ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Α΄ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2021-22

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΣΕΚ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΔΕΥΤΕΡΑ 24 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ 5ΩΡΟ (Α΄ ΣΕΙΡΑ)

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Γ038

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

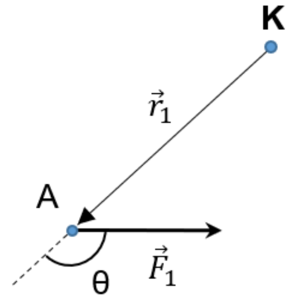
ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

- 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. Δεν δίνεται ½ ή ¼ της μονάδας.
- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα γι' αυτό που έχει δείξει ότι ξέρει και δεν τιμωρείται για ότι έχει παραλείψει. Από την άλλη η διόρθωση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.
- 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 ψηφιά των απαντήσεων στα σημεία που δεν ζητείται η απάντηση να δοθεί με το σωστό 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 έξι (6) θέματα που το κάθε ένα βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.

1. (α) Στο σημείο Α ασκείται μία δύναμη $\vec{F}_1$ όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Αν $|\vec{r}_1| = 4{,}0\ \mathrm{cm}$, $|\vec{F}_1| = 5{,}0\ \mathrm{N}$ και $\theta = 150^{\mathrm{o}}$, να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της ροπής της δύναμης $\vec{F}_1$ ως προς το σημείο Κ.

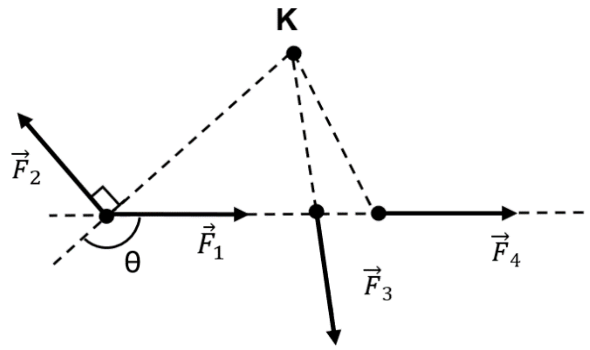
(2 μονάδες)



Σχήμα 1.1

$M_{\vec{F}_1} = +|\vec{F}_1|\,|\vec{r}_1|\ \eta\mu\theta = (5{,}0\ \mathrm{N})(0{,}040\ \mathrm{m})\ \eta\mu\ 150^{\mathrm{o}}$	μονάδα 1
$M_{\vec{F}_1} = 0{,}10\ \mathrm{N\ m}$	μονάδα 1

(β) Στο Σχήμα 1.2 δίνονται τέσσερεις δυνάμεις ίσου μέτρου $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ και $\vec{F}_4$. Οι ροπές των δυνάμεων ως προ το σημείο Κ είναι $\vec{M}_{\vec{F}_1}$, $\vec{M}_{\vec{F}_2}$, $\vec{M}_{\vec{F}_3}$, $\vec{M}_{\vec{F}_4}$.



Σχήμα 1.2

Να συγκρίνετε (χρησιμοποιώντας τα σύμβολα >, <, =) τα μέτρα των ροπών των δυνάμεων:

i. $\left|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right|$ και $\left|\vec{M}_{\vec{F}_2}\right|$

(1 μονάδα)

ii. $\left|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right|$ και $\left|\vec{M}_{\vec{F}_3}\right|$

(1 μονάδα)

iii. $\left|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right|$ και $\left|\vec{M}_{\vec{F}_4}\right|$

(1 μονάδα)

i. $\left\|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right\| < \left\|\vec{M}_{\vec{F}_2}\right\|$	μονάδα 1
ii. $\left\|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right\| > \left\|\vec{M}_{\vec{F}_3}\right\|$	μονάδα 1
iii. $\left\|\vec{M}_{\vec{F}_1}\right\| = \left\|\vec{M}_{\vec{F}_4}\right\|$	μονάδα 1

2. Η εξίσωση θέσης – χρόνου ενός σώματος μάζας $m = 0{,}100\ \mathrm{kg}$ που εκτελεί Απλή Αρμονική Ταλάντωση είναι $y = 0{,}40\ \eta\mu(2\pi t + \pi)$. Η θέση υπολογίζεται σε m και ο χρόνος σε s.

(α) Να προσδιορίσετε:

i. την κυκλική συχνότητα

ii. την αρχική φάση της ταλάντωσης

(2 μονάδες)

i. $\omega = 2\,\pi\ \ \mathrm{rad/s}$	μονάδα 1
ii. $\varphi_0 = \pi$	μονάδα 1

(β) Να υπολογίσετε τη θέση που βρίσκεται το σώμα τη χρονική στιγμή $t = 1{,}2\ \mathrm{s}$.

(1 μονάδα)

y (t=1,2 s) = (0,40 m) $\eta\mu$ [(2π rad/s) (1,2 s) + π] = – 0,38 m	μονάδα 1

(γ) Να γράψετε την εξίσωση ταχύτητας – χρόνου για το συγκεκριμένο σώμα.

