ΜΑΘΗΜΑ	ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΛΥΣΕΙΣ
ΤΑΞΗ	Γ′ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΕΞΕΤΑΣΤΕΑ ΥΛΗ:	ΚΡΟΥΣΕΙΣ, ΣΤΕΡΕΟ, ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ, ΚΥΜΑΤΑ, ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΘΕΜΑ Α

Α.1. β **Α.2.** γ **Α.3.** δ **Α.4.** α **Α.5.** α. **Λ**, β. **Λ**, γ. **Λ**, δ. **Σ**, ε. **Λ**

ΘΕΜΑ Β

Β.1. α

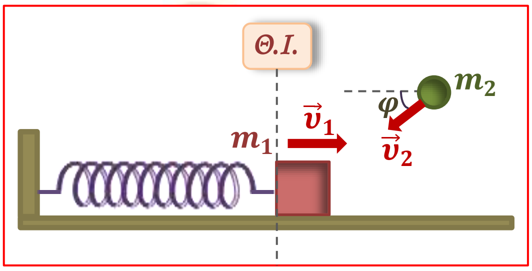
Ίδιο μέσο διάδοσης: $\upsilon'_\delta = \upsilon_\delta \Rightarrow \lambda' \cdot f' = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda' \cdot 3f = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda' = \dfrac{\lambda}{3}$ (1)

Επειδή στο $x = 0$ υπάρχει κοιλία (αριστερό άκρο χορδής) και στο $x = d$ (δεξιό άκρο χορδής) υπάρχει πάλι κοιλία, η σχέση $x = \kappa \cdot \lambda/2$ που δίνει τις θέσεις των κοιλιών σε στάσιμο κύμα δίνει και το μήκος d της χορδής. Επίσης, η ακέραια σταθερά κ ταυτίζεται με τον αριθμό N_δ των δεσμών, που σχηματίζονται πάνω στη χορδή.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Αρχικά: } d = N_\delta \dfrac{\lambda}{2} \\ \text{Τελικά: } d = N'_\delta \dfrac{\lambda'}{2}\end{array}\right\} \Rightarrow N_\delta \frac{\lambda}{2} = N'_\delta \frac{\lambda'}{2} \overset{(1)}{\Rightarrow} N_\delta = \frac{N'_\delta}{3} \Rightarrow N_\delta = \frac{N_\delta + 2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3N_\delta = N_\delta + 2 \Rightarrow 2N_\delta = 2 \Rightarrow N_\delta = 1. \text{ Επομένως: } N'_\delta = N_\delta + 2 \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{N'_\delta = 3}}$$

Β.2. β



$\underline{\text{Α.Δ.Ο.}\,(x'x)}$: $\vec{p}^{\,(\alpha\rho\chi)}_{o\lambda_{x'x}} = \vec{p}^{\,(\tau\varepsilon\lambda)}_{o\lambda_{x'x}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow m_1 \upsilon_1 - m_2 \upsilon_{2_x} = (m_1 + m_2) V_\kappa \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 \upsilon_1 - 3m_1 \upsilon_2 \sigma\upsilon\nu\varphi = 4m_1 V_\kappa \Rightarrow$$

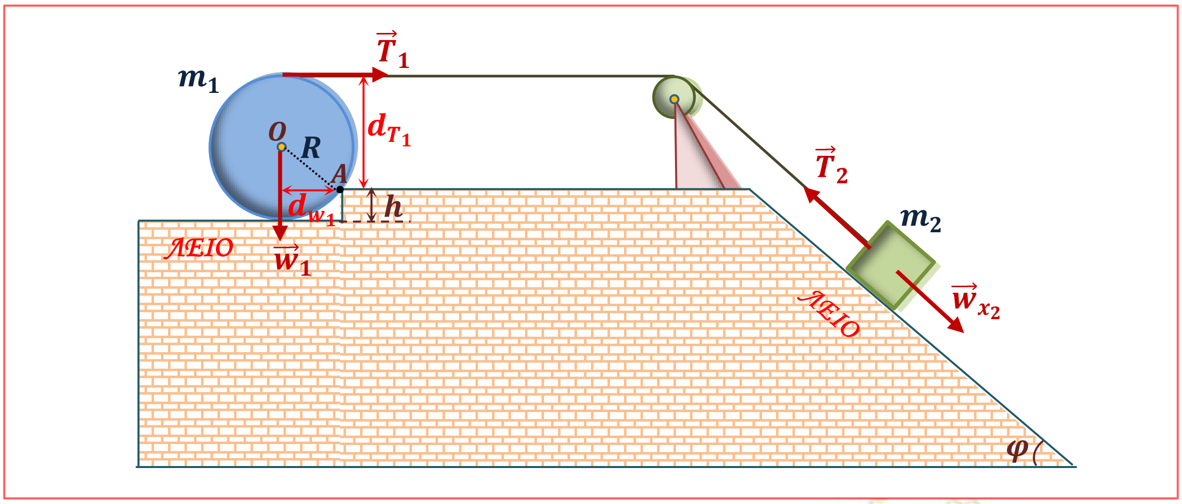
$$\Rightarrow \upsilon_1 - 3\frac{\upsilon_1}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = 4V_\kappa \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\upsilon_1 = 4V_\kappa \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\upsilon_{max} = 4\upsilon'_{max} \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\omega A = 4\omega' A' \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\omega A = 4\omega' \frac{A}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\omega = \omega' \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right)\sqrt{\frac{k}{m_1}} = \sqrt{\frac{k}{4m_1}} \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{1}{3}}}$$

