ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (17 – 07 – 2023)

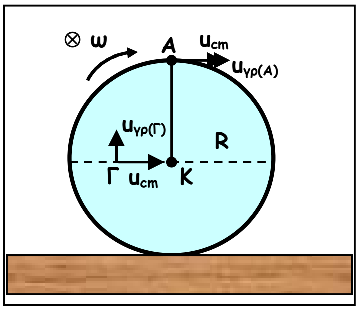
Θέμα Α

Α1. β
Α2. α
Α3. γ
Α4. β
Α5. α) Λ   β) Λ   γ) Λ   δ) Σ   ε) Σ

Θέμα Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η (iii).

Επειδή ο τροχός κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει η ταχύτητα του σημείου Γ είναι:



λόγω μεταφορικής κίνησης: $u_{cm} = ω R$

λόγω περιστροφικής κίνησης: $u_{γρ(Γ)} = ω \frac{R}{2} = \frac{u_{cm}}{2}$

Οπότε η ταχύτητα του σημείου Γ λόγω της σύνθετης κίνησης θα είναι:

$$\vec{u}_Γ = \vec{u}_{cm} + \vec{u}_{γρ(Γ)} \to u_Γ = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{γρ(Γ)}^2} = \sqrt{u_{cm}^2 + \frac{u_{cm}^2}{4}} = \sqrt{\frac{5u_{cm}^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}u_{cm}}{2} \to \boldsymbol{u_Γ = \frac{\sqrt{5}u_{cm}}{2}}$$

Ομοίως η ταχύτητα του σημείου Α θα είναι:

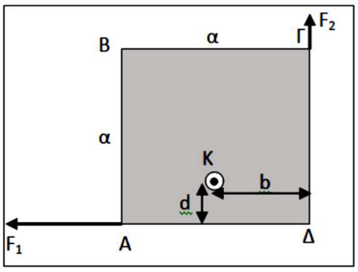
$\vec{υ}_A = \vec{υ}_{cm} + \vec{υ}_{γρ(A)} \rightarrow υ_A = υ_{cm} + υ_{γρ(A)} \rightarrow υ_A = υ_{cm} + ω\, R = υ_{cm} + υ_{cm} \rightarrow \mathbf{υ_A = 2υ_{cm}}.$

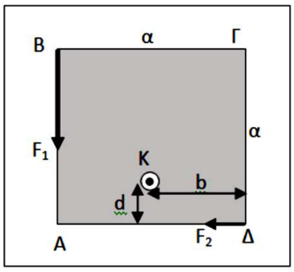
Άρα: $\dfrac{\mathbf{υ_Γ}}{\mathbf{υ_A}} = \dfrac{\mathbf{\sqrt{5}}}{\mathbf{4}}$

Β2. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Η πλάκα ισορροπεί, άρα στη $1^η$ περίπτωση θα ισχύει:

$Στ_{(K)} = 0 \rightarrow F_2\, b - F_1\, d = 0 \rightarrow F_2\, b = 3F_2\, d \rightarrow b = 3d$ (1)





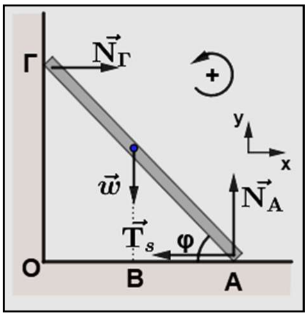
Για την ισορροπία της πλάκας στην $2^η$ περίπτωση θα ισχύει:

$Στ_{(K)} = 0 \rightarrow F_1\,(α - b) - F_2\, d = 0 \rightarrow 3F_2\,(α - b) = F_2\, d \rightarrow$

$3α - 3b = d \xrightarrow{(1)} 3α - 9d = d \rightarrow 3α = 10d \rightarrow \mathbf{d = \dfrac{3α}{10}}.$

Β3. Σωστή απάντηση είναι η (ii).

Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που δέχεται η σκάλα. Αυτές είναι το βάρος $\vec{w}$, η κάθετη αντίδραση από τον τοίχο $\vec{N}_Γ$, η κάθετη αντίδραση από το οριζόντιο επίπεδο $\vec{N}_A$ και η στατική τριβή $\vec{T}_s$. Η σκάλα ισορροπεί άρα:



$Σ\vec{τ}_{(A)} = \vec{0} \rightarrow -N_Γ\,(ΟΓ) + w(AB) = 0 \rightarrow$

$w\,\dfrac{L}{2}συνφ = N_Γ\, L\, ημφ \rightarrow w = 2N_Γ \dfrac{ημφ}{συνφ} \rightarrow w = 2N_Γ\, εφφ$ (1)

$Σ\vec{F}_x = \vec{0} \rightarrow N_Γ = T_s$ (2)

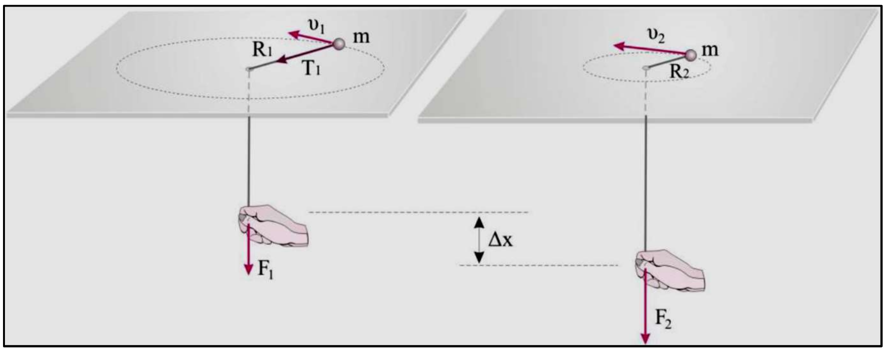
$Σ\vec{F}_y = \vec{0} \rightarrow N_A = w$ (3)

Ισχύει $T_s \le T_{s(max)} \rightarrow T_s \le \mu N_A \xrightarrow[(3)]{(2)} N_\Gamma \le \mu w \xrightarrow{(1)} N_\Gamma \le \mu 2N_\Gamma$ εφφ $\rightarrow$

εφφ $\ge \frac{1}{2\mu} \rightarrow$ **εφφ$_{(min)}$ = $\frac{1}{2\mu}$**.

Θέμα Γ

Γ1) Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο για την κυκλική κίνηση του σφαιριδίου υπολογίζουμε το μέτρο της δύναμης T_1 που δέχεται από το νήμα:



$$\Sigma F_R = F_\kappa \rightarrow T_1 = F_\kappa = m\frac{\upsilon_1^2}{R_1} = m\omega_1^2 R_1 \rightarrow \mathbf{T_1 = F_\kappa = 2\ N}.$$

Γ2) Το μέτρο της στροφορμής δίνεται από τη σχέση:

$$L_1 = m\upsilon_1 R_1 = m\omega_1 R_1^2 \rightarrow \mathbf{L_1 = 0{,}5\ Kg\ m^2/s}.$$

Γ3) Η ενέργεια που προσέφερε ο πειραματιστής, καθώς κατέβαζε το νήμα με το χέρι του, ισούται με το έργο της δύναμης F. Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας, για την κίνηση του σφαιριδίου από την αρχική στην τελική κατάσταση, οπότε έχουμε:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_F \rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 = W_F \rightarrow \upsilon_2^2 = 2W_F + \upsilon_1^2 \xrightarrow{\upsilon_1 = \omega_1 R = 2\ 0{,}5 = 1\ m/s}$$

$$\upsilon_2^2 = 15 + 1 = 16 \rightarrow \mathbf{\upsilon_2 = 4\ m/s}.$$

Γ4) Όταν ο πειραματιστής μειώνει την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς, ο φορέας της δύναμης που ασκεί στο σφαιρίδιο διέρχεται από τον άξονα περιστροφής του, οπότε στο σφαιρίδιο δεν ασκείται εξωτερική ροπή με αποτέλεσμα η στροφορμή του να διατηρείται σταθερή.

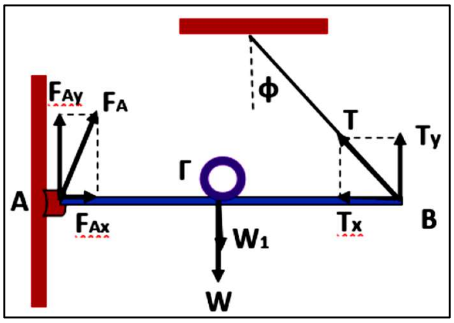
$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} \rightarrow m\upsilon_1 R_1 = m\upsilon_2 R_2 \rightarrow m\upsilon_1 R_1 = m\upsilon_2 R_2 \rightarrow 0{,}5 = 4R_2 \rightarrow \mathbf{R_2 = 0{,}125\ m}.$$

