

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 2023

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ (38)

Ημερομηνία εξέτασης: Δευτέρα, 26 Ιουνίου 2023

Ώρα εξέτασης: 8:00 – 11:00

Γενικές οδηγίες.

- Οι βαθμολογητές ακολουθούν τον οδηγό βαθμολόγησης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.
- Για κάθε σημείο που απαντά ο μαθητής βαθμολογείται με 1 μονάδα όπως φαίνεται στον οδηγό βαθμολόγησης. Δε δίνεται $\frac{1}{2}$ ή $\frac{1}{4}$ της μονάδας.
- Γίνεται βαθμολόγηση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα γι' αυτό που έχει δείξει ότι ξέρει και δεν τιμωρείται για ότι έχει παραλείψει. Από την άλλη η βαθμολόγηση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.
- Όσες απαντήσεις περιέχονται σε αγκύλες { } δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται στην απάντηση.

Οδηγίες για τη βαθμολόγηση.

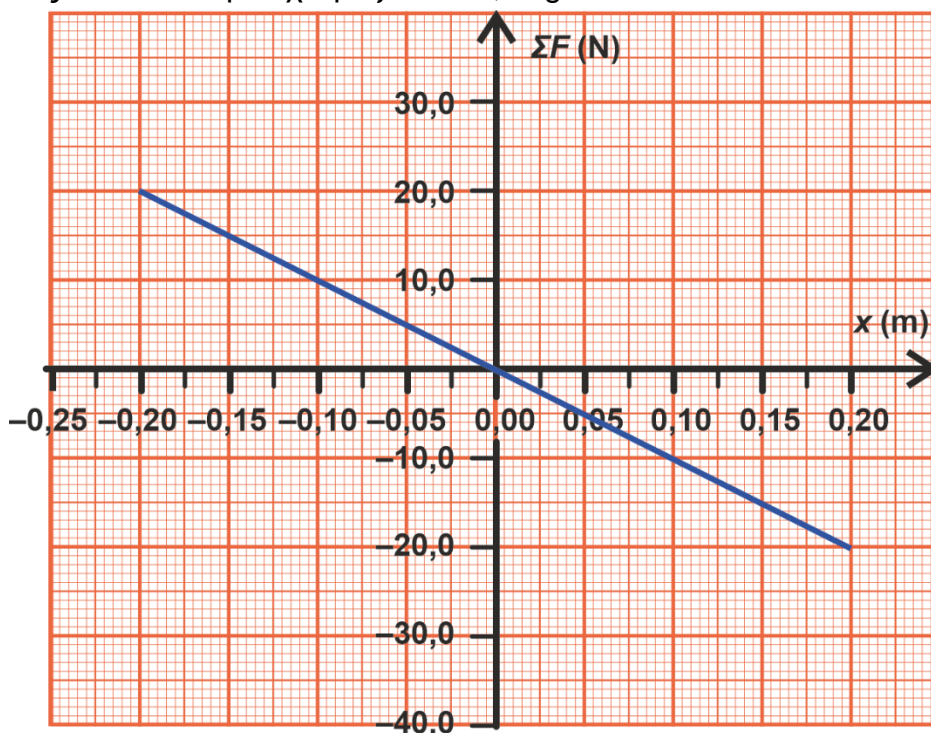
- Το αριθμητικό λάθος που τιμωρείται σε ένα μέρος ενός υποερωτήματος δεν επηρεάζει τη βαθμολογία στο υπόλοιπο υποερώτημα ή σε επόμενο υποερώτημα. Δυνατόν όμως να τιμωρείται η απάντηση σε επόμενο υποερώτημα, αν αυτή επηρεάζεται από το αρχικό λάθος. Αυτό θα καθορίζεται στον οδηγό βαθμολόγησης της συγκεκριμένης 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 βαθμολόγησης.
- Η χρήση του τιμής $g = 10 \text{ m/s}^2$ αντί της τιμής που καθορίζεται στο τυπολόγιο, θα οδηγήσει σε λάθος αποτέλεσμα. Αν το αποτέλεσμα παίρνει 1 μονάδα τότε ο μαθητής τη χάνει.
- Σε μερικές περιπτώσεις, εκεί όπου καθορίζεται στον οδηγό, θα υπάρχουν συνέπειες στη βαθμολόγηση για την ευκρίνεια στη διατύπωση και στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων και σχημάτων.

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

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

Ερώτηση 1

Στο γράφημα παριστάνεται η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ένα σώμα, το οποίο εκτελεί οριζόντια απλή αρμονική ταλάντωση, σε σχέση με την μετατόπιση από τη θέση ισορροπίας του. Το σώμα έχει μάζα $m = 2,0 \text{ kg}$.



(α) Χρησιμοποιώντας δεδομένα από το γράφημα:

i. Να προσδιορίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

$x_0 = 0,20 \text{ m}$	1 μον.
------------------------	---------------

ii. Να υπολογίσετε τη σταθερά D της ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

$F_0 = Dx_0 \Rightarrow 20,0 \text{ N} = D \times (0,20 \text{ m}) \Rightarrow D = \frac{20,0 \text{ N}}{0,20 \text{ m}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ Δεκτός και ο υπολογισμός από την κλίση της γραφικής παράστασης.	1 μον.
---	---------------

(β) Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης του σώματος.

(1 μονάδα)

$a_0 = \frac{F_0}{m} = \frac{20,0 \text{ N}}{2,0 \text{ kg}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1 μον.
--	---------------

(γ) Να αναφέρετε δύο χαρακτηριστικά της γραφικής παράστασης, τα οποία επιβεβαιώνουν ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

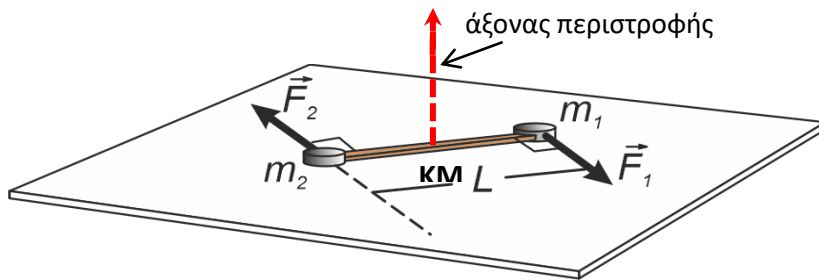
(2 μονάδες)

1° Ευθεία γραμμή η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων [1 μον.], και 2° αρνητική κλίση [1 μον.].	2 μον.
---	---------------

Ερώτηση 2

Δύο σώματα αμελητέων διαστάσεων με μάζες $m_1 = m_2 = m$ είναι στερεωμένα στα άκρα λεπτής ράβδου μήκους L και αμελητέας μάζας. Το σύστημα σωμάτων - ράβδου αρχικά ηρεμεί πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ασκούνται στα σώματα οι οριζόντιες δυνάμεις \vec{F}_1 και \vec{F}_2 για χρονικό διάστημα Δt , οι οποίες έχουν ίσα και σταθερά μέτρα, $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}|$, είναι παράλληλες και διαρκώς κάθετες στην ευθεία που ορίζει η ράβδος, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος Δt , το σύστημα σωμάτων - ράβδου περιστρέφεται ως προς κατακόρυφο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το κέντρο μάζας του (ΚΜ), με γωνιακή επιτάχυνση \vec{a}_γ .



Οι απαντήσεις στα πιο κάτω ερωτήματα να δοθούν συναρτήσει των μεγεθών m , L και $|\vec{F}|$.

(α) Να υπολογίσετε τη συνολική ροπή των δυνάμεων \vec{F}_1 και \vec{F}_2 , ως προς το κέντρο μάζας του συστήματος (μέτρο και κατεύθυνση).

(2 μονάδες)

Η συνολική ροπή του ζεύγους έχει μέτρο $ \Sigma \vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 = d \vec{F} = L \vec{F} $ [1 μον.] στη διεύθυνση του άξονα περιστροφής με φορά προς τα κάτω [1 μον.]	2 μον.
---	--------

(β) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της γωνιακής επιτάχυνσης \vec{a}_γ του συστήματος σωμάτων – ράβδου.

