ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ 2019 ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

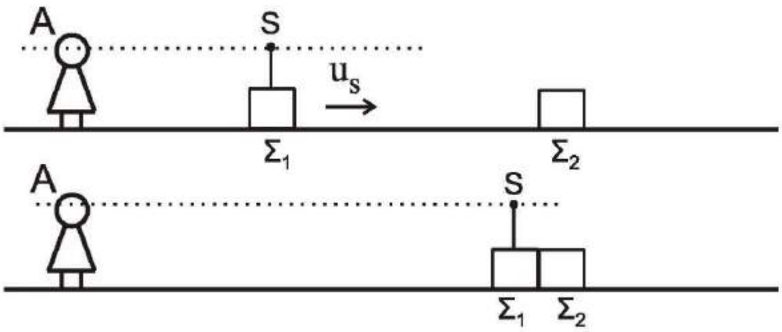
Α1. β **Α2.** γ **Α3.** α **Α4.** γ

Α5. α) Λάθος **β)** Σωστό **γ)** Λάθος **δ)** Σωστό **ε)** Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση η **(ii)**

Αιτιολόγηση:



Ισχύει $f_1 = \frac{\upsilon_{HX}}{\upsilon_{HX}+\upsilon_S}$ (1)

Από Α.Δ.Ο. προκύπτει ότι:

$$\vec{P}_{ολ_{αρχ}} = \vec{P}_{ολ_{τελ}} \rightarrow m_1 \cdot \upsilon_S = (m_1 + m_2) \cdot \upsilon_S' \xrightarrow{m_1 = m_2} \upsilon_S' = \frac{\upsilon_S}{2}$$

Οπότε

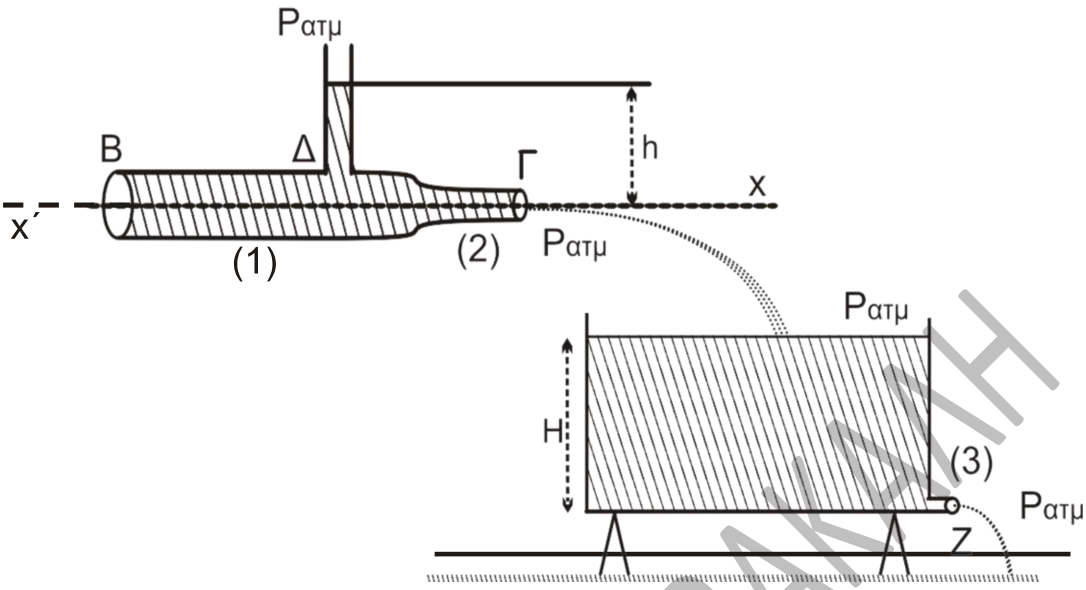
$$f_2 = \frac{\upsilon_{HX}}{\upsilon_{HX} + \frac{\upsilon_S}{2}} \ (2)$$

