόμενη σελίδα. Στις απαντήσεις σας, όπου χρειάζεται, να δοθεί το αποτέλεσμα με δύο σημαντικά ψηφία.

i. Να εξηγήσετε γιατί η γραφική παράσταση επιβεβαιώνει τη μαθηματική σχέση μεταξύ περιόδου και μήκους του εκκρεμούς.

(3 μονάδες)

Είναι ευθεία γραμμή [με θετική κλίση] **[1 μον.]** η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων **[1 μον.]** επομένως τα μεγέθη T^2 και L είναι ανάλογα ($T^2 \propto L$) **[1 μον.]**	**3 μον.**

ii. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης.

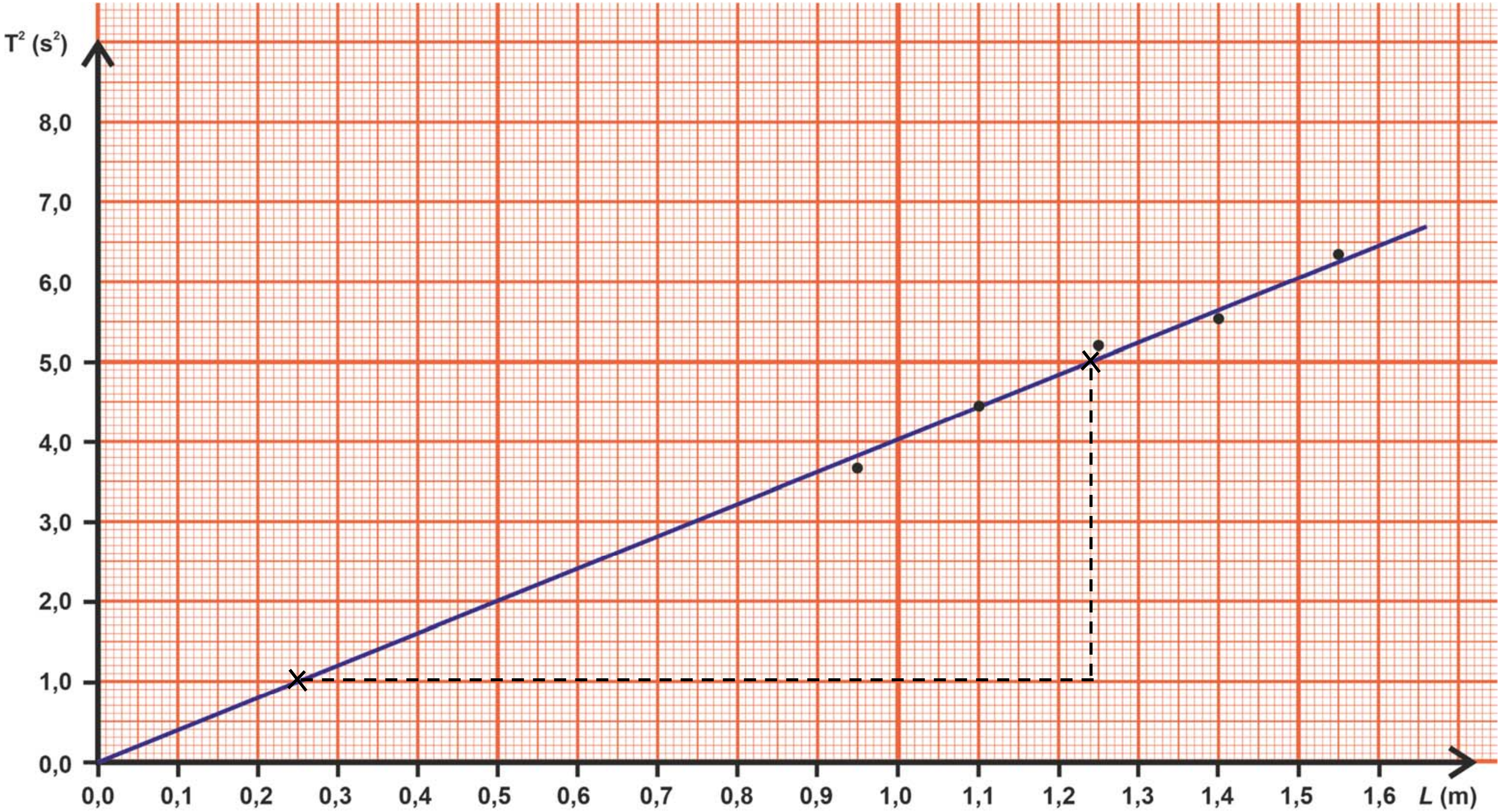
(3 μονάδες)