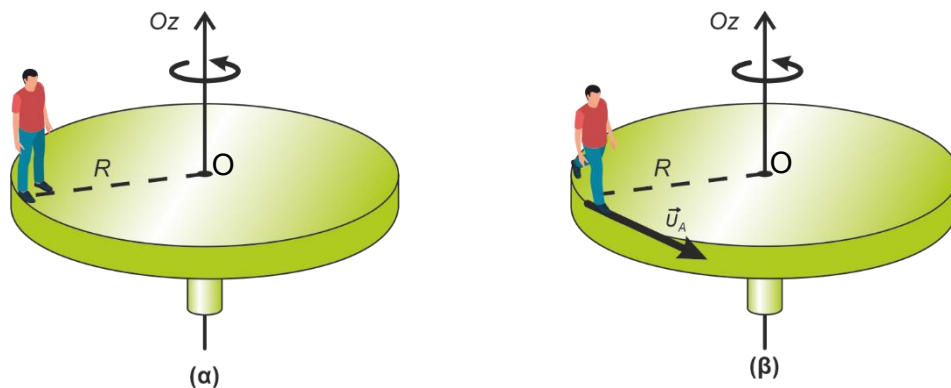
(3 μονάδες)

<p>Το σύστημα θα περιστραφεί γύρω από το Κ.Μ του. Συνεπώς τα δύο σώματα θα έχουν την ίδια ακτίνα περιστροφής [1 μον.]</p> $I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 = 2m \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{mL^2}{2} \quad [1 \text{ μον.}]$ $\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau,z} = I a_\gamma \Rightarrow a_\gamma = \frac{\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau,z}}{I} = \frac{- \vec{F} L}{\left(\frac{mL^2}{2}\right)} = -\frac{2 \vec{F} }{mL} \quad [1 \text{ μον.}]$ <p>Αν ο υπολογισμός της ροπής αδράνειας γίνει χωρίς να αναφερθεί πρώτα ότι τα σώματα ισαπέχουν από ΚΜ, δεν αφαιρείται μονάδα.</p>	3 μον.
--	--------

Ερώτηση 3

Ένας άνθρωπος μάζας $m = 80 \text{ kg}$ βρίσκεται πάνω στην περιφέρεια ενός οριζόντιου ομογενούς δίσκου μάζας $M = 300 \text{ kg}$ και ακτίνας $R = 1,5 \text{ m}$. Το σύστημα δίσκου – ανθρώπου περιστρέφεται αριστερόστροφα, χωρίς τριβές, γύρω από τον κατακόρυφο άξονα συμμετρίας του δίσκου Oz , που διέρχεται από το κέντρο του O , με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $|\vec{\omega}| = 2 \text{ rad/s}$, όπως φαίνεται στο σχήμα (α).

Να θεωρήσετε τον άνθρωπο ως υλικό σημείο. Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του δίνεται από τη σχέση $I_\delta = \frac{1}{2} M_\delta R^2$.



(α) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της στροφορμής του συστήματος δίσκου - ανθρώπου κατά μήκος του άξονα Oz .

(2 μονάδες)

$L_{\sigma\upsilon\sigma\tau.,z} = L_{\delta\iota\sigma\kappa.,z} + L_{\alpha\nu\theta\rho.,z} = \left(\frac{1}{2}MR^2 + mR^2\right)\omega \quad \text{[1 μον.]}$ $\Rightarrow L_{\sigma\upsilon\sigma\tau.,z} = \left[\frac{1}{2}(300 \text{ kg} \times (1,5 \text{ m})^2) + (80 \text{ kg} \times (1,5 \text{ m})^2)\right] \times \left(2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) \Rightarrow$ $L_{\sigma\upsilon\sigma\tau.,z} = 1035 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad \text{[1 μον.]}$	2 μον.
--	---------------

(β) Να αναφέρετε αν θα μεταβληθεί, η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του δίσκου, αν κάποια χρονική στιγμή ο άνθρωπος εγκαταλείψει τον δίσκο με εφαπτομενική ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}_A| = |\vec{\omega}|R$ ως προς το έδαφος, όπως φαίνεται στο σχήμα (β).

(1 μονάδα)

Δεν θα μεταβληθεί.	1 μον.
--------------------	---------------

(γ) Να δικαιολογήσετε την απάντηση που δώσατε στο ερώτημα (β).

(2 μονάδες)

<p>Επειδή $\sum M_{\epsilon\xi\omega\tau.,z} = 0$, η στροφορμή του συστήματος κατά μήκος του άξονα Oz διατηρείται σταθερή. [1 μον.] Αφού η στροφορμή του ανθρώπου παραμένει σταθερή άρα και η στροφορμή του δίσκου δεν θα μεταβληθεί, συνεπώς η γωνιακή του ταχύτητα δεν θα μεταβληθεί. [1 μον.]</p>	2 μον.
---	---------------

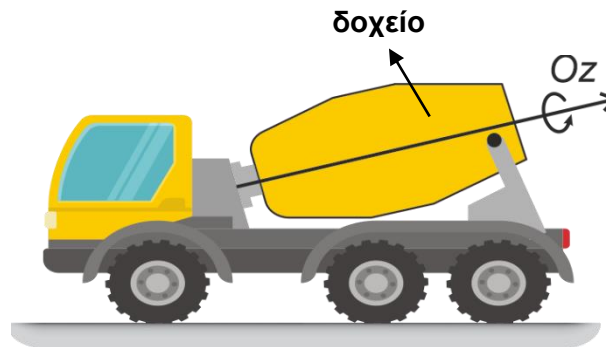
Δεκτή και η αιτιολόγηση με μαθηματική σχέση.

$$\sum M_{εξωτ.,z} = 0 \Rightarrow \Delta L_{συστ.,z} = 0$$

$$\Delta L_{ανθρ.,z} = 0 \Rightarrow \Delta L_{δισκ.,z} = 0 \Rightarrow I_{δ}\omega = I_{δ}\omega' \Rightarrow \omega = \omega'$$

Ερώτηση 4

Ένα φορτηγό μπετονιέρα έχει ένα μεγάλο άδειο δοχείο στο πίσω μέρος του για να αναδεύει το σκυρόδεμα (μπετόν), όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Το δοχείο περιστρέφεται δεξιόστροφα, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, γύρω από τον άξονα συμμετρίας του (άξονα Oz), εκτελώντας μία πλήρη περιστροφή κάθε 5,7 s. Η ροπή αδράνειας του δοχείου ως προς τον άξονα Oz είναι 19000 kg m^2 .



(α) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της στροφορμής του δοχείου κατά μήκος του άξονα Oz.

(3 μονάδες)

$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{-2\pi \text{ rad}}{5,7 \text{ s}} = -1,1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ [1 μον.]	3 μον.
$L = I \cdot \omega = (19000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2) \times \left(-1,1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) = -20900 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ [1 μον.]	
Σωστό πρόσημο [1 μον.]	

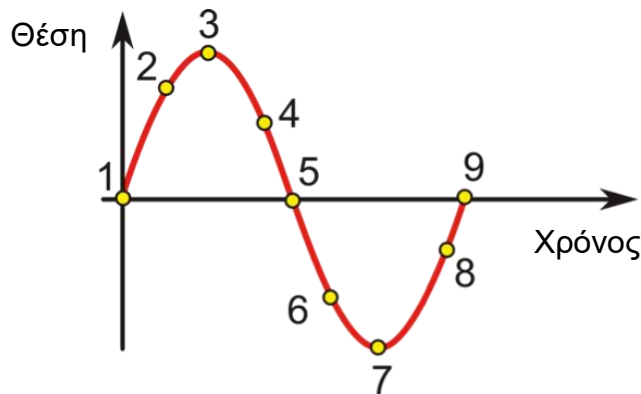
(β) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της μέσης, συνολικής ροπής κατά μήκος του άξονα Oz, που θα δεχθεί το δοχείο αν διπλασιαστεί η γωνιακή του ταχύτητα σε χρονικό διάστημα 4,0 s.

(2 μονάδες)

$\sum M = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{2L-L}{\Delta t} = \frac{L}{\Delta t}$ [1 μον.]	2 μον.
$\Rightarrow \sum M = \frac{-20900 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}{4,0 \text{ s}} = -5225 \text{ N} \cdot \text{m}$ [1 μον.]	