Από (1) και (2) :

$$\frac{\boldsymbol{f_1}}{\boldsymbol{f_2}} = \frac{\upsilon_{HX} + \frac{\upsilon_S}{2}}{\upsilon_{HX} + \upsilon_S} = \frac{\upsilon_{HX} + \frac{\upsilon_{HX}}{40}}{\upsilon_{HX} + \frac{\upsilon_{HX}}{20}} = \frac{\frac{41}{40}}{\frac{42}{40}} = \frac{\mathbf{41}}{\mathbf{42}}$$

Β2. Σωστή απάντηση η **(iii)**

Αιτιολόγηση:



Σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας στο σωλήνα ΒΓ ισχύει

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$2A_2 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_1 = \frac{v_2}{2} \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε Bernoulli στο σωλήνα ΒΓ κατά μήκος της ρευματικής γραμμής από τη θέση Δ στη θέση Γ

$$p_\Delta + \frac{1}{2}\rho v_\Delta^2 + \rho g y_\Delta = p_\Gamma + \frac{1}{2}\rho v_\Gamma^2 + \rho g y_\Gamma$$

$$p_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\rho g h = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 = \rho\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \xrightarrow{(1)}$$

$$h = \frac{4v_1^2 - v_1^2}{2g} = \frac{3v_1^2}{2g} \quad (2)$$

Εφαρμόζουμε Bernoulli στο δοχείο από την ακίνητη επιφάνεια του υγρού μέχρι τη θέση Z

$$p_{atm} + \rho g H = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_3^2$$

$$H = \frac{v_3^2}{2g} \quad (3)$$

όμως αφού η στάθμη έχει σταθεροποιηθεί, η παροχή του εισερχόμενου ρευστού ισούται με την παροχή του εξερχόμενου.

$$\Pi_2 = \Pi_3$$

$$A_2 \upsilon_2 = A_3 \upsilon_3$$

$$2A_3 \cdot 2\upsilon_1 = A_3 \upsilon_3$$

$$\upsilon_3 = 4\upsilon_1 \ (4)$$

Η σχέση $(3) \xrightarrow{(4)}$

$$H = \frac{16 \cdot \upsilon_1^2}{2g} \ (5)$$

Διαιρώντας τις (4) και (5) έχουμε

$$\frac{h}{H} = \frac{\frac{3\upsilon_1^2}{2g}}{\frac{16 \cdot \upsilon_1^2}{2g}} \rightarrow \boldsymbol{\frac{h}{H} = \frac{3}{16}}$$

Β3. Σωστή απάντηση η **(ii)**

<u>Αιτιολόγηση:</u>

Η ράβδος είναι σε οριζόντιο επίπεδο (δηλαδή επάνω σε τραπέζι).

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για τη ράβδο από τη θέση Α στη θέση Δ.

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = \Sigma W_F \rightarrow \frac{1}{2} I_\rho \cdot \omega_\Delta^2 - 0 = \tau_F \cdot \Delta\theta \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} M L^2 \cdot \omega_\Delta^2 = F \cdot L \cdot \frac{\pi}{2}$$

όπου με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει

$$\omega_\Delta = 3\pi \ \frac{rad}{s}$$

Εφαρμόζουμε ΑΔΣ για την πλαστική κρούση

$$\vec{L}_{\alpha\rho\chi} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} \rightarrow I_\rho \cdot \omega_\Delta = \left(I_\rho + m \cdot L^2\right) \cdot \omega'_\Delta$$