(2 μονάδες)

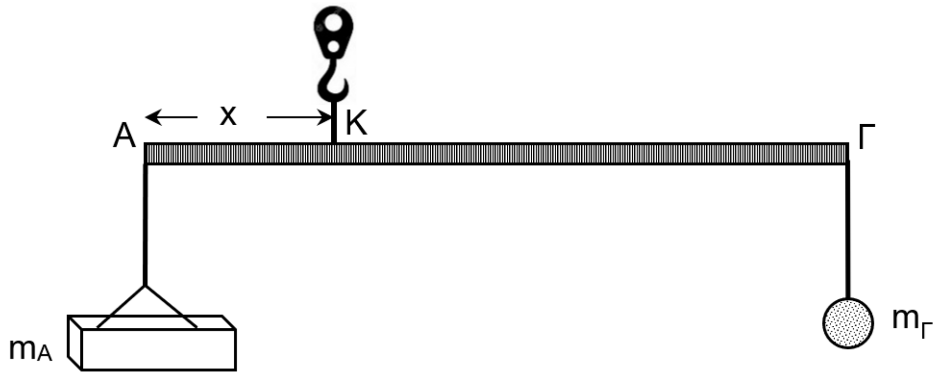
$\upsilon_0 = \omega\, y_0 = (2\,\pi\ \mathrm{rad/s})\ (0{,}40\ \mathrm{m}) = 0{,}80\,\pi\ \mathrm{m/s}$ (ή $\upsilon_0 = 2{,}5\ \mathrm{m/s}$) $\upsilon(t) = \upsilon_0\, \sigma\upsilon\nu(2\pi t + \pi) = (0{,}80\,\pi)\, \sigma\upsilon\nu(2\pi t + \pi)$ όπου η ταχύτητα είναι σε m/s και ο χρόνος σε s. ή $\upsilon(t) = -0{,}80\pi\, \sigma\upsilon\nu(2\pi\, t)$ ή $\upsilon(t) = 0{,}80\pi\, \eta\mu(2\pi\, t + \frac{3\pi}{2})$	μονάδα 1 μονάδα 1

3. **(α)** Να γράψετε τις δύο εξισώσεις Στατικής Ισορροπίας Στερεού Σώματος.

(1 μονάδα)

$\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi\omega\tau\varepsilon\rho\iota\kappa\acute{\omega}\nu} = \vec{0}$, $\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi\omega\tau\varepsilon\rho\iota\kappa\acute{\omega}\nu} = \vec{0}$ (ως προς κάθε σημείο του χώρου)	μονάδα 1

(β) Το καντάρι ζυγίσματος του Σχήματος 3.1 αποτελείται από μία ομογενή ράβδο ΑΓ αναρτημένη σε αβαρές σχοινί στο σημείο Κ. Στα άκρα της ράβδου είναι αναρτημένα δύο σώματα με μάζες m_A = 5,0 kg και m_Γ = 2,0 kg μέσω αβαρών σχοινιών. Η ράβδος και τα σώματα βρίσκονται σε στατική ισορροπία. Η ράβδος ΑΓ έχει μάζα m_ρ = 3,0 kg και μήκος $L_{A\Gamma}$ = 1,0 m.



Σχήμα 3.1

i. Να υπολογίσετε την απόσταση x του σημείου Κ από το άκρο Α.

(3 μονάδες)

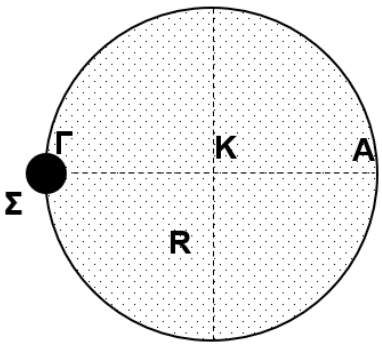
Το σύστημα ράβδου – σωμάτων βρίσκεται σε στατική ισορροπία. $\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau\varepsilon\rho\iota\kappa\acute{\omega}\nu} = 0,\ \Pi\alpha\acute{\iota}\rho\nu o\upsilon\mu\varepsilon\ \rho o\pi\acute{\varepsilon}\varsigma\ \omega\varsigma\ \pi\rho o\varsigma\ \tau o\ \sigma\eta\mu\varepsilon\acute{\iota}o\ K.$ $=> m_A\, g\, x = m_\rho\, g\, \left(\frac{L_{A\Gamma}}{2} - x\right) + m_\Gamma\, g(\,L_{A\Gamma} - x)$ $=> \left(m_A + m_\Gamma + m_\rho\right) x = m_\rho\, \frac{L_{A\Gamma}}{2} + m_\Gamma\, L_{A\Gamma}$ $=> x = \frac{\left(m_\rho + 2\, m_\Gamma\right) L_{A\Gamma}}{2\left(m_A + m_\Gamma + m_\rho\right)} = \frac{[(3{,}0\text{ kg}) + 2\ (2{,}0\text{ kg})](\,1{,}0\, m)}{2\ [(5{,}0\text{ kg}) + (2{,}0\text{ kg}) + (3{,}0\text{ kg})]}$ $=> x = 0{,}35\text{ m}$	μονάδα 1 μονάδα 1 μονάδα 1

ii. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο σημείο Κ της ράβδου από το σχοινί.