Ερώτηση 5

Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει το γράφημα θέσης – χρόνου ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή.



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

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

(1 μονάδα)

Το σημείο 8 ή το σημείο 7.	1 μον.
----------------------------	--------

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

(1 μονάδα)

Το σημείο 4.	1 μον.
--------------	--------

(γ) Η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας γίνεται μέγιστη.

(1 μονάδα)

Το σημείο 1 ή το σημείο 9.	1 μον.
----------------------------	--------

(δ) Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης γίνεται ελάχιστη.

(1 μονάδα)

Το σημείο 3.	1 μον.
--------------	--------

(ε) Η αλγεβρική τιμή της συνισταμένης δύναμης που δέχεται ο ταλαντωτής γίνεται μέγιστη.

(1 μονάδα)

Το σημείο 7.	1 μον.
--------------	--------

Ερώτηση 6

Σε ένα σημείο Ο, στην ελεύθερη επιφάνεια νερού που ηρεμεί, πέφτουν με σταθερό ρυθμό 90 σταγόνες το λεπτό. Δημιουργείται έτσι ένα εγκάρσιο, επιφανειακό, αρμονικό κύμα. Κάποια χρονική στιγμή παρατηρούμε ότι κατά μήκος μιας ακτίνας διάδοσης Οχ του κύματος σχηματίζονται 7 διαδοχικά μέγιστα (όρη), τα οποία καλύπτουν απόσταση $d = 3,0 \text{ m}$. Θεωρούμε ότι τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζει η διάδοση του κύματος από τη θέση $x = 0$.

(α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

(3 μονάδες)

$f = \frac{90}{60} \text{ Hz} = 1,5 \text{ Hz}$ [1 μον.] $6\lambda = d \Rightarrow \lambda = \frac{d}{6} = 0,50 \text{ m}$ [1 μον.] $\Rightarrow v = \lambda f = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ [1 μον.]	3 μον.
---	--------

(β) Ένα μικρό κομμάτι φελλού επιπλέει σε σημείο Σ, το οποίο βρίσκεται στην ακτίνα διάδοσης Οχ του κύματος στη θέση $x_1 = 12 \text{ m}$, και ταλαντώνεται με πλάτος $y_0 = 2 \text{ cm}$. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του φελλού, από τη θέση ισορροπίας του, τη χρονική στιγμή $t_1 = 17 \text{ s}$.

(2 μονάδες)

$t_{\Sigma} = \frac{x_{\Sigma}}{v} = \frac{12 \text{ m}}{0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 16 \text{ s}$, $t_1 > t_{\Sigma}$ άρα το κύμα έχει φτάσει στο σημείο [1 μον.] $\Rightarrow y = y_0 \eta\mu \left[2\pi \left(\frac{t_2}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) \right] = (0,02 \text{ m}) \eta\mu \left[2\pi \left(\frac{17 \text{ s}}{1,5 \text{ s}} - \frac{12 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} \right) \right] = 0 \text{ m}$ [1 μον.] ή $\Delta t = 1 \text{ s} = 1,5 T \Rightarrow y_{\Sigma} = 0$	2 μον.
---	--------

Ερώτηση 7

Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $y_0 = 0,12 \text{ m}$ και κυκλικής συχνότητας $\omega = \pi \text{ rad/s}$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$, το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του ($y = 0$), κινούμενο προς τη θετική κατεύθυνση.

(α) Να γράψετε την εξίσωση θέσης – χρόνου του σώματος.

(3 μονάδες)

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2 \text{ s}$ [1 μον.] Η χρονική στιγμή t_1 αντιστοιχεί σε $T/2$. Επομένως το σώμα τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ βρισκόταν στην θέση ισορροπίας του κινούμενο προς την αρνητική θέση πλάτους, με συνέπεια $\theta_0 = \pi \text{ rad}$. [1 μον.] Άρα $y = y_0 \eta\mu(\omega t + \theta_0) = 0,12 \eta\mu(\pi t + \pi)$ (y σε m, t σε s) [1 μον.]	3 μον.
--	--------

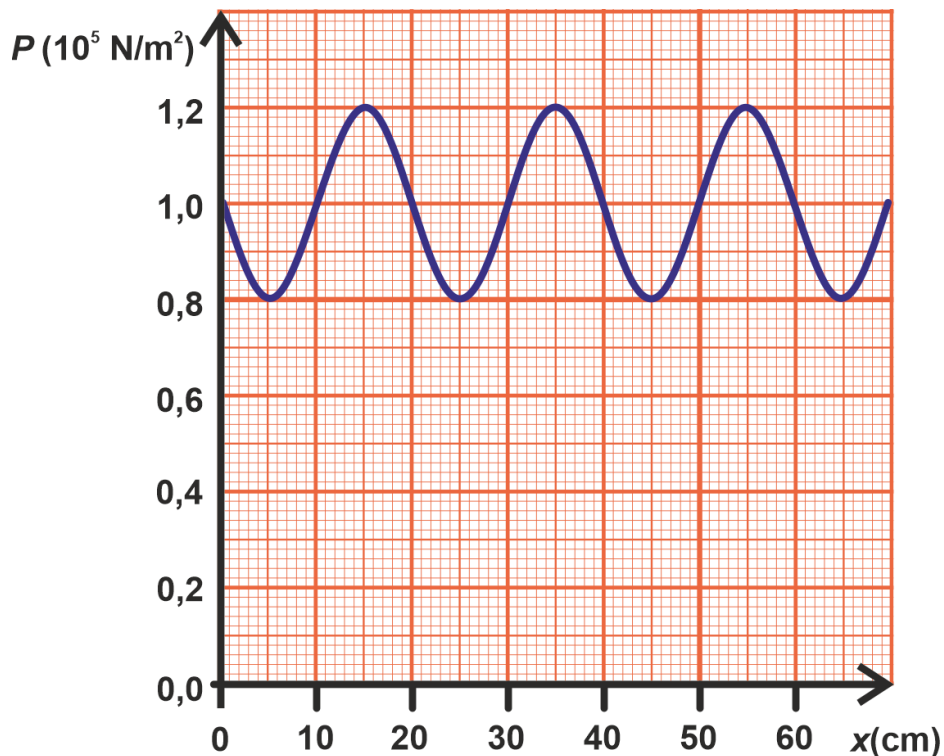
(β) Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του σώματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 2 \text{ s}$.

(2 μονάδες)

$t_2 = T$, άρα το σώμα τη στιγμή t_2 θα βρίσκεται ξανά στη θέση ισορροπίας κινούμενο προς την αρνητική θέση πλάτους, άρα $v = -v_0$. [1 μον.] $\Rightarrow v = -\omega y_0 = -0,12\pi \frac{\text{m}}{\text{s}} = -0,377 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ [1 μον.] ή με αντικατάσταση στην εξίσωση της ταχύτητας.	2 μον.
---	--------

Ερώτηση 8

Στο σχήμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της πίεσης του αέρα κατά μήκος ενός στενόμακρου ηχητικού σωλήνα, στον οποίο διαδίδεται αρμονικό ηχητικό κύμα, σε σχέση με τη θέση x , τη χρονική στιγμή t_1 . Το κύμα διαδίδεται κατά τη θετική φορά του άξονα Ox .



- (α) Να υπολογίσετε τη μέγιστη μεταβολή της πίεσης στον ηχητικό σωλήνα, σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση ($P_{atm} = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$), εξαιτίας της διάδοσης του ηχητικού κύματος.

(1 μονάδα)

$$\Delta P_{\mu\epsilon\gamma} = P_{\mu\epsilon\gamma} - P_{atm} = 1,2 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} - 1,0 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,2 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

1 μον.

- (β) Να προσδιορίσετε τη θέση x_1 ενός πολύ λεπτού τμήματος αέρα του ηχητικού σωλήνα, το οποίο τη χρονική στιγμή t_1 αποτελεί κέντρο πυκνώματος.

(1 μονάδα)

$$x_1 = 15 \text{ cm}, 35 \text{ cm}, 55 \text{ cm} \text{ (μία από τις τρεις).}$$

1 μον.

