ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 13 ΙΟΥΝΙΟΥ 2016
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ Α.

Α1. γ,

Α2. α,

Α3. α,

Α4. β,

Α5. α Σωστό, β Λάθος, γ. Λάθος, δ. Λάθος, ε. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

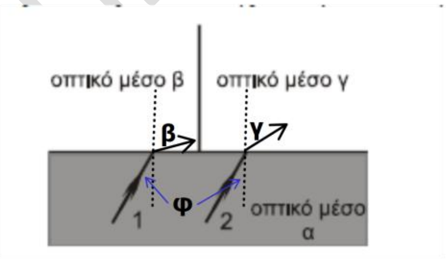
Β1. α) Σωστή απάντηση είναι η (ii).

β) Σύμφωνα με τον νόμο του Snell,

$$n_a \eta\mu(\varphi) = n_\beta \eta\mu(\beta) \Longrightarrow \eta\mu(\beta) = \frac{n_a}{n_\beta}\eta\mu(\varphi)$$

και

$$n_a \eta\mu(\varphi) = n_\gamma \eta\mu(\gamma) \Longrightarrow \eta\mu(\gamma) = \frac{n_a}{n_\beta}\eta\mu(\varphi).$$



Αλλά σύμφωνα με την εκφώνηση $n_a > n_\gamma > n_\beta$, άρα διαιρώντας κατά μέλη

$$\frac{\eta\mu(\beta)}{\eta\mu(\gamma)} = \frac{{n_a}/{n_\beta}}{{n_a}/{n_\gamma}} = \frac{n_\gamma}{n_\beta} > 1 \Longrightarrow \eta\mu(\beta) > \eta\mu(\gamma),$$

και εφ' όσον οι γωνίες β και γ είναι εκ κατασκευής οξείες, έπεται ότι $\beta > \gamma$.

Β2. α) Σωστή απάντηση η (iii).

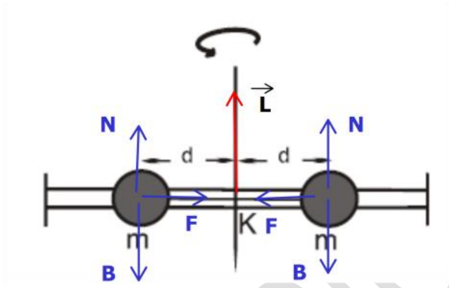
β) Στο σύστημα των δύο μαθητών, σε όλη την διάρκεια του φαινομένου, οι εξωτερικές δυνάμεις είναι τα δύο βάρη τους και οι κάθετες συνιστώσες της αντίδρασης από το λείο οριζόντιο επίπεδο (οι δυνάμεις που ασκεί το νήμα σε κάθε μαθητή είναι εσωτερικές για το σύστημα).

Συνεπώς η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων στο σύστημα των δύο μαθητών ισούται με το μηδέν, όπως και η συνολική ροπή των δυνάμεων ως προς το κέντρο μάζας του. Άρα το σύστημα διατηρεί την ορμή και την στροφορμή του σταθερή.

Αρχικά οι μαθητές ήταν ακίνητοι με συνολική ορμή και στροφορμή μηδέν για το σύστημα. Συνεπώς και όταν αγκαλιαστούν οι μαθητές η συνολική τους ορμή θα παραμείνει μηδέν και θα ακινητοποιηθούν.

Β3. **α)** Σωστή απάντηση (ii).

β) Η συνισταμένη των ροπών όλων των δυνάμεων του συστήματος, ως προς το κέντρο μάζας του (συμπίπτει λόγω συμμετρίας με το κέντρο της αβαρούς ράβδου), ισούται με το μηδέν. Συνεπώς διατηρείται η στροφορμή $\vec{L}$ του συστήματος.



Αν $\omega_{\alpha\rho\chi}$ το μέτρο της αρχικής γωνιακής ταχύτητας του συστήματος (με τις δύο μάζες σε απόσταση d από το κέντρο μάζας) και $\omega_{\tau\varepsilon\lambda}$ το μέτρο της τελικής γωνιακής ταχύτητας του συστήματος (με τις δύο μάζες σε απόσταση $s = {}^{l}/_{2} > d$ από το κέντρο μάζας (l το μήκος της ράβδου), τότε

$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow (md^2 + md^2)\omega_{\alpha\rho\chi} = (ms^2 + ms^2)\omega_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \omega_{\tau\varepsilon\lambda} = \left(\frac{d}{s}\right)^2 \omega_{\alpha\rho\chi}.$$