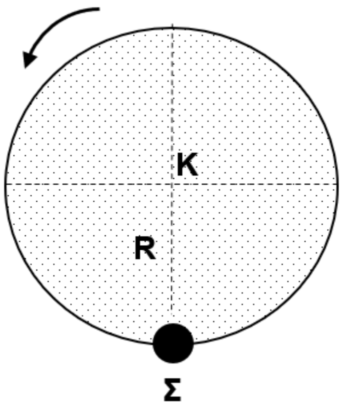
(1 μονάδα)

$\Sigma F_{\varepsilon\xi\omega\tau\varepsilon\rho\iota\kappa\acute{\omega}\nu} = 0 => \lvert\vec{F}\rvert = m_A\, g + m_\rho\, g + m_\Gamma\, g => \lvert\vec{F}\rvert = 98\text{ N}$	μονάδα 1

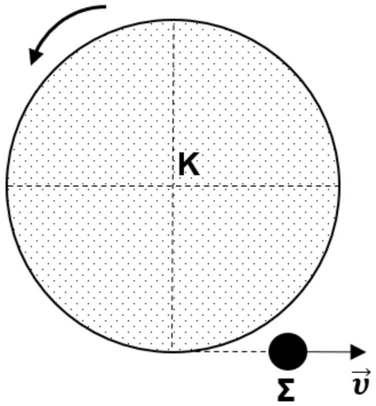
4. Ο ομογενής δίσκος (Σχήμα 4.1) έχει ακτίνα $R = 0{,}20\text{ m}$, ροπή αδράνειας $I_\delta = 0{,}048\text{ kg m}^2$ και το επίπεδό του είναι κατακόρυφο. Ο δίσκος μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή γύρω από ακλόνητο, οριζόντιο άξονα που περνά από το κέντρο του Κ. Στο άκρο Γ της οριζόντιας διαμέτρου ΑΓ είναι στερεωμένο μικρό σώμα Σ, μάζας $m = 0{,}300\text{ kg}$. Το σώμα



Σχήμα 4.1



Σχήμα 4.2



Σχήμα 4.3

Σ μπορεί να προσεγγισθεί σαν υλικό σημείο που βρίσκεται στη περιφέρεια του δίσκου. Το σύστημα δίσκος – σώμα Σ είναι αρχικά ακίνητο. Αν αφήσουμε το σύστημα ελεύθερο αυτό περιστρέφεται γύρω από τον οριζόντιο άξονα που περνά από το Κ.

(α) Η Μηχανική ενέργεια του συστήματος δίσκος - σώμα Σ - Γη διατηρείται. Να αποδείξετε ότι η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου τη στιγμή που το σώμα Σ φτάνει στο κατώτατο σημείο της τροχιάς του (Σχήμα 4.2) είναι $\omega_\delta = 4{,}4\ \mathrm{rad/s}$.

(2 μονάδες)

$\Theta\varepsilon\omega\rho o\acute{\upsilon}\mu\varepsilon\ h = 0\ \tau o\ \kappa\alpha\tau\acute{\omega}\tau\alpha\tau o\ \sigma\eta\mu\varepsilon\acute{\iota}o\ \tau\eta\varsigma\ \tau\rho o\chi\iota\acute{\alpha}\varsigma\ \tau o\upsilon\ \sigma\acute{\omega}\mu\alpha\tau o\varsigma\ \Sigma,$	
$E^{\Sigma\upsilon\sigma\tau.}_{\mu,\alpha\rho\chi\iota\kappa\acute{\eta}} = E^{\Sigma\upsilon\sigma\tau.}_{\mu,\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{\eta}} => m\ g\ R = \frac{1}{2}(I_\delta + m\ R^2){\omega_\delta}^2 =>$	μονάδα 1
$\omega_\delta = \sqrt{\frac{2\ m\ g\ R}{I_\delta + m\ R^2}} = \sqrt{\frac{2\ (0{,}300\ \mathrm{kg})\ \left(9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)\ (0{,}20\ \mathrm{m})}{(0{,}048\ \mathrm{kg\ m}^2) + (0{,}300\ \mathrm{kg})\ (0{,}20\ \mathrm{m})^2}} = 4{,}4\ \mathrm{rad/s}$	μονάδα 1

(β) Τη στιγμή που το σώμα Σ φτάνει στο κατώτατο σημείο της τροχιάς του εκτοξεύεται οριζόντια προς τα δεξιά (Σχήμα 4.3). Η εκτόξευση μπορεί να θεωρηθεί στιγμιαία. Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ ως προς το έδαφος, αμέσως μετά την εκτόξευση είναι
$|\vec{\upsilon}| = 3{,}6\ \mathrm{m/s}$. Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα του δίσκου αμέσως μετά την εκτόξευση του σώματος Σ.

(3 μονάδες)