- (γ) Να προσδιορίσετε τη θέση x_2 ενός πολύ λεπτού τμήματος αέρα του ηχητικού σωλήνα, το οποίο τη χρονική στιγμή t_1 αποτελεί άκρο πυκνώματος.

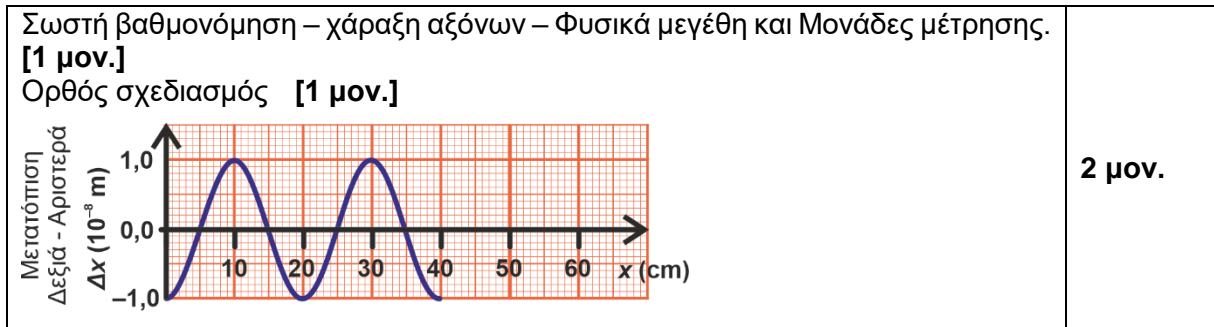
(1 μονάδα)

$$x_2 = 0, 10 \text{ cm}, 20 \text{ cm}, 30 \text{ cm}, 40 \text{ cm}, 50 \text{ cm}, 60 \text{ cm} \text{ και } 70 \text{ cm} \text{ (μία απ' όλες)}$$

1 μον.

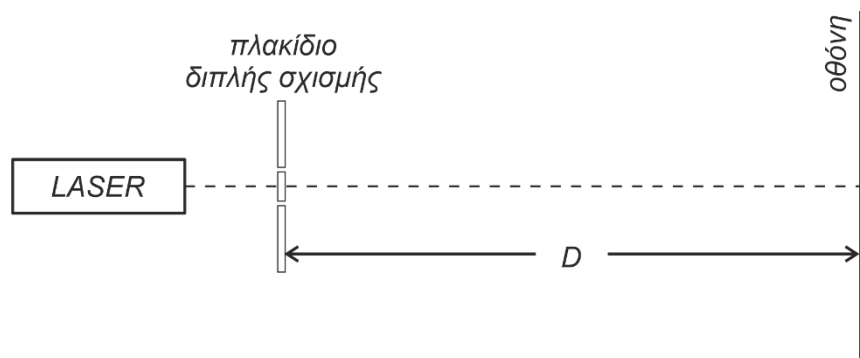
- (δ) Να χαράξετε, στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, την γραφική παράσταση της μετατόπισης των μορίων του αέρα από τη θέση ισορροπίας τους, σε σχέση με τη θέση x , για $0 \leq x \leq 40$ cm, τη χρονική στιγμή t_1 , αν τα μόρια του αέρα ταλαντώνονται με πλάτος $y_0 = 1,0 \times 10^{-8}$ m.

(2 μονάδες)



Ερώτηση 9

Η Μαίρη και η Άντρη διερευνούν το φαινόμενο της συμβολής με τη βοήθεια πλακιδίου διπλής σχισμής και laser μήκους κύματος 633 nm. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την πειραματική διάταξη που χρησιμοποίησαν. Η οθόνη βρίσκεται σε απόσταση $D = 4,00$ m από το πλακίδιο. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



Πριν τοποθετήσουν το πλακίδιο διπλής σχισμής μπροστά από το laser, κατεύθυναν τη δέσμη laser στην οθόνη και σημείωσαν το φωτεινό σημείο που σχηματίστηκε στην οθόνη λόγω του laser.

- (α) Η Μαίρη υποστηρίζει ότι το σημείο αυτό θα είναι κέντρο σκοτεινής περιοχής εάν το πλακίδιο διπλής σχισμής τοποθετηθεί μπροστά από το laser ενώ η Άντρη υποστηρίζει ότι το σημείο αυτό θα είναι κέντρο φωτεινής περιοχής.

i. Να αναφέρετε με ποια από τις δύο απόψεις συμφωνείτε.

(1 μονάδα)

Με την άποψη της Άντρης	1 μον.
-------------------------	---------------

ii. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(1 μονάδα)

Είναι η σωστή άποψη διότι η διαφορά διαδρομής από τις δύο σχισμές είναι μηδέν άρα θα έχω ενισχυτική συμβολή και επομένως φωτεινή περιοχή.	1 μον.
---	---------------

(β) Στη συνέχεια, η Μαίρη και η Άντρη μέτρησαν την απόσταση μεταξύ των κέντρων τεσσάρων διαδοχικών φωτεινών περιοχών και τη βρήκαν 3,06 cm.

Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των σχισμών του πλακιδίου.

(2 μονάδες)

$\Delta x = \frac{3,06 \times 10^{-2} \text{ m}}{3} = 1,02 \times 10^{-2} \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$	2 μον.
$\Delta x = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow a = \frac{\lambda D}{\Delta x} = \frac{(633 \times 10^{-9} \text{ m}) \times (4,00 \text{ m})}{1,02 \times 10^{-2} \text{ m}} \Rightarrow a = 2,48 \times 10^{-4} \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$	

(γ) Ακολουθώντας αντικατέστησαν το αρχικό πλακίδιο με ένα δεύτερο πλακίδιο διπλής σχισμής και μέτρησαν πάλι την απόσταση μεταξύ των κέντρων τεσσάρων διαδοχικών φωτεινών κροσσών. Η νέα απόσταση που βρήκαν είναι 8,10 cm.

Να εξηγήσετε σε ποιο από τα δύο πλακίδια η απόσταση μεταξύ των σχισμών είναι μικρότερη.

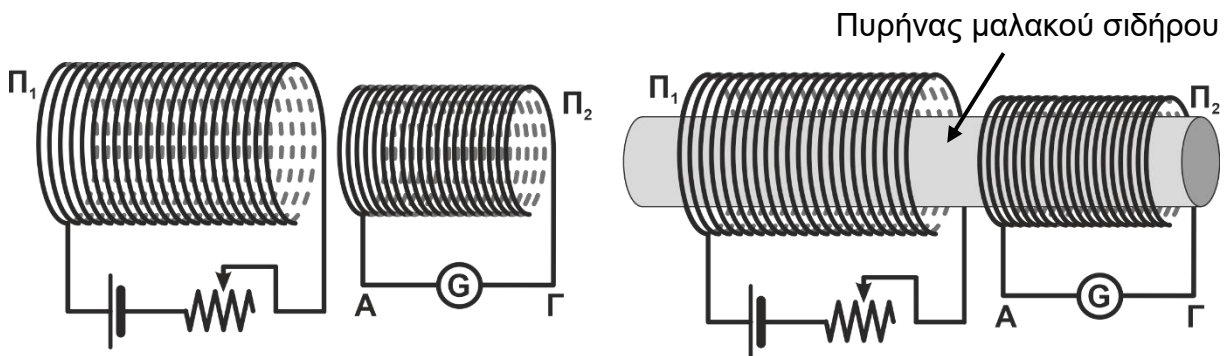
(1 μονάδα)

<p>Η απόσταση μεταξύ των σχισμών του δεύτερου πλακιδίου είναι μικρότερη διότι: $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$ άρα $\Delta x \uparrow \Rightarrow a \downarrow$</p>	1 μον.
--	---------------

Ερώτηση 10

Στο σχήμα 1 φαίνονται δύο πηνία Π₁ και Π₂ που βρίσκονται σε επαγωγική σύζευξη. Μετακινώντας κατάλληλα τον δρομέα της μεταβλητής αντίστασης αυξάνουμε, με σταθερό ρυθμό, την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο Π₁.

Στο σχήμα 2 φαίνεται η ίδια διάταξη των πηνίων Π₁ και Π₂ μετά την εισαγωγή πυρήνα μαλακού σιδήρου. Μετακινώντας κατάλληλα τον δρομέα της μεταβλητής αντίστασης αυξάνουμε, με τον ίδιο σταθερό ρυθμό, την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο Π₁.