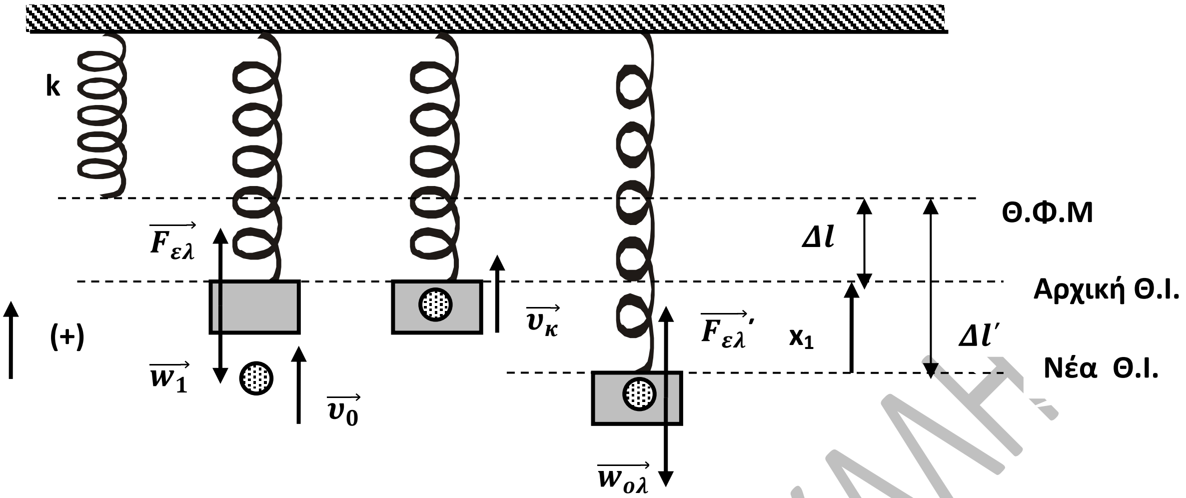
όπου με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει

$$\omega'_\Delta = \frac{3\pi}{2} \ \frac{rad}{s}$$

το συσσωμάτωμα εκτελεί ομαλή στροφική κίνηση, οπότε ο χρόνος που χρειάζεται για να περιστραφεί κατά 90^o είναι

$$\omega'_\Delta = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\pi/2}{3\pi/2} \rightarrow \boldsymbol{\Delta t = \frac{1}{3}\ s}$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. Στην αρχική Θ.Ι.:

$$\overrightarrow{\Sigma F}=\vec{0}\rightarrow\overrightarrow{F_{\varepsilon\lambda}}+\overrightarrow{w_1}=\vec{0}\rightarrow k\Delta l=m_1 g\rightarrow \boldsymbol{k=200\ N/m}$$

Στη νέα Θ.Ι. :

$$\overrightarrow{\Sigma F}=\vec{0}\rightarrow\overrightarrow{F_{\varepsilon\lambda}}+\overrightarrow{w_{o\lambda}}=\vec{0}\rightarrow k\Delta l'=(m_1+m_2)g\rightarrow \Delta l'=0{,}1m$$

Όμως, το συσσωμάτωμα φτάνει μέχρι τη Θ.Φ.Μ., άρα:

$$\boldsymbol{A=\Delta l'=0,1\ m}$$

Γ2. Για την ταλάντωση του συσσωματώματος είναι:

$$x_1=\Delta l'-\Delta l=0{,}05\ m$$

και από την Α.Δ.Ε.Τ.:

$$E_\tau=K+U\rightarrow\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}(m_1+m_2)\upsilon_\kappa^2+\frac{1}{2}kx_1^2\rightarrow|\vec{\upsilon}_k|=\frac{\sqrt{3}}{2}m/s$$

Από την Α.Δ.Ο. για την κρούση:

$$\vec{p}_{o\lambda(\alpha\rho\chi)}=\vec{p}_{o\lambda(\tau\varepsilon\lambda)}\rightarrow m_2|\vec{\upsilon}_0|=(m_1+m_2)|\vec{\upsilon}_k|\rightarrow|\vec{\upsilon}_0|=\sqrt{3}\ m/s$$

Επομένως:

$$K_2=\frac{1}{2}m_2\upsilon_0^2\ \rightarrow\ \boldsymbol{K_2=1,5\ J}$$

Γ3.

$$\Delta\vec{p}_2=\overrightarrow{p_2}_{\tau\varepsilon\lambda}-\overrightarrow{p_2}_{\alpha\rho\chi}\ \rightarrow\ \Delta p_2=m_2\upsilon_k-m_2\upsilon_0=-\frac{\sqrt{3}}{2}kg\frac{m}{s}$$

Άρα, σε μέτρο :

$$\boldsymbol{|\Delta\vec{p}_2|=\frac{\sqrt{3}}{2}kg\frac{m}{s}}$$

και με κατεύθυνση αντίθετη της αρχικής ταχύτητας του Σ_2, δηλαδή προς τα κάτω.