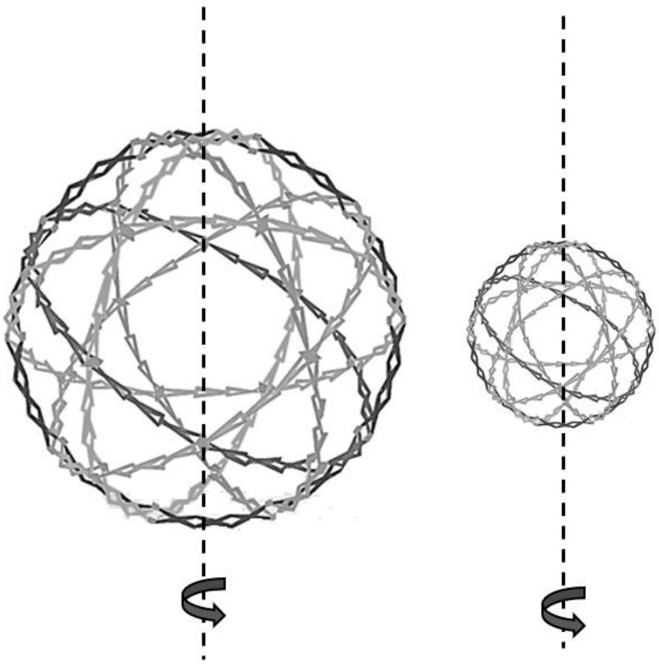
$\Sigma\tau o\ \kappa\alpha\tau\acute{\omega}\tau\alpha\tau o\ \sigma\eta\mu\varepsilon\acute{\iota}o\ \tau\eta\varsigma\ \tau\rho o\chi\iota\acute{\alpha}\varsigma\ \acute{\varepsilon}\chi o\upsilon\mu\varepsilon$ $\Sigma M_{\varepsilon\xi\omega\tau\varepsilon\rho\iota\kappa\acute{\omega}\nu} = 0\ \ \omega\varsigma\ \pi\rho o\varsigma\ \tau o\ \sigma\eta\mu\varepsilon\acute{\iota}o\ K => \ L_{\alpha\rho\chi\iota\kappa\acute{o}} = L_{\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{o}}$ $(I_\delta + m\,R^2)\omega_{\alpha\rho\chi\iota\kappa\acute{o}} = I_\delta\ \omega_{\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{o}} + m\lvert\vec{v}\rvert R =>$ $\omega_{\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{o}} = \dfrac{(I_\delta + m\,R^2)\ \omega_{\pi\rho\iota\nu} - m\lvert\vec{v}\rvert R}{I_\delta}$ $\omega_{\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{o}} = \dfrac{[(0{,}048\ \mathrm{kg\,m^2}) + (0{,}300\ \mathrm{kg})\ (0{,}20\ \mathrm{m})^2](4{,}4\ \mathrm{rad/s}) - (0{,}300\ \mathrm{kg})(3{,}6\ \mathrm{m/s})(0{,}20\ \mathrm{m})}{(0{,}048\ \mathrm{kg\,m^2})}$ $\omega_{\tau\varepsilon\lambda\iota\kappa\acute{o}} = 1{,}0\ \mathrm{rad/s}$	μονάδα 1 μονάδα 1 μονάδα 1

5. (α) Να διατυπώσετε την Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής.

(1 μονάδα)

Εάν το άθροισμα των εξωτερικών ροπών σε ένα σώμα ή σύστημα μηδενίζεται ως προς ένα σημείο του χώρου, η συνολική στροφορμή του σώματος ή συστήματος ως προς το ίδιο σημείο, διατηρείται.	μονάδα 1

(β) Η σφαίρα του Hoberman είναι μια γεωμετρική κατασκευή, η οποία μπορεί να αυξομειώνει τις διαστάσεις της. Η σφαίρα του Σχήματος 5.1 έχει ακτίνα $R_1 = 0{,}80\ \mathrm{m}$ και περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega_1 = 3{,}0\ \mathrm{rad/s}$ γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Καθώς η σφαίρα περιστρέφεται μειώνουμε την ακτίνα της σε R_2 (Σχήμα 5.2) ασκώντας δυνάμεις κατά μήκος του άξονα περιστροφής της. Η σφαίρα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα λεπτός σφαιρικός φλοιός με ροπή αδράνειας $I = \frac{2}{3}mR^2$.



Σχήμα 5.1 Σχήμα 5.2

i. Να εξηγήσετε γιατί διατηρείται η στροφορμή της σφαίρας.

(1 μονάδα)

Διατηρείται διότι οι δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα είναι κατά μήκος του άξονα περιστροφής της και η ροπή τους είναι μηδενική.	μονάδα 1

ii. Εάν η νέα γωνιακή ταχύτητα της σφαίρας είναι $\omega_2 = 12{,}0\ \mathrm{rad/s}$, να υπολογίσετε τη νέα ακτίνα R2.

(3 μονάδες)

$Κατά\ μήκος\ του\ άξονα\ περιστροφής\ \Sigma M_{εξωτερικών} = 0$ $=> L_{αρχική} = L_{τελική} => I_1\,\omega_1 = I_2\,\omega_2 =>$	μονάδα 1
$\frac{2}{3} m {R_1}^2 \omega_1 = \frac{2}{3} m {R_2}^2 \omega_2 =>$	μονάδα 1
$R_2 = \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}} R_1 = \sqrt{\frac{\left(3{,}0\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right)}{\left(12{,}0\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right)}}(0{,}80\ \mathrm{m}) = 0{,}40\ \mathrm{m}$	μονάδα 1

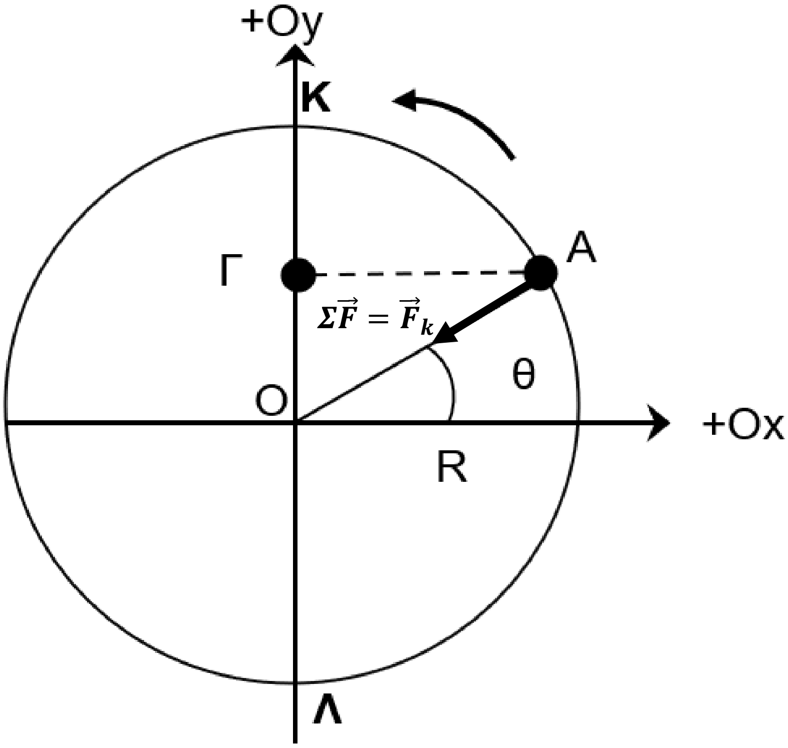
6. **(α)** Να δώσετε τον ορισμό της Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