Παράδειγμα υπολογισμού της κλίσης $\lambda = \frac{\Delta T^2}{\Delta \ell} = \frac{T_2^2 - T_1^2}{\ell_2 - \ell_1} = \frac{5{,}0\ s^2 - 1{,}0\ s^2}{1{,}24\ m - 0{,}25\ m} = 4{,}0\ \frac{s^2}{m}$ Να δοθούν: 1 μονάδα για την ορθή επιλογή σημείων (σημεία πάνω στην ευθεία) 1 μονάδα για τα σημαντικά ψηφία του αποτελέσματος και 1 μονάδα για το ορθό αποτέλεσμα ***μαζί*** με τη μονάδα μέτρησης.	**3 μον.**

iii. Από την κλίση να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

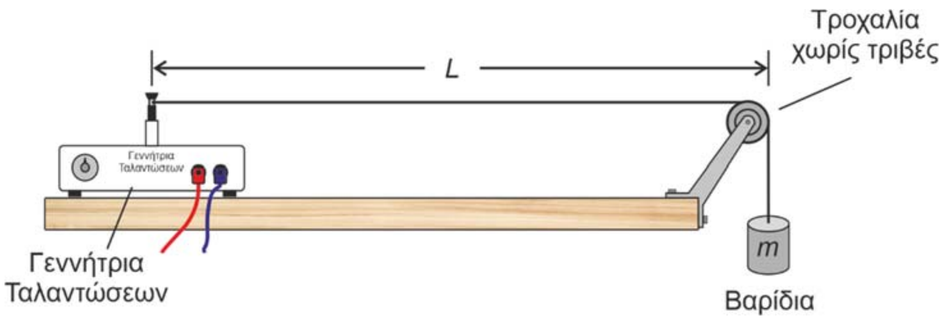
(2 μονάδες)

Από τη γραφική παράσταση $T^2 = f(\ell)$ προκύπτει ότι η *κλίση* = $\frac{4\pi^2}{g} \Leftrightarrow g = \frac{4\pi^2}{\kappa\lambda\acute{\iota}\sigma\eta}$ **[1 μον.]** $g = \frac{4\pi^2}{\kappa\lambda\acute{\iota}\sigma\eta} = \frac{4\pi^2}{4{,}0\ \frac{s^2}{m}} = 9{,}9\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \pm 0{,}1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**


T^2 (s^2)
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
L (m)

Ερώτηση 14

Στην πιο κάτω πειραματική διάταξη η χορδή έχει μήκος L = 1,2 m και γραμμική πυκνότητα μ = 0,006 kg/m. Τα βαρίδια που είναι αναρτημένα στο άκρο της χορδής έχουν μάζα 1,4 kg.



(α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

(2 μονάδες)

Η ταχύτητα των τρεχόντων κυμάτων δίνεται από τη σχέση: $\upsilon = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}} = \sqrt{\frac{(1{,}4\ \mathrm{kg}) \times (9{,}81 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2})}{0{,}006 \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}}}$ **[1 μον.]** $\upsilon = 47{,}84 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Η γεννήτρια ταλαντώσεων τίθεται σε λειτουργία και ρυθμίζεται έτσι ώστε η χορδή να ταλαντώνεται με την έκτη αρμονική συχνότητα.

i. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

(1 μονάδα)

Για το μήκος κύματος ισχύει ότι $3\lambda = L$ άρα $\lambda = \frac{L}{3} = 0{,}4\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]** ή $L = \frac{\nu\lambda}{2}$ για ν = 6 άρα $\lambda = \frac{L}{3} = 0{,}4\ \mathrm{m}$	**1 μον.**

ii. Η ταλάντωση της χορδής θέτει σε ταλάντωση τα γειτονικά με αυτήν μόρια του αέρα, παράγοντας ήχο. Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 343 m/s να υπολογίσετε το μήκος κύματος του ηχητικού κύματος.

(3 μονάδες)

Η ταχύτητα του ήχου δίνεται από τη σχέση: $\upsilon_{\eta\chi} = \lambda_{\eta\chi} f_{\eta\chi} \Rightarrow \lambda_{\eta\chi} = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{f_{\eta\chi}}$ **[1 μον.]** $f_{\eta\chi} = f = \frac{\upsilon}{\lambda} = \frac{47{,}84 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{0{,}4\ \mathrm{m}} = 119{,}6\ \mathrm{Hz}$ **[1 μον.]** $\lambda_{\eta\chi} = \frac{343 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{119{,}6\ \mathrm{Hz}} = 2{,}87\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

iii. Να αναφέρετε αν η συχνότητα του ηχητικού κύματος που παράγεται από τη χορδή μπορεί να διεγείρει το ανθρώπινο αυτί.