Γ4. Είναι:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_1}} = 10\, rad/s$$

Για $t_0 = 0$ είναι $x = +0{,}05\, m$ με $\upsilon_\kappa > 0$, άρα:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \rightarrow 0{,}05 = 0{,}1 \cdot \eta\mu\varphi_0 \rightarrow \ \eta\mu\varphi_0 = \frac{1}{2} = \eta\mu\frac{\pi}{6}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \varphi_0 = 2\kappa\pi + \dfrac{\pi}{6} \\ \varphi_0 = 2\kappa\pi + \dfrac{5\pi}{6} \end{cases} \xrightarrow{0 \le \varphi_0 < 2\pi} \begin{cases} \varphi_0 = \dfrac{\pi}{6} rad \\ \varphi_0 = \dfrac{5\pi}{6} rad \end{cases}$$

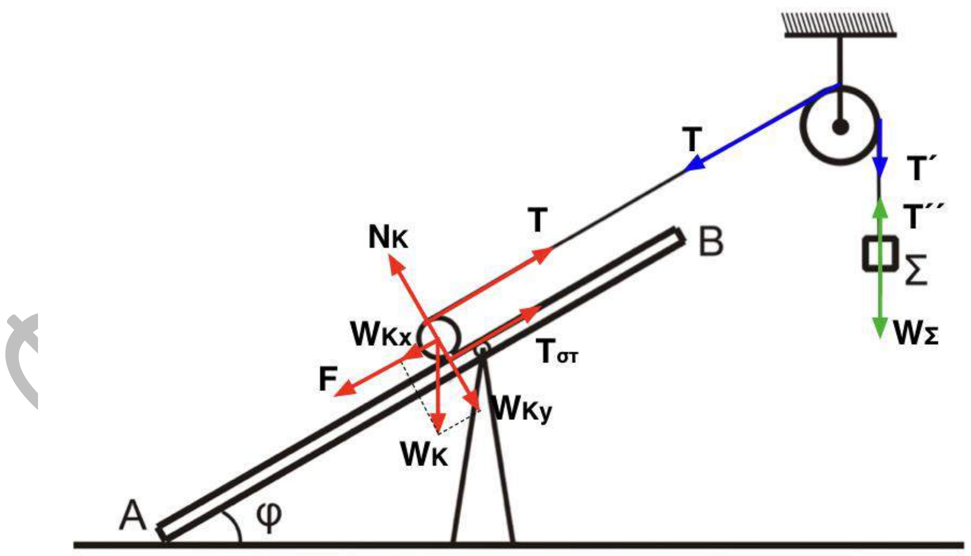
Για $t_0 = 0$ είναι:

$$\upsilon_\kappa > 0 \rightarrow \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu\varphi_0 > 0 \rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi_0 > 0, \text{οπότε}\ \varphi_0 = \frac{\pi}{6} rad$$

Άρα:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \ \rightarrow \ \boldsymbol{x = 0{,}1\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{6}\right)\ (S.I.)}$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Από τη ισορροπία του σώματος Σ έχουμε:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow T'' = W_\Sigma = m_\Sigma g = 20N$$

Ισχύει πως $T' = T'' = 20\, N$.

Από την ισορροπία της τροχαλίας έχουμε

$$\Sigma\tau = 0 \rightarrow T'R_T - TR_T = 0 \rightarrow T = T' = 20N$$

Από τη ισορροπία του κυλίνδρου έχουμε:

$$\Sigma\tau = 0 \rightarrow TR_K = T_{\sigma\tau}R_K \rightarrow T = T_{\sigma\tau} = 20N$$