Σχήμα 1

Σχήμα 2

(α) Να γράψετε τον ορισμό της αμοιβαίας επαγωγής.

(1 μονάδα)

<p>Αμοιβαία επαγωγή ονομάζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο εμφανίζεται επαγωγική τάση στα άκρα ενός πηνίου, όταν μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα άλλο πηνίο με το οποίο βρίσκεται σε επαγωγική σύζευξη.</p>	1 μον.
--	---------------

(β) Να εξηγήσετε αν το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το γαλβανόμετρο, στο σχήμα 1, έχει φορά από το Α προς το Γ ή από το Γ προς το Α.

(2 μονάδες)

Έχει φορά από το Α προς το Γ [1 μον.] διότι η αύξηση της έντασης του ρεύματος στο Π ₁ προκαλεί, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, αντίρροπο ρεύμα στο Π ₂ . Στο Π ₁ το ρεύμα ανεβαίνει τις σπείρες άρα στο Π ₂ θα κατεβαίνει τις σπείρες [1 μον.]	2 μον.
--	---------------

(γ) Να εξηγήσετε σε ποιο από τα σχήματα 1 και 2 η ένδειξη του γαλβανομέτρου θα είναι μεγαλύτερη.

(2 μονάδες)

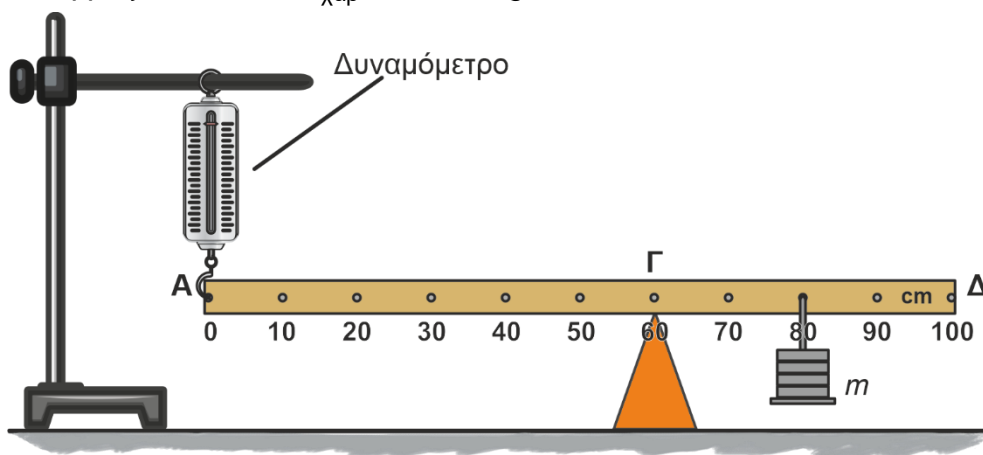
Θα είναι μεγαλύτερη στο σχήμα (2) [1 μον.] λόγω της ύπαρξης του πυρήνα, {διότι ο βαθμός σύζευξης των πηνίων είναι μεγαλύτερος} με αποτέλεσμα η ΗΕΔ που επάγεται στην περίπτωση αυτή να είναι μεγαλύτερη και έτσι το κύκλωμα να διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερης έντασης. [1 μον.]	2 μον.
---	---------------

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄

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

Ερώτηση 11

Στο εργαστήριο, ισορροπήσαμε τον πιο κάτω ομογενή χάρακα χρησιμοποιώντας δυναμόμετρο, στερεωμένο στο άκρο Α του χάρακα ($x_A = 0,0 \text{ cm}$) και τριγωνικό στήριγμα τοποθετημένο στη θέση Γ ($x_\Gamma = 60,0 \text{ cm}$), όπως φαίνεται στο σχήμα. Αναρτήσαμε, σταθμά συνολικής μάζας $50,0 \text{ g}$, στη θέση $x = 80,0 \text{ cm}$ του χάρακα, φροντίζοντας ο χάρακας να ισορροπεί σε οριζόντια θέση. Ζυγίσαμε τον χάρακα και βρήκαμε ότι η μάζα του είναι $m_{\text{χάρ}} = 0,540 \text{ kg}$.



(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε όλες τις εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα χάρακα - σταθμών.

(1 μονάδα)

<p>Η μονάδα θα δοθεί αν σχεδιαστούν όλες οι εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα.</p>	<p>1 μον.</p>
---	----------------------

(β) Να γράψετε τι συμπεραίνετε για το άθροισμα των εξωτερικών ροπών που δρουν στο σύστημα χάρακα - σταθμών όταν αυτό ισορροπεί.

(1 μονάδα)

<p>Αφού ο χάρακας ισορροπεί άρα $\sum \vec{M}_{\epsilon\xi} = \vec{0}$</p>	<p>1 μον.</p>
---	----------------------

(γ) Να υπολογίσετε την ένδειξη του δυναμόμετρου.

(4 μονάδες)

$\sum \vec{M}_{\varepsilon\xi,\Gamma} = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_{\chi\alpha\rho} d_1 - \vec{B}_{\sigma\tau\alpha\theta} d_2 - \vec{F} d_3 = 0 \quad [1 \text{ μον.}]$ $\Rightarrow \vec{F} = \frac{ \vec{B}_{\chi\alpha\rho} d_1 - \vec{B}_{\sigma\tau\alpha\theta} d_2}{d_3} \quad [1 \text{ μον.}] \Rightarrow$ $ \vec{F} = \frac{(0,540 \text{ kg}) \times (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \times (0,100 \text{ m}) - (0,050 \text{ kg}) \times (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \times (0,200 \text{ m})}{(0,600 \text{ m})} \Rightarrow \vec{F} = 0,720 \text{ N} \quad [1 \text{ μον.}]$ <p>Άρα $\vec{F}' = \vec{F} = 0,720 \text{ N} \quad [1 \text{ μον.}]$ ή να αναφερθεί ότι η δύναμη που ζητούμε είναι η αντίδραση της \vec{F}.</p>	4 μον.
---	---------------

(δ) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το στήριγμα στον χάρακα.

(3 μονάδες)

<p>Επειδή ο χάρακας ισορροπεί ισχύει ότι $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \sum F_{\varepsilon\xi\omega\tau} = 0 \quad [1 \text{ μον.}]$ Θεωρώντας θετική την φορά προς τα πάνω: $\Rightarrow \vec{N} + \vec{F} - \vec{B}_{\chi\alpha\rho} - \vec{B}_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0 \Rightarrow$ $\vec{N} = \vec{B}_{\chi\alpha\rho} + \vec{B}_{\sigma\tau\alpha\theta} - \vec{F} \quad [1 \text{ μον.}]$ $\vec{N} = 5,297 \text{ N} + 0,491 \text{ N} - 0,720 \text{ N} \Rightarrow \vec{N} = 5,068 \text{ N} = 5,07 \text{ N} \quad [1 \text{ μον.}]$</p>	3 μον.
--	---------------

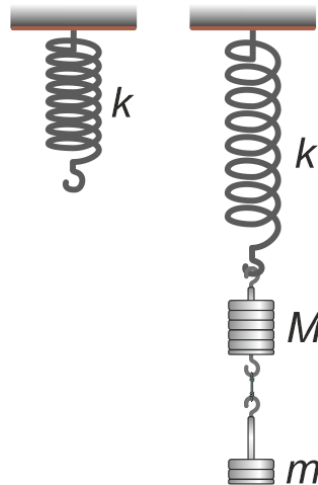
(ε) Να αναφέρετε αν θα άλλαζε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το δυναμόμετρο στον χάρακα, στην περίπτωση που ο χάρακας ισορροπούσε σε πλάγια θέση σχηματίζοντας γωνία $\theta = 60^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση. Να θεωρήσετε ότι το δυναμόμετρο παραμένει σε κατακόρυφη θέση.