Αλλά $d < s$, οπότε $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} < \omega_{\alpha\rho\chi}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την γραφική παράσταση της φάσης των σημείων του κυματικού πεδίου, παρατηρούμε ότι στον χρόνο $t = 2\text{s}$, η φάση της πηγής ισούται με $\varphi_{\pi\eta\gamma\acute{\eta}\varsigma} = 10\pi\text{rad}$. Συνεπώς η πηγή έχει εκτελέσει 5 πλήρης ταλαντώσεις, οπότε

$$5T = 2\text{s} => \boxed{\boldsymbol{T = \frac{2}{5}\text{s} = 0.4\text{s}}}.$$

Στον ίδιο χρόνο, $t = 5T$, το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση $x_{\max} = 2\text{m}$, οπότε

$$x_{\max} = ct = \frac{\lambda}{T}t => \lambda = \frac{T}{t}x_{\max} = \frac{x_{\max}}{5} => \boxed{\boldsymbol{\lambda = \frac{2}{5}\text{m} = 0.4\text{m}}},$$

όπου c η ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Γ2. Σύμφωνα με το διάγραμμα και τον ορισμό της σταθερής ταχύτητας διάδοσης του κύματος,

$$c = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\max}}{t} = \frac{0.4\ \text{m}}{0.4\ \text{s}} => \boxed{\boldsymbol{c = 1\frac{\text{m}}{\text{s}}}}.$$

Γ3. Η εξίσωση του κύματος στο S.I. λαμβάνει την μορφή,

$$y(x,t) = A\eta\mu\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] = 0.1\eta\mu\left[2\pi\left(\frac{t}{0.4} - \frac{x}{0.4}\right)\right] => \boxed{\boldsymbol{y(x,t) = 0.1\eta\mu[5\pi(t-x)]}}.$$

Γ4. Το μέτρο της ταχύτητας ενός σημείου Κ του ελαστικού μέσου, που βρίσκεται στην θέση $x_{\text{K}} = 1\text{m}$, την χρονική στιγμή $t = 4\text{s}$, ισούται με

$$\upsilon(x,t) = \omega A\sigma\upsilon\nu\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\right] => \upsilon(x,t) = 5\pi\cdot 0.1\sigma\upsilon\nu[5\pi(t-x)] =>$$
$$\upsilon(x_{\mathrm{K}},t) = 0.5\pi\sigma\upsilon\nu[5\pi(4-1)]\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 0.5\pi\sigma\upsilon\nu(15\pi)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = -0.5\pi\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} =$$
$$> \boxed{|\boldsymbol{\upsilon}(\boldsymbol{x}_{\mathbf{K}},\boldsymbol{t})| = \mathbf{0.5}\boldsymbol{\pi}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}}.$$

Γ5. Η εξίσωση στο S.I. του στάσιμου κύματος, που προκύπτει από την συμβολή του αρχικού κύματος με ένα δεύτερο κύμα, ίδιας συχνότητας, ίδιου μήκους κύματος και ίδιου πλάτους με το αρχικό, το οποίο διαδίδεται στο ίδιο ελαστικό μέσον κατά την αντίθετη κατεύθυνση, είναι η

$$y(x,t) = 2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(2\pi\frac{t}{T}\right) = 0.2\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{0.4}\right)\eta\mu\left(2\pi\frac{t}{0.4}\right) =>$$
$$\boxed{\boldsymbol{y}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{t}) = \mathbf{0.2}\boldsymbol{\sigma\upsilon\nu}(\mathbf{5}\boldsymbol{\pi x})\boldsymbol{\eta\mu}(\mathbf{5}\boldsymbol{\pi t})}.$$

ΘΕΜΑ Δ.

