ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΤΕΤΑΡΤΗ 13 ΙΟΥΝΙΟΥ 2018 – ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. δ

Α3. α

Α4. δ

Α5.

- **α.** Λάθος
- **β.** Σωστό
- **γ.** Λάθος
- **δ.** Σωστό
- **ε.** Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σύμφωνα με το σχήμα,

$$d_2^2 = d_1^2 + d^2 = 4\lambda_1^2 + \frac{9}{4}\lambda_1^2 => d_2 = \frac{5}{2}\lambda_1.$$

Διπλασιάζοντας τη συχνότητα της ταλάντωσης και εφ' όσον η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων παραμένει σταθερή, ισχύει ότι

$$f_2 = 2f_1 => \frac{\upsilon}{\lambda_2} = 2\frac{\upsilon}{\lambda_1} => \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}.$$

Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ ισούται λοιπόν με

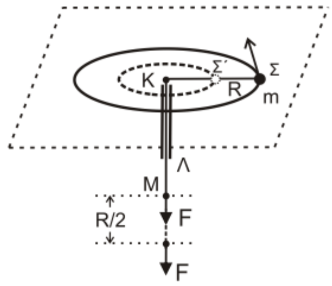
$$A_\Sigma = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\left(\pi\frac{d_1 - d_2}{\lambda}\right)\right| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\left(\pi\frac{2\lambda_1 - \frac{5}{2}\lambda_1}{\lambda}\right)\right| = 2A|\sigma\upsilon\nu(\pi)| =>$$

$$\boxed{A_\Sigma = 2A.}$$

Σωστή απάντηση η (i).

B2. Η στροφορμή του σφαιριδίου διατηρείται γιατί η συνισταμένη των εξωτερικών ροπών σε αυτό ισούται με το μηδέν (παρατηρείστε ότι το βάρος είναι μόνιμα παράλληλο και η δύναμη F πάνω στον άξονα περιστροφής), άρα

$L_{αρχ} = L_{τελ} => mυR = mυ'\frac{R}{2} => υ' = 2υ.$



Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας, οπότε

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F => \frac{1}{2}mυ'^2 - \frac{1}{2}mυ^2 = W_F =>$$

$$W_F = \frac{1}{2}m(υ'^2 - υ^2) = \frac{1}{2}m(4υ^2 - υ^2) => \boxed{W_F = \frac{3}{2}mυ^2}.$$

και $υ = ωR$ άρα $W_F = \frac{3}{2}mω^2R^2$

Σωστή απάντηση η (iii).

B3. Η παροχή στον σωλήνα παραμένει σταθερή, οπότε

$$A_Γυ_Γ = A_Δυ_Δ => 2A_Δυ_Γ = A_Δυ_Δ => υ_Δ = 2υ_Γ.$$

Το νερό εκτελεί οριζόντια βολή με αρχική ταχύτητα $υ_Δ$ από ύψος h, άρα το βεληνεκές ισούται με

$$x_{max} = υ_Δt_{ολ} => 4h = 2υ_Γ\sqrt{\frac{2h}{g}} => υ_Γ^2 = 2gh.$$

Στην συνέχεια εφαρμόζουμε τον νόμο του Bernoulli για τα σημεία Γ και Δ στην αντίστοιχη φλέβα:

$$p_Γ + \frac{1}{2}ρυ_Γ^2 = p_Δ + \frac{1}{2}ρυ_Δ^2 + ρgh => p_Γ - p_Δ = \frac{1}{2}ρ(υ_Δ^2 - υ_Γ^2) + ρgh =>$$

$$p_Γ - p_Δ = \frac{1}{2}ρ(4υ_Γ^2 - υ_Γ^2) + ρgh = \frac{3}{2}ρυ_Γ^2 + ρ\frac{υ_Γ^2}{2} =>$$

$$\boxed{p_Γ - p_Δ = 2ρυ_Γ^2}.$$

Σωστή απάντηση η (i).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Αρχικά υπολογίζουμε την ταχύτητα της m_1 στην θέση ισορροπίας,

$$\upsilon_1 = \omega_1 \Delta l_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}} \Delta l_1 = (5 \cdot 0.4)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} => \upsilon_1 = 2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Στην συνέχεια εφαρμόζουμε την διατήρηση της ορμής κατά την πλαστική κρούση,