(1 μονάδα)

Δεν θα άλλαζε.	1 μον.
----------------	---------------

Ερώτηση 12

Στο σχήμα φαίνεται κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς $k = 60,0 \text{ N/m}$, το ένα άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή και στο άλλο άκρο του έχει στερεωθεί σύστημα δύο σωμάτων με μάζες $M = 0,60 \text{ kg}$ και $m = 0,30 \text{ kg}$. Τα δύο σώματα είναι δεμένα μεταξύ τους με λεπτό, αβαρές νήμα. Το σύστημα σωμάτων – ελατηρίου ισορροπεί. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ κόβεται το νήμα.



(α) Να αποδείξετε ότι το σύστημα ελατήριο – σώμα M θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση αμέσως μετά τη χρονική στιγμή που θα κοπεί το νήμα.

(3 μονάδες)

	<p>3 μον.</p>
<p>Σχήμα με τις δυνάμεις στη Θ.Ι και στη τυχαία θέση καθώς και καθορισμός του $+y$ [1 μον.]</p> <p>Στη θέση ισορροπίας $y = 0$ και $\Sigma F = 0 \Rightarrow -k(0 - y_{\phi M}) - Mg = 0 \Rightarrow ky_{\phi M} = Mg$ [1 μον.]</p> <p>Στην ενδιάμεση θέση: $\Sigma F = -k(y - y_{\phi M}) - Mg = -ky + ky_{\phi M} - Mg = -ky = -Dy$ άρα το σώμα εκτελεί ΑΑΤ [1 μον.]</p>	

(β) Να υπολογίσετε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συστήματος ελατήριο – σώμα M .

(3 μονάδες)

<p>Στη θέση ισορροπίας με τις δύο μάζες αναρτημένες:</p> $\sum F_y = 0 \Rightarrow B + F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow -(M + m)g - k(y_{\theta.I.1} - y_{\varphi.\mu.}) = 0$ $\Rightarrow y_{\theta.I.1} = \frac{-(M+m)g}{k} + y_{\varphi.\mu.} \quad [1 \text{ μον.}]$ <p>Στη θέση ισορροπίας με τη μάζα M αναρτημένη $y_{\theta.I.} = 0$:</p> $\sum F_y = 0 \Rightarrow B + F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow -Mg - k(0 - y_{\varphi.\mu.}) = 0 \Rightarrow y_{\varphi.\mu.} = \frac{Mg}{k} \quad [1 \text{ μον.}]$ <p>Το πλάτος της ταλάντωσης αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ των δύο θέσεων ισορροπίας ($y_{\theta.I.1} < 0$):</p> $y_0 = y_{\theta.I.} - y_{\theta.I.1} = -y_{\theta.I.1} = -\left(\frac{-(M + m)g}{k} + \frac{Mg}{k}\right) = \frac{mg}{k}$ $\Rightarrow y_0 = \frac{(0,30 \text{ kg})(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{60 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,049 \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$ <p>Εναλλακτικά:</p> <p>Λόγω ισορροπίας: $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow (M + m)g = k \Delta\ell \Rightarrow \Delta\ell = \frac{(M + m)g}{k}$</p> $\Rightarrow \Delta\ell = \frac{(0,60 \text{ kg} + 0,30 \text{ kg})(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{60 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,147 \text{ m} = 0,15 \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$ $ky_{\varphi.\mu.} = Mg \Rightarrow y_{\varphi.\mu.} = \frac{Mg}{k} = 0,098 \text{ m} = 0,10 \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$ $y_0 = \frac{(M+m)g}{k} - \frac{Mg}{k} = 0,049 \text{ m} \quad [1 \text{ μον.}]$	<p>3 μον.</p>
---	----------------------

(γ) Να χαράξετε, στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, τη γραφική παράσταση της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα μάζας M σε σχέση με τον χρόνο, για το χρονικό διάστημα της πρώτης περιόδου ταλάντωσης, $0 \leq t \leq T$.

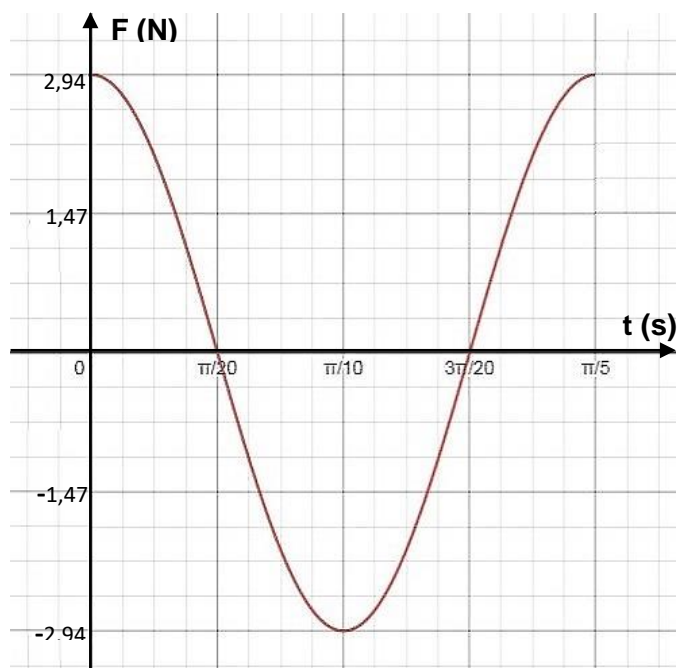
(4 μονάδες)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{D}} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = 0,2\pi \text{ s} = 0,63 \text{ s} \quad [1 \text{ μον.}]$$

$$F_0 = ky_0 = \left(60,0 \frac{\text{N}}{\text{m}}\right) \times (0,049 \text{ m}) = 2,94 \text{ N} \quad [1 \text{ μον.}]$$

Σωστή βαθμονόμηση – χάραξη αξόνων – Φυσικά μεγέθη και Μονάδες μέτρησης. [1 μον.]

Ορθός σχεδιασμός [1 μον.]



4 μον.

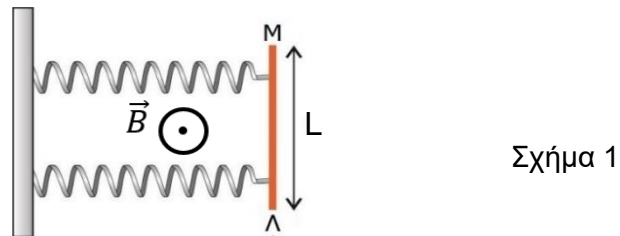
Αν στην απόδειξη επιλεγεί ως θετική φορά η φορά προς τα κάτω, τότε η γραφική θα είναι ανεσταμμένη και θεωρείται ορθή.

Ερώτηση 13

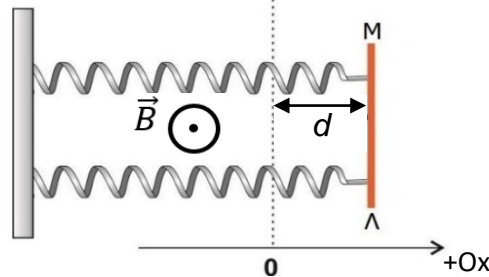
Στο σχήμα 1 φαίνεται μια ομογενής, λεπτή, αγωγήμη ράβδος ΛΜ, που καλύπτεται από μονωτικό υλικό, με μάζα $m = 400 \text{ g}$ και μήκος $L = 30 \text{ cm}$. Η ράβδος βρίσκεται πάνω σε λείο, οριζόντιο, δάπεδο και συνδέεται με δύο όμοια, οριζόντια ελατήρια σταθεράς $k = 20 \text{ N/m}$. Τα ελατήρια είναι συνδεδεμένα σε σημεία που ισαπέχουν από το κέντρο της ράβδου. Το σύστημα ράβδος – ελατήρια βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με κατακόρυφες γραμμές, οι οποίες έχουν τη φορά που φαίνεται στο σχήμα 1. Η ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $0,10 \text{ T}$. Αρχικά η ράβδος ισορροπεί.

Απομακρύνουμε τη ράβδο, προς τα δεξιά, κατά $d = 8 \text{ cm}$ (σχήμα 2) και την αφήνουμε ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, οπότε η ράβδος αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση κατά μήκος του άξονα Οχ. (Θεωρούμε αμελητέες όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο κατά μήκος του άξονα Οχ εκτός από τις δυνάμεις των ελατηρίων).