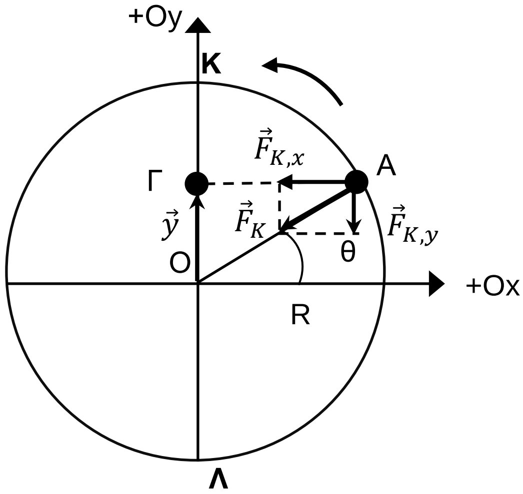
Απλή Αρμονική Ταλάντωση είναι η παλινδρομική, περιοδική κίνηση όπου η Συνισταμένη Δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι ανάλογη και αντίρροπη με τη μετατόπιση από τη θέση ισορροπίας.	μονάδα 1

(β) Το υλικό σημείο Α, μάζας m, κινείται αριστερόστροφα στην περιφέρεια κύκλου ακτίνας R με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω (Σχήμα 6.1). Η Συνισταμένη δύναμη που δέχεται το υλικό σημείο Α είναι ίση με την Κεντρομόλο Δύναμη. Το σημείο Γ είναι η προβολή του σημείου Α πάνω στον άξονα Oy. Να δείξετε ότι το σημείο Γ εκτελεί Απλή Αρμονική Ταλάντωση κατά μήκος της διαμέτρου ΚΛ.

(4 μονάδες)



Σχήμα 6.1

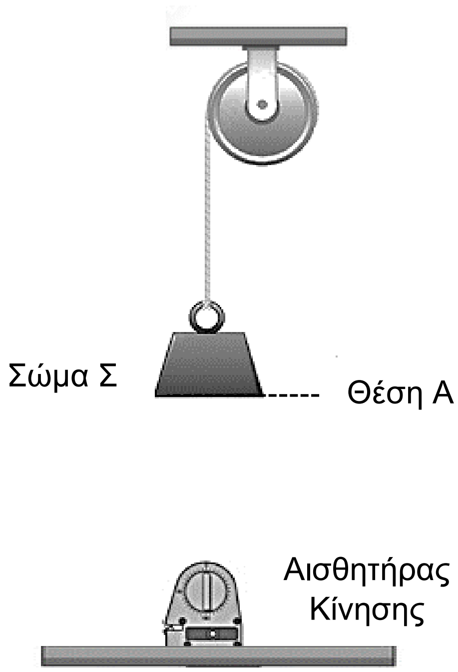
	
Το σημείο Α εκτελεί Ομαλή Κυκλική Κίνηση => $\Sigma\vec{F} = \vec{F}_K$ η οποία αναλύεται σε δύο συνιστώσες $\vec{F}_{K,x}$ $και$ $\vec{F}_{K,y}$.	μονάδα 1
Η κίνηση της προβολής (σημείο Γ) καθορίζεται από την $\vec{F}_{K,y}$. Άρα για το σημείο Γ έχουμε:	
$F_{K,y} = -\left\|\vec{F}_K\right\| \eta\mu\theta = -(m\,\omega^2 R)\,\eta\mu\theta$ Σχέση 1	μονάδα 1
$y = R\,\eta\mu\theta$ Σχέση 2	μονάδα 1
Από τις Σχέσεις 1 και 2 έχουμε $F_{K,y} = -m\,\omega^2\,y$	μονάδα 1

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από τρία (3) θέματα που το κάθε ένα βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.

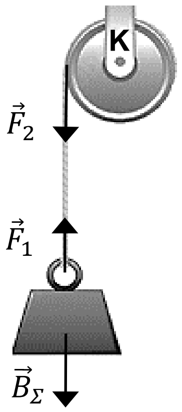
7. Τροχαλία ακτίνας $R = 0{,}050\ \mathrm{m}$ μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή γύρω από ακλόνητο, οριζόντιο άξονα (Σχήμα 7.1). Γύρω από τη τροχαλία είναι τυλιγμένο μη εκτατό νήμα αμελητέας μάζας, στο άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σώμα Σ μάζας $m = 0{,}400\ \mathrm{kg}$. Αφήνουμε το σώμα Σ να κινηθεί από τη θέση Α κατακόρυφα προς τα κάτω.