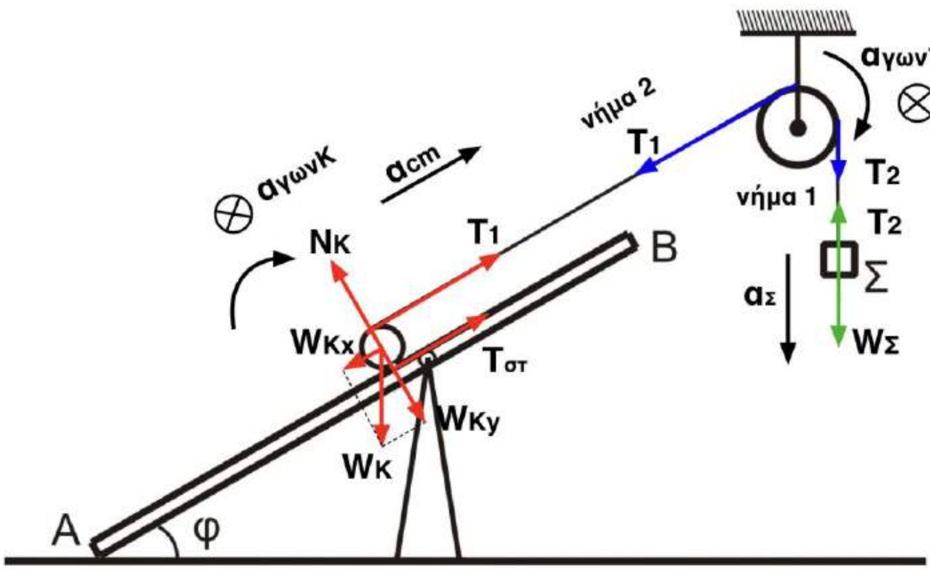
Επίσης:

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow T + T_{\sigma\tau} = F + W_{Kx} \rightarrow 20 + 20 = F + M_K g \cdot \eta\mu\phi$$

όπου με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει

$$\boldsymbol{F = 30\ N}$$

Δ2.



Για τη μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου έχουμε:

$$T_1 + T_{\sigma\tau} - M_K g\eta\mu\phi = M_K \cdot a_{cm}\ (1)$$

Από τη κύλιση χωρίς ολίσθηση του κυλίνδρου έχουμε:

$$a_{cm} = a_{\gamma\omega\nu K} \cdot R_K\ (2)$$

Για τη στροφική κίνηση του κυλίνδρου έχουμε:

$$\Sigma\tau = I_K \cdot a_{\gamma\omega\nu K} \rightarrow T_1 \cdot R_K - T_{\sigma\tau} \cdot R_K = \frac{1}{2}M_K R_K^2 \cdot a_{\gamma\omega\nu K} \overset{(2)}{\rightarrow} T_1 - T_{\sigma\tau} = \frac{1}{2}M_K a_{cm}\ (3)$$

Προσθέτουμε κατά μέλη (1) και (3) οπότε έχουμε:

$$2T_1 - M_K g\eta\mu\phi = \frac{3}{2}M_K a_{cm} \ (4)$$

Για τη στροφική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\Sigma\tau = I_T \cdot a_{\gamma\omega\nu T} \rightarrow T_2 \cdot R_T - T_1 \cdot R_T = \frac{1}{2}M_T \cdot R_T^2 \cdot a_{\gamma\omega\nu T}$$

Το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας οπότε:

$$a_{\gamma\omega\nu T} \cdot R_T = a_{\varepsilon T} = a_\Sigma$$

Έτσι

$$T_2 - T_1 = \frac{1}{2}M_T a_\Sigma \ (5)$$

Για τη μεταφορική κίνηση του Σ έχουμε:

$$\Sigma F = m \cdot a_\Sigma \rightarrow m_\Sigma g - T_2 = m_\Sigma . a_\Sigma \ (6)$$

Ισχύει ακόμα πώς:

$$a_\Sigma = a_{\nu\eta\mu 1} = a_{\varepsilon T} = a_{\gamma\omega\nu T}R$$
$$a_Z = 2a_{cm} = a_{\nu\eta\mu 2} = a_{\varepsilon T} = a_{\gamma\omega\nu T}R$$

οπότε:

$$a_Z = a_\Sigma \rightarrow 2a_{cm} = a_\Sigma \ (7)$$

Προσθέτουμε κατα μέλη (5) και (6) οπότε:

$$m_\Sigma g - T_1 = \left(\frac{M_T}{2} + m_\Sigma\right)a_\Sigma \overset{(7)}{\rightarrow} m_\Sigma g - T_1 = \left(\frac{M_T}{2} + m_\Sigma\right)2a_{cm}$$