(1 μονάδα)

Μπορεί να το διεγείρει *(20* Hz ≤ *119,6* Hz ≤ *20000* Hz*)* **[1 μον.]**	**1 μον.**

(γ) Να αναφέρετε αν δημιουργείται στάσιμο κύμα στη χορδή, αν η συχνότητα της γεννήτριας ταλαντώσεων είναι 25 Hz.

(1 μονάδα)

Δεν μπορεί να δημιουργηθεί στάσιμο στη χορδή **[1 μον.]**	**1 μον.**

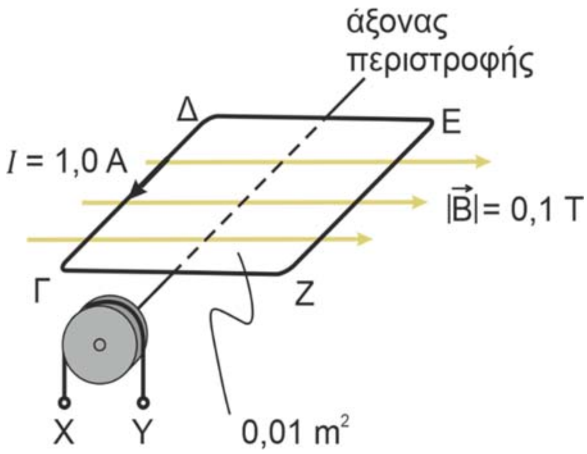
(δ) Να αναφέρετε μία ομοιότητα και μία διαφορά μεταξύ του ηχητικού κύματος που παράγεται από την ταλάντωση της χορδής και του κύματος που διαδίδεται στη χορδή.

(2 μονάδες)

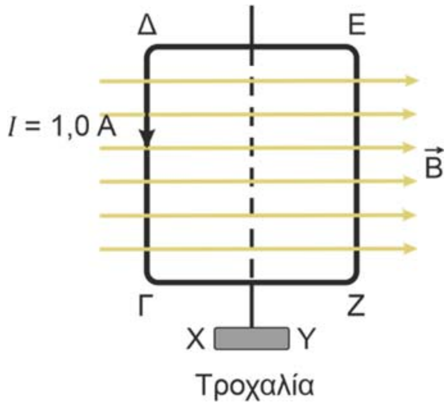
Να δοθεί 1 μονάδα για μια ορθή ομοιότητα και 1 μονάδα για μια ορθή διαφορά. Παράδειγματα ορθής ομοιότητας: • Τα δύο κύματα έχουν την ίδια συχνότητα. • Και τα δύο κύματα είναι μηχανικά Παράδειγμα ορθής διαφοράς: • Ο ήχος είναι διάμηκες κύμα ενώ το κύμα που διαδίδεται στη χορδή είναι εγκάρσιο. (*Η αναφορά σε στάσιμο κύμα στη χορδή είναι λανθασμένη και δεν παίρνει μονάδα – η ερώτηση αναφέρεται στο κύμα που διαδίδεται στη χορδή.*)	**2 μον.**

Ερώτηση 15

Το τετραγωνικό πλαίσιο του σχήματος (α) αποτελεί το απλοποιημένο διάγραμμα ενός ηλεκτρικού κινητήρα. Το πλαίσιο αποτελείται από Ν σπείρες εμβαδού $A = 0{,}01\ \mathrm{m}^2$ και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το κέντρο του. Το πλαίσιο είναι αρχικά οριζόντιο και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 1{,}0$ A. Ο άξονας περιστροφής του πλαισίου συνδέεται με τροχαλία ακτίνας $R = 10$ cm, στην οποία μπορούν να κρεμαστούν βαρίδια σε κάθε πλευρά της, στο σημείο X ή στο σημείο Y. Με κατάλληλη διάταξη μπορούμε να εφαρμόσουμε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $|\vec{B}| = 0{,}1\ \mathrm{T}$ με οριζόντιες δυναμικές γραμμές. Στο σχήμα (β) φαίνεται η κάτοψη του πλαισίου. Να αγνοήσετε όλες τις τριβές.



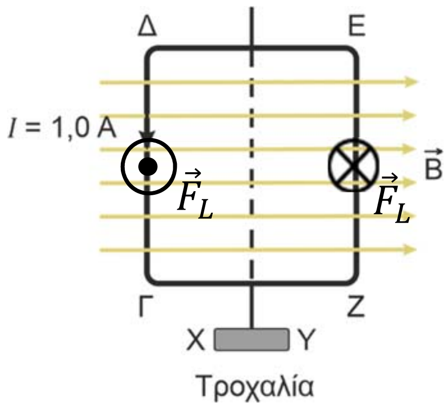
Σχήμα (α)



Σχήμα (β)

(α) Τη χρονική στιγμή $t = 0$ εφαρμόζεται το μαγνητικό πεδίο. Να μεταφέρετε το σχήμα (β) στο τετράδιο απαντήσεων, να αναφέρετε σε ποιες πλευρές του πλαισίου ασκούνται ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και να τις σχεδιάσετε ποιοτικά.