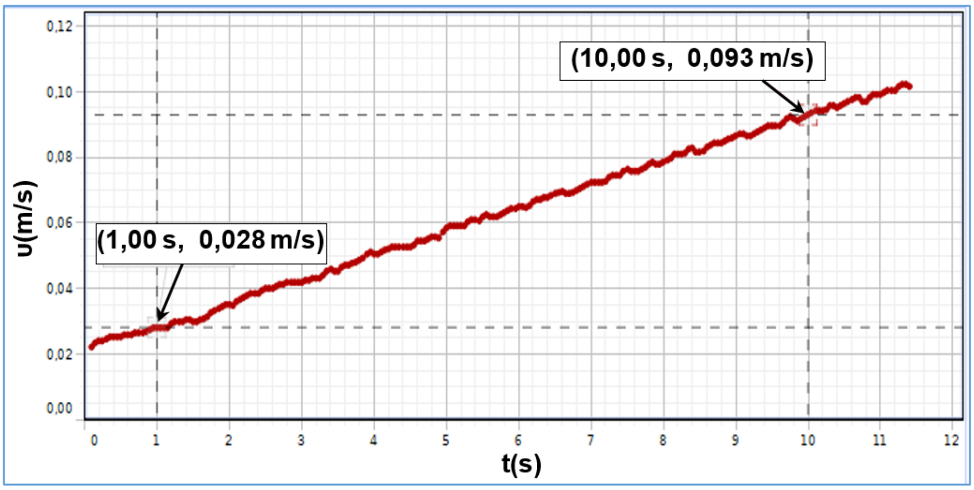
Σχήμα 7.1

(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και αφού σχεδιάσετε τις αναγκαίες δυνάμεις να αποδείξετε ότι η γραμμική επιτάχυνση του σώματος Σ καθώς κατεβαίνει δίνεται από τη σχέση $\alpha = \frac{m\,g\,R^2}{I + m\,R^2}$. Να θεωρήσετε ότι το σχοινί δεν ολισθαίνει ως προς τη τροχαλία και I είναι η ροπή αδράνειας της τροχαλίας ως προς τον άξονά της.

(4 μονάδες)

 <u>Τροχαλία</u>: $\left.\begin{matrix} \Sigma M_K = \lvert\vec{F}_2\rvert R = I\,\alpha_\gamma \\ \alpha_\gamma = \frac{\alpha}{R} \end{matrix}\right\} =>$	
$=> \lvert\vec{F}_2\rvert R = I\,\frac{\alpha}{R} => \lvert\vec{F}_2\rvert R^2 = I\,\alpha$ (Σχέση 1)	μονάδα 1
<u>Νήμα</u> αμελητέας μάζας $=> \lvert\vec{F}_2\rvert = \lvert\vec{F}_1\rvert$ (Σχέση 2)	μονάδα 1
<u>Σώμα Σ</u>: $\Sigma F = ma$	
Θεωρούμε θετική φορά προς τα κάτω $=> \lvert\vec{B}_\Sigma\rvert - \lvert\vec{F}_1\rvert = ma$	μονάδα 1
$=> \lvert\vec{F}_1\rvert = mg - ma$ (Σχέση 3)	
Αντικαθιστούμε τις Σχέσεις 2 και 3 στην 1 $=> (mg - ma)\,R^2 = I\,\alpha => \alpha = \dfrac{m\,g\,R^2}{I + m\,R^2}$	μονάδα 1

(β) Με τη βοήθεια ενός αισθητήρα κίνησης που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το σώμα Σ καταγράφουμε την ταχύτητά του σαν συνάρτηση του χρόνου (Γραφική Παράσταση 7.1).



Γραφική Παράσταση 7.1

i. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη γραφική παράσταση, να υπολογίσετε τη γραμμική επιτάχυνση του σώματος Σ. Η απάντηση να δοθεί με τον <u>σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.</u>

(2 μονάδες)

$\alpha = \dfrac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \dfrac{(0{,}093\ \mathrm{m/s}) - (0{,}028\ \mathrm{m/s})}{(10{,}00\ \mathrm{s}) - (1{,}00\ \mathrm{s})}$ $\alpha = 7{,}2\ x\ 10^{-3}\ \ \mathrm{m/s^2}$	μονάδα 1 μονάδα 1

ii. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας της τροχαλίας.

(2 μονάδες)

$\alpha = \dfrac{m\ g\ R^2}{I + m\ R^2} => I = \dfrac{(mg - ma)R^2}{a}$ $I = \dfrac{[(0{,}400\ \mathrm{kg})(9{,}81\ \ \mathrm{m/s^2}) - (0{,}400\ \mathrm{kg})(7{,}2\ \mathrm{x}\ 10^{-3}\ \ \mathrm{m/s^2})](0{,}050\ \mathrm{m})^2}{(7{,}2\ \mathrm{x}\ 10^{-3}\ \ \mathrm{m/s^2})}$ $I = 1{,}4\ \mathrm{kg\ m^2}$	μονάδα 1 μονάδα 1

iii. Αν υπήρχε τριβή στον άξονα της τροχαλίας, να εξηγήσετε κατά πόσο η τιμή της ροπής αδράνειας που θα υπολογίζατε θα ήταν μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίδια με αυτή που έχετε υπολογίσει στο ερώτημα **(ii)**.

(2 μονάδες)

Η τριβή στον άξονα προκαλεί ροπή στην τροχαλία με αποτέλεσμα η γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας και η γραμμική επιτάχυνση του σώματος Σ να είναι μικρότερη. Άρα σύμφωνα με τη σχέση $\mathrm{I} = \frac{(\mathrm{mg-ma})\mathrm{R}^2}{\mathrm{a}} = \frac{\mathrm{mgR}^2}{\mathrm{a}} - \mathrm{mR}^2$ που αποδείξαμε στο ερώτημα (ii) η ροπή αδράνειας που θα υπολογίζαμε θα ήταν μεγαλύτερη.	μονάδα 1 μονάδα 1

8. **(α)** Να περιγράψετε μια δραστηριότητα που μπορείτε να εκτελέσετε στο εργαστήριο φυσικής για να μελετήσετε τη εξάρτηση μεταξύ της περιόδου ταλάντωσης σώματος αναρτημένου σε κατακόρυφο ελατήριο και του πλάτους ταλάντωσης. Η περιγραφή να περιλαμβάνει:

i. Υλικά και όργανα που θα χρησιμοποιήσετε.