ή

$$2m_\Sigma g - 2T_1 = (M_T + 2m_\Sigma)2a_{cm} \ (8)$$

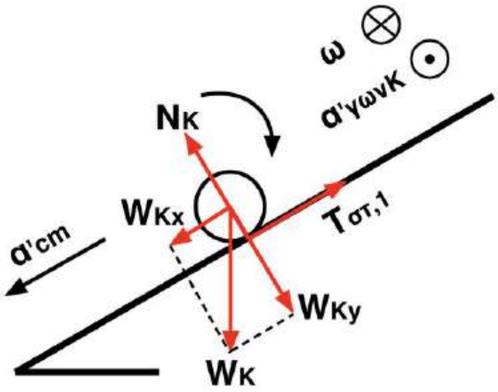
Προσθέτουμε κατά μέλη (8) και (4) και έχουμε:

$$2m_\Sigma g - M_K g\eta\mu\phi = \frac{3}{2}M_K a_{cm} + 2(M_T + 2m_\Sigma)a_{cm} \rightarrow$$
$$40 - 20 \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot a_{cm} + 2 \cdot (2 + 2 \cdot 2) \cdot a_{cm} \rightarrow$$
$$30 = 3a_{cm} + 12 \cdot a_{cm} \rightarrow 30 = 15a_{cm} \rightarrow$$
$$\rightarrow a_{cm} = 2\, m/s^2$$

Από (7)

$$\boldsymbol{a_\Sigma = 2a_{cm} = 4\, m/s^2}$$

Δ3. Μέχρι να κοπεί το νήμα το κέντρο μάζας του κυλίνδρου εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα.



Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 ισχύει για το σώμα ότι:

$$u_{cm,1} = a_{cm} t_1 = 2 \cdot 0{,}5 = 1\, m/s$$

και

$$x_{cm,1} = \frac{1}{2} a_{cm} t_1^2 = 0{,}25m$$

Μετά το κόψιμο του νήματος το κέντρο μάζας του κυλίνδρου εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα

$$u_{cm,1} = 1\, m/s.$$

Για την μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου έχουμε:

$$\Sigma F = M_K a_{cm} \to M_K g\eta\mu\phi - T_{\sigma\tau,1} = M_K a'_{cm} \ (9)$$

Για τη στροφική κίνηση του κυλίνδρου έχουμε:

$$\Sigma\tau = I_K \cdot a'_{\gamma\omega\nu K} \to T_{\sigma\tau,1} \cdot R_K = \frac{1}{2} M_K \cdot R_K^2 \cdot a'_{\gamma\omega\nu,K}$$

Λόγω κύλισης χωρίς ολίσθησης έχουμε ότι:

$$a'_{cm} = a'_{\gamma\omega\nu,K} R_K$$

οπότε ισχύει πως:

$$T_{\sigma\tau,1} = \frac{1}{2} M_K \cdot R_K \cdot a'_{cm} \ \ (10)$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις (9) + (10) έχουμε:

$$M_K g\eta\mu\phi = \frac{3}{2} M_K a'_{cm} \ \ \to \ \ a'_{cm} = \frac{2g\frac{1}{2}}{3} \to \ \ a'_{cm} = \frac{10}{3} m/s^2$$

Για την επιβραδυνόμενη κίνηση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχουμε:

$$u_{cm} = u_{cm,1} - a'_{cm}\Delta t \ \ \to \ \ 0 = 1 - \frac{10}{3}\Delta t \ \ \to \ \ \Delta t = 0{,}3s$$

οπότε

$$\Delta t = t_2 - t_1 \ \ \to \ \ t_2 = t_1 + \Delta t \ \ \to \ \ \boldsymbol{t_2 = 0{,}8s}$$

Δ4. Έχοντας διανύσει επιπλέον ο κύλινδρος απόσταση

$$\Delta x = \upsilon_{cm} \cdot \Delta t - \frac{1}{2} a'_{cm} \cdot \Delta t^2 \ \rightarrow \ \Delta x = 1 \cdot 0{,}3 - \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{3} \cdot 0{,}09 \ \rightarrow \ \Delta x = 0{,}15\, m$$