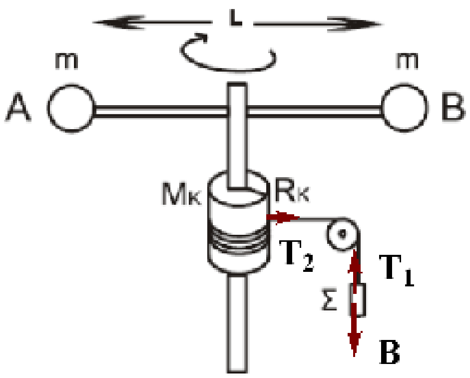
Δ1. Το σύστημα ράβδος –σφαιρίδια –κύλινδρος έχει συνολική ροπή αδράνειας ως προς τον κάθετο, στο μέσον της ράβδου, άξονα, ο οποίος είναι και κύριος άξονας συμμετρίας του κυλίνδρου,

$$I_{\text{ολ}} = I_{\rho\alpha\beta} + 2I_{\sigma\varphi} + I_{\kappa\upsilon\lambda} = \frac{1}{12}Ml^2 + 2m\frac{l^2}{4} + \frac{1}{2}M_\kappa R_\kappa^2$$

ή

$$I_{\text{ολ}} = \left(\frac{1}{12}\cdot 3\cdot 36\cdot 10^{-2} + 2\cdot 0.5\cdot\frac{36}{4}\cdot 10^{-2} + \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 4\cdot 10^{-2}\right)\mathrm{Kg\,m^2} =$$
$$> \boxed{\boldsymbol{I}_{\text{ολ}} = \mathbf{0.2Kg\,m^2}}.$$

Δ2. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζονται οι δυνάμεις που ασκούνται στον κύλινδρο και στην m_1 και επηρεάζουν την κίνηση του συστήματος.



Αρχικά παρατηρούμε πως εφ' όσον το νήμα και η τροχαλία θεωρούνται αβαρή σώματα, $T_1 = T_2 = T$. Συνεπώς η εφαρμογή του δευτέρου νόμου του Νεύτωνα για το σύστημα ράβδος –σφαιρίδια –κύλινδρος και μάζα m_1, οδηγεί στο σύστημα

$$m_1 g - T = m_1 a => m_1 g - T = m_1\alpha_\gamma R_\kappa \ (1),$$

$$TR_\kappa = I_{\text{ολ}}\alpha_\gamma => T = \frac{I_{\text{ολ}}}{R_\kappa}\alpha_\gamma \ \ (2),$$

άρα

$$m_1 g - \frac{I_{\text{ολ}}}{R_\kappa}\alpha_\gamma = m_1\alpha_\gamma R_\kappa => m_1 g = \left(\frac{I_{\text{ολ}}}{R_\kappa} + m_1 R_\kappa\right)\alpha_\gamma => \alpha_\gamma = \frac{m_1 g}{\frac{I_{\text{ολ}}}{R_\kappa} + m_1 R_\kappa}$$

ή

$$\alpha_\gamma = \frac{m_1 g}{\frac{I_{ολ}}{R_κ} + m_1 R_κ} = \frac{1.25 \cdot 10}{\frac{0.2}{0.2} + 1.25 \cdot 0.2} \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} => \boxed{\boldsymbol{\alpha_\gamma = 10\frac{rad}{s^2}}}.$$

Δ3. Αντικαθιστώντας στην σχέση (2), το μέτρο της τάσης του νήματος προκύπτει ίσο με

$$T = \frac{I_{ολ}}{R_κ}\alpha_\gamma = \frac{0.2}{0.2} \cdot 10\text{Nt} => \boxed{\boldsymbol{T = 10Nt}}.$$

Δ4. Ο αριθμός των περιστροφών ισούται με $N = \frac{\theta}{2\pi}$, όπου θ η γωνία που έχει διαγράψει το σύστημα. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η κίνηση είναι περιστροφική ομαλά επιταχυνόμενη, χωρίς αρχική γωνιακή ταχύτητα, έπεται ότι

$$N = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{\frac{1}{2}\alpha_\gamma t^2}{2\pi} => t = \sqrt{\frac{4\pi N}{\alpha_\gamma}} = 1\text{s}.$$

Άρα η γωνιακή ταχύτητα ισούται με

$$\omega = \alpha_\gamma t = 10\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

και η περιστροφική κινητική ενέργεια με

$$\boxed{\boldsymbol{K = \frac{1}{2} I_{ολ}\omega^2 = 10J}}.$$

Δ5. Στον χρόνο $t = 1\text{s}$ το σύστημα έχει περιστραφεί κατά γωνία θ και εφ' όσον το νήμα δεν ολισθαίνει στην περιφέρεια της τροχαλίας, η μάζα m_1 έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά

$$h = R_κ\theta = R_κ 2\pi N = 0.2 \cdot 2\pi \cdot \frac{5}{2\pi}\text{m} => \boxed{\boldsymbol{h = 1m}}.$$

<u>Επιμέλεια</u>: Στάθης Λεβέτας