$$p_{\pi\rho\iota\nu} = p_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} => m_1\upsilon_1 = (m_1 + m_2)V => V = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Ο παρατηρητής απομακρύνεται από την πηγή, τόσο πριν όσο και μετά την κρούση, άρα αν $f_{\pi\rho\iota\nu}$ και $f_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}}$ είναι οι αντίστοιχες συχνότητες που καταγράφει, τότε

$$\frac{f_{\pi\rho\iota\nu}}{f_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}}} = \frac{\frac{\upsilon_{\eta\chi} - \upsilon_1}{\upsilon_{\eta\chi}} f_s}{\frac{\upsilon_{\eta\chi} - V}{\upsilon_{\eta\chi}} f_s} = \frac{\upsilon_{\eta\chi} - \upsilon_1}{\upsilon_{\eta\chi} - V} => \boxed{\frac{f_{\pi\rho\iota\nu}}{f_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}}} = \frac{338}{339}}.$$

Γ2. Σε τυχαία θέση κατά την κίνηση του συσσωματώματος, στο σύστημα ασκούνται στον άξονα της κίνησης μόνον οι δυνάμεις από τα δύο ελατήρια, άρα

$$\sum F = F_{\varepsilon\lambda,1} + F_{\varepsilon\lambda,2} = -kx - kx => \boxed{\sum F = -2kx}.$$

Συνεπώς το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς

$$D = 2k = 100\frac{\mathrm{Nt}}{\mathrm{m}}$$

και γωνιακή συχνότητα

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m_1 + m_2}} = 5\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}.$$

Η νέα ταλάντωση εκκινεί από την θέση ισορροπίας και θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, άρα

$$V = \omega A' => A' = \frac{V}{\omega} => \boxed{A' = \frac{1}{5}\mathrm{m} = 0.2\mathrm{m}}.$$

Γ3. Ο δέκτης καταγράφει συχνότητα ίση με την συχνότητα που εκπέμπει η πηγή κάθε φορά που μηδενίζεται η ταχύτητά του, δηλαδή σε ακραία θέση.

Για πρώτη αφορά αυτό συμβαίνει σε χρόνο

$$\mathrm{t} = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4\omega} => \boxed{t = \frac{\pi}{10}\mathrm{s}}.$$

Γ4. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ισούται με την συνισταμένη δύναμη στο συσσωμάτωμα, άρα

$$\frac{dp}{dt} = \sum F = -Dx$$

και γίνεται μέγιστος στις ακραίες θέσεις, όπου $x = \pm \mathrm{A}^{/}$. Συνεπώς το μέγιστο μέτρο του ισούται με

$$\left|\frac{dp}{dt}\right|_{max} = D\mathrm{A}^{/} => \boxed{\left|\frac{dp}{dt}\right|_{max} = 20\mathrm{Nt}}.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδου – δίσκου ισούται με

$$I_{\rho-\delta} = I_\rho + I_\delta,$$

όπου I_δ η ροπή αδράνειας του δίσκου και I_ρ η ροπή αδράνειας της ράβδου.

Για την ράβδο και σύμφωνα με το θεώρημα Steiner,

$$I_\rho = I_{cm} + M\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}Ml^2 + \frac{1}{4}Ml^2 = \frac{1}{3}Ml^2 = \left(\frac{1}{3}\cdot 8\cdot 9\right)\mathrm{Kg}\cdot\mathrm{m}^2$$
$$= 24\mathrm{Kg}\cdot\mathrm{m}^2.$$

Για τον δίσκο,

$$I_\delta = \frac{1}{2}m_\Delta R_\Delta^2 = \frac{1}{2}\cdot 4\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2\ \mathrm{Kg}\cdot\mathrm{m}^2 = 1\mathrm{Kg}\cdot\mathrm{m}^2.$$

Συνεπώς,

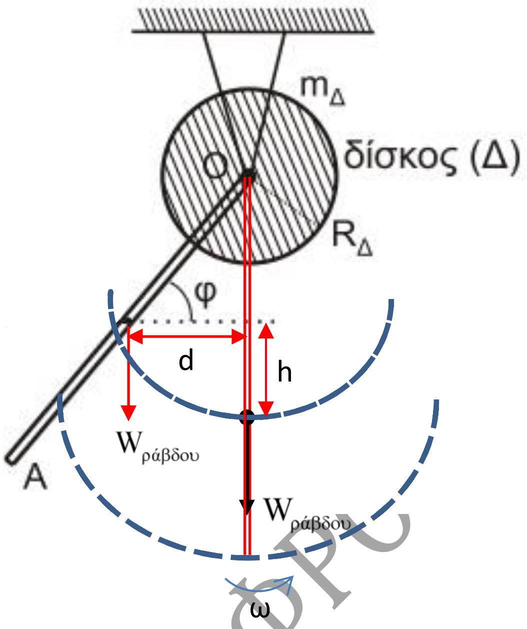
$$\boxed{I_{\rho-\delta} = 25\mathrm{Kg}\cdot\mathrm{m}^2}.$$