Άρα η κατακόρυφη μετατόπιση του χεριού του πειραματιστή είναι:

$$\mathbf{\Delta x = R_1 - R_2 = 0{,}5 - 0{,}125 = 0{,}375\ m}$$

Θέμα Δ

Δ1) Τοποθετούμε την στεφάνη μάζας m_1 ακίνητη στο σημείο Γ έτσι ώστε η ράβδος να ισορροπεί. Για την ισορροπία της ράβδου ισχύει:



$$\Sigma \vec{\tau}_{(A)} = 0 \rightarrow mg\,\frac{L}{2} + m_1 g\,\frac{L}{2} - T\sigma\upsilon\nu\varphi\, L = 0 \rightarrow$$

$4{,}5 + 0{,}5 = 0{,}5\ T \ \rightarrow$ **T = 10N.**

Δ2) Έστω d η απόσταση από το Β, στην οποία αν μετακινήσουμε την στεφάνη, οριακά δεν θα σπάσει το νήμα.

Για την νέα οριακή ισορροπία και πάλι ως προς το σημείο Α, θα είναι:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(A)} = 0 \rightarrow mg\,\frac{L}{2} + m_1 g\,(L - d) - T_{\theta\rho}\,\sigma\upsilon\nu\varphi\, L = 0 \rightarrow 4{,}5 + 1 - d - 5{,}25 = 0 \rightarrow$$

$4{,}5 + 1 - d - 5{,}25 = 0 \rightarrow$ **d = 0,25 m.**

Άρα η στεφάνη μπορεί να πλησιάσει σε απόσταση d = 25cm από το σημείο Β χωρίς να σπάσει το νήμα.

Δ3) Για την ζητούμενη γραφική παράσταση της μεταβολής της τάσης του νήματος ως προς την απόσταση του σώματος m_1 από το σημείο Γ, πρέπει να προσδιορίσουμε την συνάρτηση $T = f(x)$. Για μια τυχαία θέση x του σώματος m_1 μεταξύ των θέσεων Γ ($x = 0$) και θραύσης του νήματος ($x = 0{,}25$ cm), ισχύει:

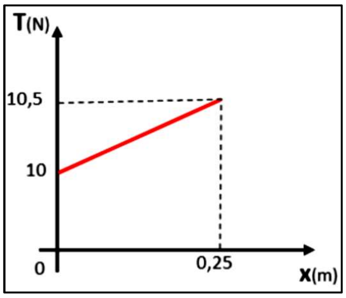
$$\Sigma \vec{\tau}_{(A)} = 0 \rightarrow mg\,\frac{L}{2} + m_1 g\left(\frac{L}{2} + x\right) - T\,\sigma\upsilon\nu\varphi\, L = 0 \rightarrow 4{,}5 + 0{,}5 + x - 0{,}5\,T = 0 \rightarrow$$

$0{,}5T = 5 + x \rightarrow$ **T = 10 + 2x (0 ≤ x ≤ 0,25m) (SI).**

Για $x = 0$: $T = 10$ N

Για $x = 0{,}25$ m: $T = 10{,}5$ N

Άρα η γραφική παράσταση θα είναι:



Δ4) Ο αριθμός των περιστροφών που εκτέλεσε η στεφάνη είναι: $N = \dfrac{\theta_{o\lambda}}{2\pi}$ (1)

όπου $\theta_{o\lambda}$ η γωνία στροφής μέχρι να ακινητοποιηθεί.

Αλλά: $\theta_{o\lambda} = \omega_0\,\Delta t - \dfrac{1}{2}\,\alpha_{\gamma\omega\nu}\,\Delta t^2$ (2)

Για την αρχική ταχύτητα ω_0, ισχύει: $\omega = \omega_0 - \alpha_{\gamma\omega\nu}\,\Delta t \rightarrow 0 = \omega_0 - \frac{a_{cm}}{R}\,\Delta t \rightarrow$

$\omega_0 = 2{,}5$ rad/s   (3)

Η (2) λόγω της (3), γίνεται:

$\theta_{o\lambda} = \omega_0\,\Delta t - \frac{1}{2}\,\alpha_{\gamma\omega\nu}\,\Delta t^2 \rightarrow \theta_{o\lambda} = 2{,}5\ \text{rad/s}\ 1\text{s} - \frac{1}{2}\ 2{,}5\ \text{rad/s}^2\ 1\text{s}^2 \rightarrow$

$\theta_{o\lambda} = 1{,}25$ rad

και αντικαθιστώντας στην (1): $N = \frac{\theta_{o\lambda}}{2\pi} = \frac{1{,}25}{2\pi} \rightarrow$ **$N = \frac{0{,}625}{\pi}$ περιστροφές.**