(3 μονάδες)

<table>
<tr>
<td>
Στις πλευρές ΔΕ και ΓΖ δεν ασκούνται ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις.
[1 μον.]
Στην πλευρά ΓΔ ασκείται ηλεκτρομαγνητική δύναμη κάθετα στο επίπεδο του πλαισίου (σελίδας) με φορά προς τον αναγνώστη.
[1 μον.]
Στην πλευρά ΕΖ ασκείται ηλεκτρομαγνητική δύναμη κάθετα στο επίπεδο του πλαισίου (σελίδας) με φορά προς τα μέσα (προς το χαρτί.
[1 μον.]


</td>
<td>3 μον.</td>
</tr>
</table>

(β) Να εξηγήσετε σε ποιο από τα σημεία Χ ή Υ θα πρέπει να κρεμαστεί ένα κατάλληλο βαρίδιο, προκειμένου να αποφευχθεί η περιστροφή του πλαισίου όταν εφαρμοστεί το μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$.

(3 μονάδες)

Οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις που ασκούνται στις πλευρές ΓΔ και ΕΖ αποτελούν ζεύγος δυνάμεων το οποίο τείνει να περιστρέψει το πλαίσιο δεξιόστροφα (η ροπή του ζεύγους έχει αρνητική αλγεβρική τιμή). **[1 μον.]** Για να αποφευχθεί η περιστροφή του πλαισίου πρέπει η συνολική ροπή που δέχεται το πλαίσιο, κατά μήκος του άξονα περιστροφής του, να είναι μηδενική. **[1 μον.]** Αυτό σημαίνει ότι η ροπή που θα προκαλέσει το κρέμασμα του βαριδιού πρέπει να είναι αντίθετη της ροπής του ζεύγους άρα το βαρίδι πρέπει να κρεμαστεί στο σημείο Χ. **[1 μον.]**	**3 μον.**

(γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της ροπής του βάρους ενός βαριδίου μάζας $m = 0{,}102$ kg, ως προς το κέντρο της τροχαλίας, όταν αυτό κρεμαστεί είτε στο σημείο Χ είτε στο σημείο Υ.

(1 μονάδα)

Η ζητούμενη ροπή έχει μέτρο: $\left\|\vec{M}_{\beta\alpha\rho}\right\| = mgR = (0{,}102\ \mathrm{kg}) \times \left(9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \times (0{,}1\ \mathrm{m}) = 0{,}1\ \mathrm{N\cdot m}$ **[1 μον.]**	**1 μον.**

(δ) Κρατάμε ακίνητο το σύστημα πλαισίου-τροχαλίας-βαριδίου του υποερωτήματος (γ) με το πλαίσιο σε οριζόντια θέση. Να υπολογίσετε τον αριθμό Ν των σπειρών του πλαισίου, ώστε όταν εφαρμοστεί το μαγνητικό πεδίο και αφήσουμε το σύστημα να κινηθεί αυτό να παραμένει ακίνητο. Να δώσετε την απάντησή σας στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

(3 μονάδες)

Για να παραμείνει ακίνητο το πλαίσιο πρέπει η συνολική ροπή που δέχεται (είτε κατά μήκος του άξονα περιστροφής είτε ως προς το κέντρο της τροχαλίας) να είναι μηδενική, $\Sigma M = 0 \;\Rightarrow\; \left\|\vec{M}_{\beta\alpha\rho}\right\| = \left\|\vec{M}_{\pi\lambda\alpha\iota\sigma\acute{\iota}o\upsilon}\right\|$ $\left\|\vec{M}_{\pi\lambda\alpha\iota\sigma\acute{\iota}o\upsilon}\right\| = N\left\|\vec{M}_{F_L}\right\|$ **[1 μον.]** $\left\|\vec{M}_{\pi\lambda\alpha\iota\sigma\acute{\iota}o\upsilon}\right\| = N\left\|\vec{F}_L\right\|(\Delta E) = N\left\|\vec{B}\right\|I(\Gamma\Delta)(\Delta E) = N\left\|\vec{B}\right\|IA$ **[1 μον.]** Επομένως: $\left\|\vec{M}_{\beta\alpha\rho}\right\| = N\left\|\vec{B}\right\|IA \Rightarrow N = \frac{\left\|\vec{M}_{\beta\alpha\rho}\right\|}{\left\|\vec{B}\right\|IA} = \frac{0{,}1\ Nm}{(0{,}1\ T)\times(1{,}0\ A)\times(0{,}01\ m^2)} = 100$ **[1 μον.]**	**3 μον.**