(1 μονάδα)

Ελατήριο στερεωμένο το ένα του άκρο σε ακλόνητο σημείο, βαράκι, χρονόμετρο, χάρακα (ή διασύνδεση με αισθητήρα κίνησης)	μονάδα 1

ii. Τη διαδικασία και τις μετρήσεις που θα κάνετε.

(3 μονάδες)

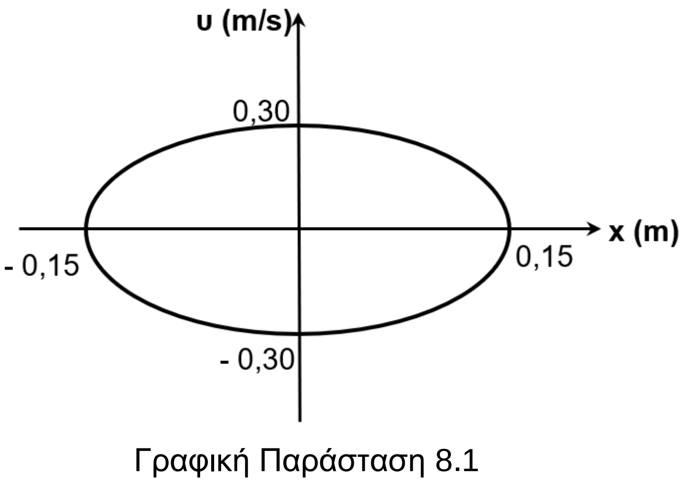
Αναρτούμε το βαράκι στο ελατήριο. Απομακρύνουμε το βαράκι από την θέση ισορροπίας κατά y_o και το αφήνουμε ελεύθερο.	μονάδα 1
Μετρούμε το πλάτος y_o και τον χρόνο 10 ταλαντώσεων *Εάν αναφερθεί η μέτρηση του χρόνου για μία μόνο ταλάντωση κάθε φορά να αφαιρεθεί μονάδα*	μονάδα 1
Χρησιμοποιώντας το ίδιο ελατήριο και το ίδιο βαράκι, επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μερικές φορές για διαφορετικά πλάτη y_o.	μονάδα 1

iii. Το συμπέρασμα στο οποίο θα καταλήξετε.

(1 μονάδα)

Η περίοδος είναι ανεξάρτητη από το πλάτος ταλάντωσης.	μονάδα 1

(β) Δίνεται η γραφική παράσταση ταχύτητας – θέσης ενός σώματος μάζας $m = 0{,}200\ \mathrm{kg}$, στερεωμένου στο άκρο οριζόντιου ελατηρίου που εκτελεί Απλή Αρμονική Ταλάντωση (Γραφική Παράσταση 8.1). Δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας.



Γραφική Παράσταση 8.1

i. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη γραφική παράσταση να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.

(2 μονάδες)

$\omega = \dfrac{\upsilon_0}{x_0}$	μονάδα 1
$\omega = \dfrac{0{,}30\ \text{m/s}}{0{,}15\ \text{m}} = 2{,}0\ \text{rad/s}$	μονάδα 1

ii. Να δείξετε ότι η σταθερά του ελατηρίου είναι $k = 0{,}80\ \text{N/m}$.

(1 μονάδα)

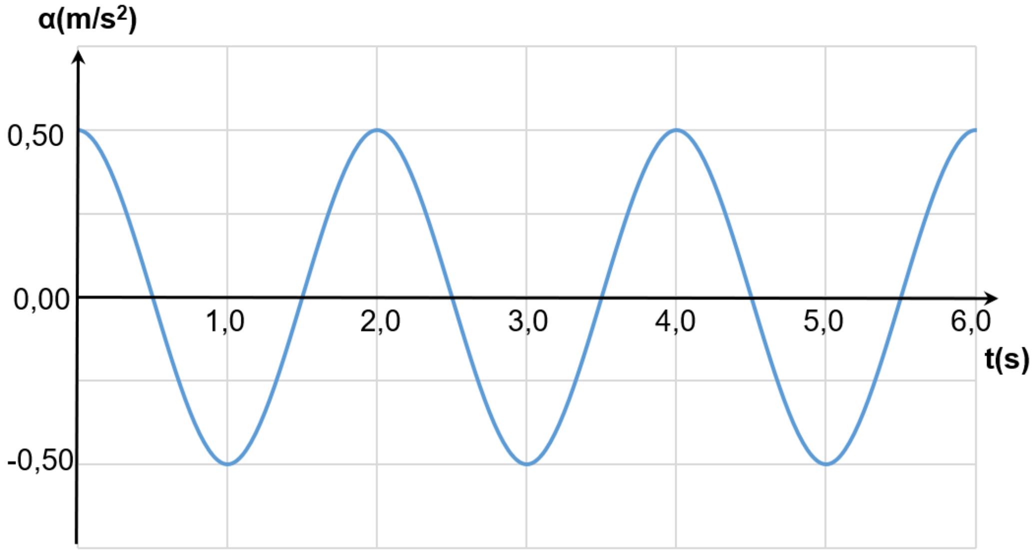
$k = m\,\omega^2 = (0{,}200\ \text{kg})\ (2{,}0\ \ \text{rad/s})^2 = 0{,}80\ \text{N/m}$	μονάδα 1

iii. Να υπολογίσετε τη Μηχανική Ενέργεια της ταλάντωσης.