Δ2. Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (βλ. **Σχήμα 1**),

$$\left|\frac{dL}{dt}\right| = \sum \tau = Mgd = Mg\frac{l}{2}\sigma\upsilon\nu(\varphi) = 8 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2} \cdot 0.6\mathrm{Nt \cdot m} => $$

$$\boxed{\left|\frac{dL}{dt}\right| = 72\mathrm{Nt \cdot m}}.$$

Σχήμα 1:



Δ3. Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για την κίνηση του συστήματος (Βλ. **Σχήμα 1**),

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = \sum W => K_{\tau\varepsilon\lambda} - 0 = Mgh,$$

όπου

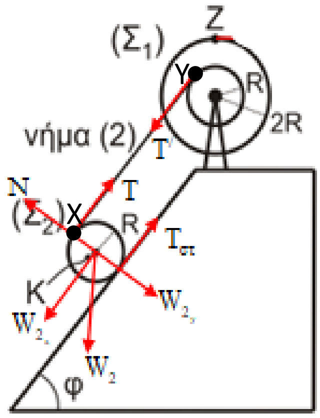
$$h = \frac{l}{2} - \frac{l}{2}\eta\mu(\varphi) = \frac{3}{2}(1 - 0.8)\mathrm{m} = 0.3\mathrm{m}.$$

Άρα

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} = 8 \cdot 10 \cdot 0.3\mathrm{J} => \boxed{K_{\tau\varepsilon\lambda} = 24\mathrm{J}}.$$

Δ4. Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση του κυλίνδρου ισχύει ότι $a_{cm} = a_{\gamma,2}R \quad (1)$.

Εφ' όσον το νήμα είναι αβαρές, μη εκτατό και δεν ολισθαίνει στις περιφέρειες των σωμάτων, η ταχύτητα στα σημεία X και Y είναι σε κάθε χρονική στιγμή η ίδια κατά μέτρο, άρα



$$\upsilon_X = \upsilon_Y => 2\upsilon_{cm} = \omega R => 2\frac{d\upsilon_{cm}}{dt} = \frac{d\omega}{dt}R$$

$$=> 2a_{cm} = a_{\gamma,1}R \quad (2).$$

Βάσει των παραπάνω

$$a_{\gamma,1} = 2a_{\gamma,2} \quad (3).$$

Σύμφωνα με τον 2ο νόμο του Νεύτωνα για την περιστροφή της τροχαλίας

$$\sum \tau = I_\tau a_{\gamma,1} => TR = I_\tau \frac{2a_{cm}}{R} => T = \frac{2I_\tau}{R^2}a_{cm} \quad (4).$$

Σύμφωνα με τους νόμους του Νεύτωνα για την σύνθετη κίνηση του κυλίνδρου,

$$\sum F_{cm} = ma_{cm} => mg\eta\mu(\varphi) - T - T_{\sigma\tau} = ma_{cm} =>$$

$$T + T_{\sigma\tau} = 240 - 30a_{cm} \quad (5).$$

$$\sum \tau = I_\kappa a_{\gamma,2} => T_{\sigma\tau}R - TR = \frac{1}{2}mR^2\frac{a_{cm}}{R} =>$$

$$T_{\sigma\tau} - T = 15a_{cm} \quad (6).$$

Άρα

$$(5) - (6) \to 2T = 240 - 45a_{cm} => T = 120 - \frac{45}{2}a_{cm} \quad (7).$$

και από (4) και (7),

$$\frac{2 \cdot 1.95a_{cm}}{0.04} = 120 - \frac{45}{2}a_{cm} => \boxed{a_{cm} = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}.$$

Το δεδομένο διάστημα ισούται με

$$S = \frac{1}{2}a_{cm}t^2 => t = \sqrt{\frac{2S}{a_{cm}}} = 2\mathrm{s}$$

Και η ζητούμενη ταχύτητα με

$$\upsilon_{cm} = a_{cm}t => \upsilon_{cm} = 2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Επιμέλεια: Βλαχόπουλος Άρης
Γκιώνη Βασιλική
Γουσόπουλος Δημήτρης
Λεβέτας Στάθης
Λιαγκριδώνης Τάκης