Συνολικά ο κύλινδρος διένυσε απόσταση

$$S_{o\lambda} = x_{cm,1} + \Delta x = 0{,}25 + 0{,}15 \ \rightarrow \ \boldsymbol{S_{o\lambda} = 0,4\, m}$$

Δ5. 1ος τρόπος

Έστω οτι στο σημείο Δ έχουμε την οριακή ανατροπή της σανίδας, δηλαδή $(N_A = 0)$. Από ισορροπία ροπών έχουμε :

$$\Sigma \vec{\tau}_\Gamma = \vec{0} \ \rightarrow \ \vec{\tau}_{N_A} + \vec{\tau}_{W_{\sigma\alpha\nu}} + \vec{\tau}_{F_\Gamma} + \vec{\tau}_{N_K} = \vec{0} \ \rightarrow$$

$$0 + Mg \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot (O\Gamma) + 0 - M_K g \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot x = 0 \ \rightarrow$$

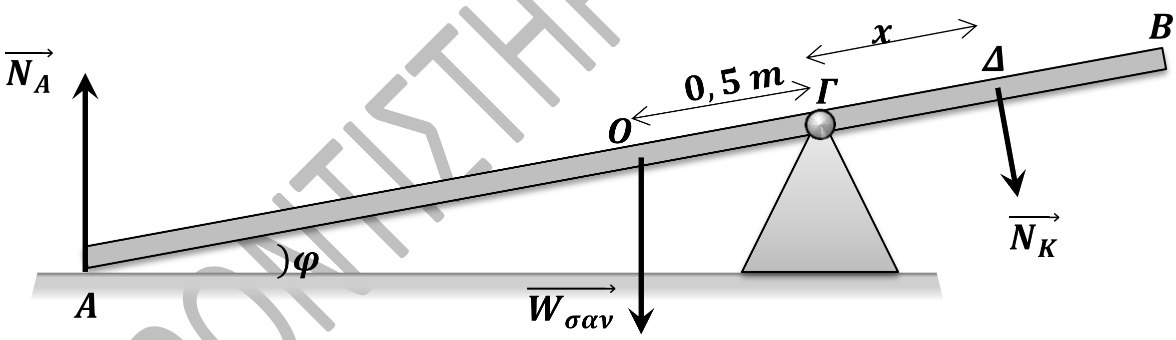
$$x = \frac{M \cdot (O\Gamma)}{M_K} = \frac{2 \cdot 0{,}5}{2} = 0{,}5\, m$$

Όμως ο κύλινδρος μετατοπίστηκε κατά

$$\Delta S = S_{o\lambda} - 0{,}2 = 0{,}2\, m$$

πάνω από το σημείο άρθρωσης Γ, **οπότε η σανίδα δεν ανατρέπεται αφού**

$$\boldsymbol{\Delta S < x}$$



2ος τρόπος

Ο κύλινδρος μετατοπίστηκε κατά

$$\Delta S = S_{o\lambda} - 0{,}2 = 0{,}2\, m$$

πάνω από το σημείο άρθρωσης Γ, θα υπολογίσουμε για τη θέση αυτή τη δύναμη N_A, αν $N_A > 0$ τότε η σανίδα δεν ανατρέπεται. Από ισορροπία ροπών έχουμε :

$$\Sigma \vec{\tau}_\Gamma = \vec{0} \ \rightarrow \ \vec{\tau}_{N_A} + \vec{\tau}_{W_{\sigma\alpha\nu}} + \vec{\tau}_{F_\Gamma} + \vec{\tau}_{N_K} = \vec{0} \ \rightarrow$$

$$-N_A \cdot (A\Gamma)\sigma\upsilon\nu\varphi + Mg \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot (O\Gamma) + 0 - M_K g \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot \Delta S = 0 \ \rightarrow$$

$$-N_A \cdot 2{,}5 + 20 \cdot 0{,}5 - 20 \cdot 0{,}2 = 0 \ \rightarrow$$

$$\boldsymbol{N_A = 2,4\, N > 0}$$