Να θεωρήσετε ως θετική, τη φορά προς τα δεξιά και ως $x = 0$ την αρχική θέση ισορροπίας της ράβδου.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

(α) Να υπολογίσετε την περίοδο της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

(2 μονάδες)

$D = 2k$ [1 μον.] $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,4 \text{ kg}}{2 \cdot 20 \text{ N/m}}} = 0,20 \pi \text{ s}$ [1 μον.]	2 μον.
---	---------------

(β) Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει την ταχύτητα της ράβδου σε συνάρτηση με τον χρόνο.

(3 μονάδες)

<p>Για $t = 0$: $x = d = +x_0 = 0,08 \text{ m}$ άρα $\theta_0 = \pi/2 \text{ rad}$. [1 μον.]</p> <p>$\omega = \frac{2\pi}{T} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, [1 μον.]</p> <p>Η εξίσωση που περιγράφει την ταχύτητα του σώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι: $v = \omega x_0 \cdot \text{συν}(\omega t + \theta_0) = (0,8 \text{ m/s}) \text{συν}[(10 \text{ rad/s}) t + \frac{\pi}{2} \text{ rad}]$ [1 μον.]</p>	3 μον.
--	---------------

(γ) Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της ΗΕΔ που επάγεται στα άκρα της ράβδου τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά.

(2 μονάδες)

Όταν η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά $ \vec{v} = v_0 = 0,8 \text{ m/s}$. [1 μον.] Η ΗΕΔ που επάγεται στα άκρα της ράβδου έχει τιμή $ E_{\varepsilon\pi} = \vec{B} \vec{v} \ell = (0,10 \text{ T}) \cdot (0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot (0,30 \text{ m}) = 0,024 \text{ V}$. [1 μον.]	2 μον.
---	--------

(δ) Να αναφέρετε την πολικότητα της ΗΕΔ τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά.

(1 μονάδα)

Στο άκρο Λ θα εμφανιστεί αρνητικός πόλος και στο άκρο Μ θετικός.	1 μον.
--	--------

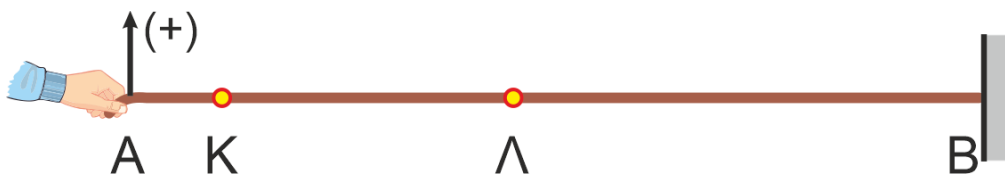
(ε) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η απόλυτη τιμή της ΗΕΔ τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά, αν διπλασιαστεί η σταθερά των δύο ελατηρίων και επαναληφθεί η πιο πάνω κίνηση.

(2 μονάδες)

Αν $k' = 2k \Rightarrow D' = 2D = 4k$ [1 μον.] $ E'_{\varepsilon\pi} = \vec{B} \vec{v}' \ell = \vec{B} \omega'd\ell = \vec{B} \sqrt{\frac{D'}{m}}d\ell = \sqrt{2} \vec{B} \vec{v} \ell \Rightarrow E'_{\varepsilon\pi} = \sqrt{2} E_{\varepsilon\pi} $ [1 μον.] ή με λεκτική αιτιολόγηση με αναφορά στον συντελεστή $\sqrt{2}$ Αν αναφερθεί ότι απλώς η $E_{\varepsilon\pi}$ θα αυξηθεί, δίνεται μία μονάδα.	2 μον.
---	--------

Ερώτηση 14

Ένας μαθητής δένει ένα σχοινί μήκους $L = 2,5 \text{ m}$ σε ένα ακλόνητο σημείο από το άκρο του Β. Ο μαθητής τεντώνει το σχοινί από το ελεύθερο άκρο του Α, και το κρατά οριζόντιο. Τη χρονική στιγμή $t = 0$, ο μαθητής θέτει το άκρο Α σε απλή αρμονική ταλάντωση κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και προς τα πάνω. Δημιουργείται έτσι ένα εγκάρσιο κύμα πλάτους 20 cm που διαδίδεται από αριστερά προς δεξιά κατά μήκος του σχοινοῦ με ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}| = 0,8 \text{ m/s}$. Δύο σημεία του σχοινοῦ Κ και Λ απέχουν από το άκρο Α απόσταση 20 cm και 100 cm αντίστοιχα. Το τρέχον κύμα φτάνει στα δύο σημεία με διαφορά φάσης $4\pi \text{ rad}$. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



(α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και τη συχνότητα του κύματος.

(2 μονάδες)

$\Delta\theta = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda} \Rightarrow 4\pi = 2\pi \frac{0,8 \text{ m}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0,4 \text{ m}$ [1 μον.] $v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,4 \text{ m}} = 2,0 \text{ Hz}$ [1 μον.]	2 μον.
--	--------

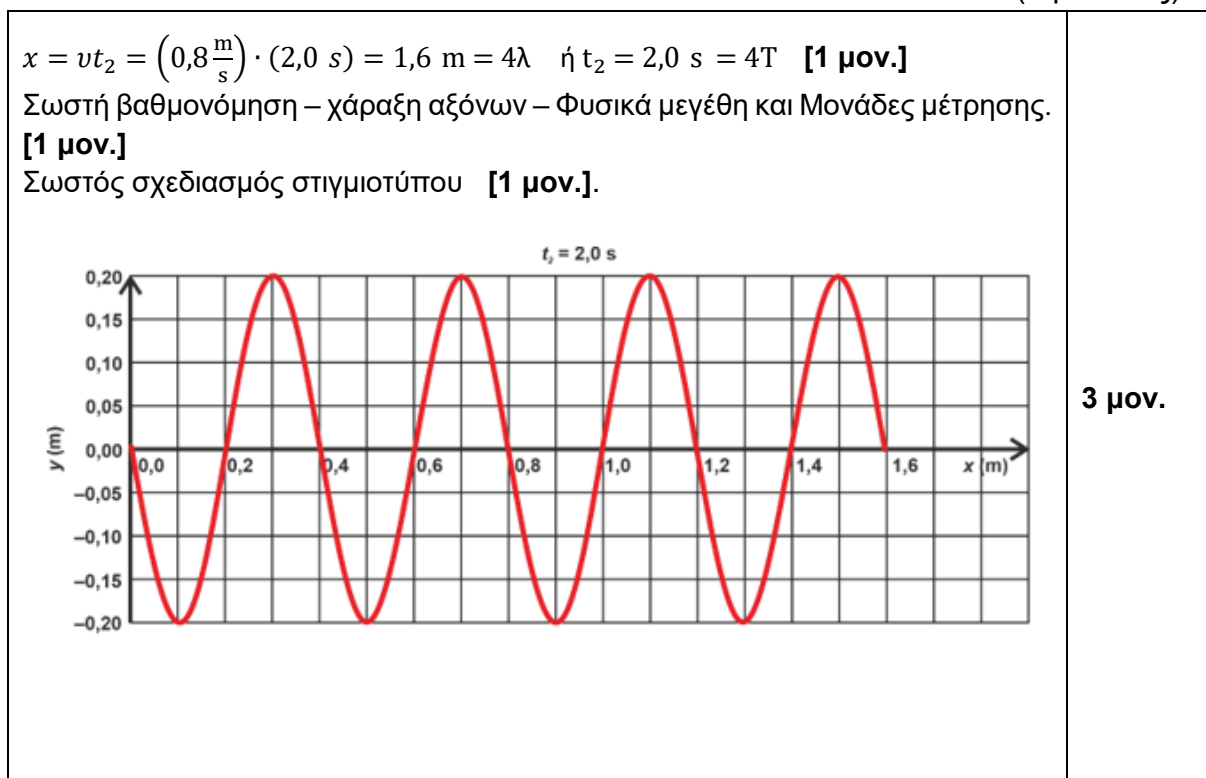
- (β) Να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος κύματος που διαδίδεται κατά μήκος του σχοινιού, λαμβάνοντας το σημείο Α ως αρχή ($x = 0$) και θετική φορά προς τα δεξιά. (1 μονάδα)