(2 μονάδες)

$E_\mu = E_{\kappa.\mu\acute{\varepsilon}\gamma\iota\sigma\tau\eta} = \dfrac{1}{2} m\, \upsilon_0^2$	μονάδα 1
$E_\mu = \dfrac{1}{2} (0{,}200\ \text{kg})\ (0{,}30\ \ \text{m/s})^2 = 0{,}0090\ \text{J}$	μονάδα 1
$\left(\text{ή} \quad E_\mu = \dfrac{1}{2} k\, x_0^2 = 0{,}0090\ \text{J}\right)$	

9. Παρακάτω απεικονίζεται η γραφική παράσταση επιτάχυνσης – χρόνου ενός μαθηματικού εκκρεμούς που εκτελεί Απλή Αρμονική Ταλάντωση στην επιφάνεια της Γης (Γραφική Παράσταση 9.1).



Γραφική Παράσταση 9.1

(α) Να προσδιορίσετε την αρχική φάση της ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

$\varphi_0 = \dfrac{3\,\pi}{2}$	μονάδα 1

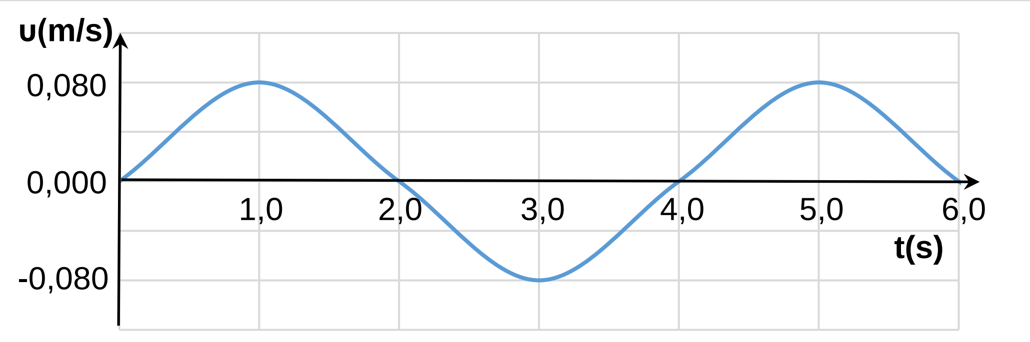
(β) Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

(2 μονάδες)

$\omega = \dfrac{2\,\pi}{T} = \dfrac{2\,\pi}{(2{,}0\ \mathrm{s})} = \pi\ \mathrm{rad/s}$	μονάδα 1
$y_0 = \dfrac{\alpha_0}{\omega^2} = \dfrac{(0{,}50\ \mathrm{m/s^2})}{(\pi\ \mathrm{rad/s})^2} = 0{,}051\ \mathrm{m}$	μονάδα 1

(γ) Το εκκρεμές μεταφέρεται σε ένα πλανήτη όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι τέσσερεις φορές μικρότερη από αυτή στη Γη ($g_{π} = g_{Γης} / 4$) και τίθεται σε ταλάντωση. Να σχεδιάσετε στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, σε βαθμολογημένους άξονες, την γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου για το χρονικό διάστημα $0{,}0\ \mathrm{s} \le t \le 6{,}0\ \mathrm{s}$. Να θεωρήσετε ότι το πλάτος ταλάντωσης, η αρχική φάση και το μήκος του εκκρεμούς στον πλανήτη είναι τα ίδια με αυτά στη Γη. Η περίοδος απλού εκκρεμούς δίνεται από τη σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.

(5 μονάδες)

$T_{\pi} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_{\pi}}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_{Γης}/4}} = 2\,T_{Γης} = 4{,}0\ \mathrm{s}$	μονάδα 1
$\upsilon_{0,πλαν.} = \omega_{πλαν.}\, y_0 = \frac{2\,\pi}{T_{πλαν.}}\, y_0 = \left(\frac{\pi}{2}\ \mathrm{rad/s}\right)(0{,}051\ \mathrm{m}) = 0{,}080\ \mathrm{m/s}$	μονάδα 1
	μονάδες 2 (σωστή βαθμολόγηση των αξόνων) μονάδα 1 (σωστή καμπύλη)

(δ) Το συγκεκριμένο εκκρεμές τίθεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση στη Γη υπό την επίδραση εξωτερικής περιοδικής δύναμης. Η χαρακτηριστική του συχνότητα είναι $f_0 = 0{,}5\ \mathrm{Hz}$. Να συγκρίνετε το πλάτος ταλάντωσης του εκκρεμούς για τις συχνότητες $0{,}6\ \mathrm{Hz}$ και $2{,}2\ \mathrm{Hz}$ του διεγέρτη. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Το πλάτος ταλάντωσης του εκκρεμούς για $0{,}6\ \mathrm{Hz}$ είναι μεγαλύτερο από το πλάτος για $2{,}2\ \mathrm{Hz}$	μονάδα 1
διότι η διαφορά $\lvert 0{,}6\ \mathrm{Hz} - f_0 \rvert$ είναι μικρότερη από τη διαφορά $\lvert 2{,}2\ \mathrm{Hz} - f_0 \rvert$	μονάδα 1

ΤΕΛΟΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