$y(x,t) = y_0 \eta\mu \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right] \Rightarrow y(x,t) = (0,20 \text{ m}) \eta\mu \left[2\pi \left(\frac{t}{0,50 \text{ s}} - \frac{x}{0,40 \text{ m}} \right) \right]$	1 μον.
--	---------------

- (γ) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σημείου Λ τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,8 \text{ s}$. (2 μονάδες)

$x_\Lambda = vt_\Lambda \Rightarrow t_\Lambda = \frac{x_\Lambda}{v} = \frac{1,0 \text{ m}}{0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,25 \text{ s} > t_1 \quad \text{[1 μον.]}$ <p>Το κύμα δεν έχει φτάσει στο σημείο Λ άρα $y_\Lambda = 0$ [1 μον.]</p>	2 μον.
---	---------------

- (δ) Να σχεδιάσετε, σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 2,0 \text{ s}$. (3 μονάδες)



- (ε) Ο μαθητής στερεώνει ακλόνητα και το άκρο Α του σχοινιού. Με κατάλληλο μηχανισμό διαδίδονται στο σχοινί δύο τρέχοντα κύματα ίδιων χαρακτηριστικών με το αρχικό κύμα αλλά σε αντίθετη κατεύθυνση. Να εξηγήσετε αν από την υπέρθεση των δύο κυμάτων δημιουργείται στάσιμο κύμα στο σχοινί. (2 μονάδες)

<p>Για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα πάνω στο σχοινί πρέπει $\lambda = \frac{2L}{v}$, όπου</p> $v = 1,2,3, \dots \quad \text{[1 μον.]}$ $v = \frac{2L}{\lambda} = \frac{5,0 \text{ m}}{0,40 \text{ m}} = 12,5 \text{ άρα δεν θα δημιουργηθεί στάσιμο στο σχοινί. [1 μον.]}$	2 μον.
---	---------------

Ερώτηση 15

A. (α) Να διατυπώσετε τον κανόνα του Lenz.

(1 μονάδα)

Η επαγωγική τάση που προκύπτει από τη μεταβολή της μαγνητικής ροής έχει πολικότητα τέτοια η οποία προκαλεί επαγωγικό ρεύμα με κατεύθυνση τέτοια ώστε το μαγνητικό πεδίο που οφείλεται σε αυτό να αντισταθεί στη μεταβολή της μαγνητικής ροής.

1 μον.

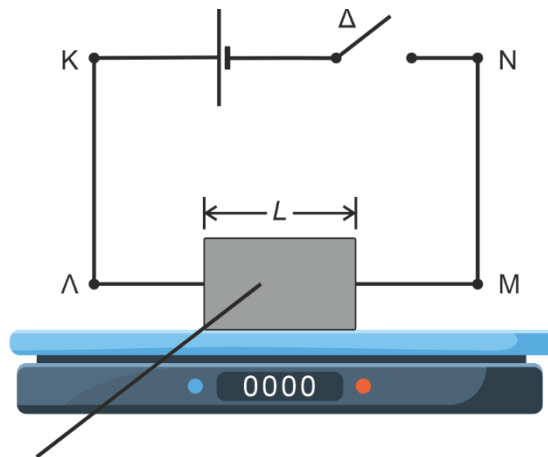
(β) Να αναφέρετε με ποια βασική Αρχή της Φυσικής συσχετίζεται ο κανόνας του Lenz.

(1 μονάδα)

Συσχετίζεται με την Αρχή διατήρησης της Ενέργειας.

1 μον.

B. Στη ζυγαριά της εικόνας είναι τοποθετημένο ένα ορθογώνιο, σιδερένιο πλαίσιο, μήκους L , στο εσωτερικό του οποίου δημιουργείται, με κατάλληλη διάταξη μαγνητών, ομογενές μαγνητικό πεδίο με διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας. Μέσα από το πλαίσιο και κάθετα στο μαγνητικό πεδίο διέρχεται ο αγωγός ΛM , ο οποίος είναι συνδεδεμένος στο κύκλωμα KLMN , όπως φαίνεται στην εικόνα. Η ζυγαριά είναι μηδενισμένη και όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, αυτή μπορεί να καταγράψει είτε θετική είτε αρνητική ένδειξη.



Ορθογώνιο σιδερένιο πλαίσιο

(α) Όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, η ζυγαριά καταγράφει θετική ένδειξη.

i. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό.

(1 μονάδα)

Η \vec{F}_L έχει φορά προς τα άνω. \uparrow

1 μον.

ii. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(1 μονάδα)

Εφόσον η ένδειξη της ζυγαριάς είναι θετική άρα δέχεται δύναμη προς τα κάτω, επομένως λόγω δράσης - αντίδρασης ο αγωγός θα δέχεται δύναμη προς τα πάνω.

1 μον.

iii. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.

(1 μονάδα)

Έχει φορά προς τα μέσα $\vec{B} \otimes$ σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.

1 μον.

(β) Αν η ένδειξη της ζυγαριάς είναι 0,13 g να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό.

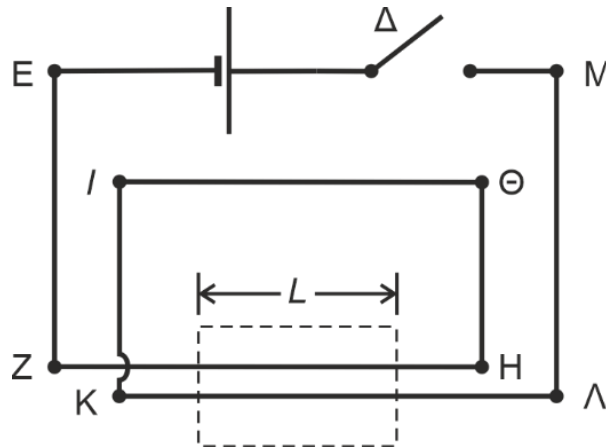
(2 μονάδες)

$m = 0,13 \text{ g} = 0,13 \times 10^{-3} \text{ kg}$ [1 μον.]

$|\vec{B}| = mg = |\vec{F}_L| \Rightarrow |\vec{F}_L| = (0,13 \times 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 1,275 \times 10^{-3} \text{ N}$ [1 μον.]

2 μον.

(γ) Αντικαθιστούμε το κύκλωμα ΚΛΜΝΚ της διάταξης με το κύκλωμα ΕΖΗΘΙΚΛΜΕ, [το οποίο φαίνεται πιο κάτω, έτσι ώστε μέσα από το ομογενές μαγνητικό πεδίο να διέρχονται οι αγωγοί ΖΗ και ΚΛ. Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα (όταν κλείσει ο διακόπτης), η ένταση του μαγνητικού πεδίου και το μήκος L της διάταξης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου παραμένουν τα ίδια.



Να υπολογίσετε τη νέα ένδειξη της ζυγαριάς, όταν κλείσει ο διακόπτης.

(3 μονάδες)

Οι δύο αγωγοί θα διαρρέονται από ρεύμα ίδιας φοράς (προς τα αριστερά) άρα θα δέχονται δύναμη Laplace ίδιου μέτρου και φοράς προς τα κάτω [1 μον.]. Άρα η ζυγαριά θα δέχεται συνισταμένη διπλάσια δύναμη με φορά προς τα άνω λόγω δράσης- αντίδρασης [1 μον.].
Επομένως η ένδειξη της ζυγαριάς θα είναι -0,26 g [1 μον.].

Εναλλακτικά:

Οι δυνάμεις που δέχονται οι δύο αγωγοί έχουν ίσο μέτρο $|\vec{F}_L^{ZH}| = |\vec{F}_L^{KA}| = |\vec{F}_L^{AM}|$ ίσο με τη δύναμη του ερωτήματος (β). [1 μον.].
Η συνολική δύναμη που δέχεται η διάταξη των μαγνητών με το πλαίσιο από τους ρευματοφόρους αγωγούς είναι $|\vec{F}_{\zeta\upsilon\gamma.}| = 2|\vec{F}_L^{AM}|$ με φορά προς τα πάνω. [1 μον.].
Επομένως η ένδειξη της ζυγαριάς θα είναι -0,26 g. [1 μον.].

3 μον.

ΤΕΛΟΣ ΟΔΗΓΟΥ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