Β.3. α



Ισορροπία μεταφοράς m_2: $\Sigma F_{x_2} = 0 \Rightarrow T_2 = w_{x_2} \Rightarrow T_2 = m_2 g\eta\mu\varphi \Rightarrow T_2 = \dfrac{m_2 g}{2}$ (1)

Αβαρές νήμα και αβαρής τροχαλία: $T_1 = T_2 \overset{(1)}{\Rightarrow} T_1 = \dfrac{m_2 g}{2}$ (2)

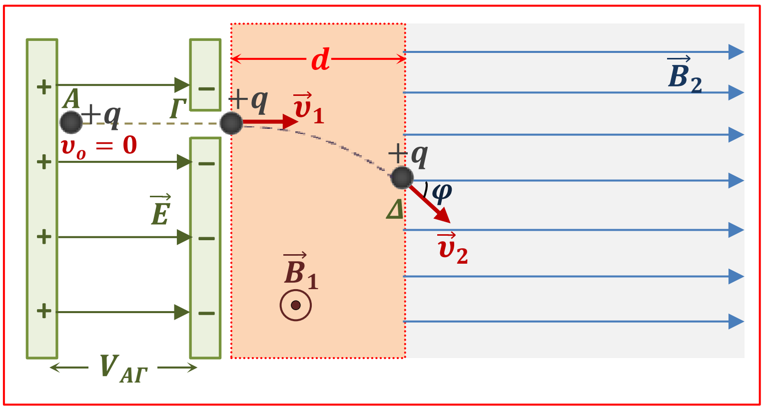
Για να μην ανεβαίνει το σκαλοπάτι, πρέπει: $\left|\tau_{T_1}^{(A)}\right| \leq \left|\tau_{w_1}^{(A)}\right| \Rightarrow T_1 \cdot d_{T_1} \leq w_1 \cdot d_{w_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_1 \cdot (2R - h) \leq w_1 \cdot \sqrt{R^2 - (R-h)^2} \xRightarrow{(h=R/2)} T_1 \cdot \frac{3R}{2} \leq w_1 \cdot \sqrt{R^2 - \frac{R^2}{4}} \Rightarrow$$

$$\overset{(2)}{\Rightarrow} \frac{m_2 g}{2} \cdot \frac{3R}{2} \leq m_1 g \cdot \frac{\sqrt{3}R}{2} \Rightarrow \frac{3m_2}{2} \leq \sqrt{3}\, m_1 \Rightarrow \boxed{\frac{m_1}{m_2} \geq \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1.



Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση στο Ο.Η.Π.:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{F_{\eta\lambda}}^{(A\to\Gamma)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 - 0 = q \cdot V_{A\Gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2 = 2\frac{q \cdot V_{A\Gamma}}{m} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2\frac{q \cdot V_{A\Gamma}}{m}} \Rightarrow$$

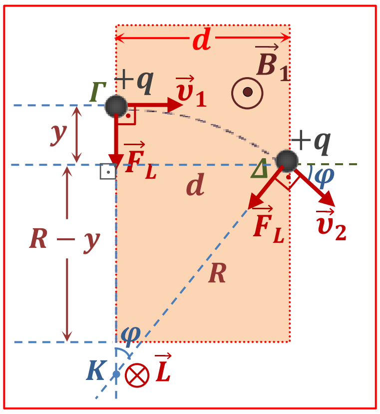
$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{2\frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-11}}}\ m/s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{4 \cdot 10^8}\ m/s \Rightarrow \boxed{v_1 = 2 \cdot 10^4\ m/s}$$

Μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο το φορτίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση (αφού $\vec{F}_L \perp \vec{v}$), επομένως το μέτρο της γραμμικής του ταχύτητας παραμένει σταθερό. Άρα:

$$\boxed{\boldsymbol{v_2 = v_1 = 2 \cdot 10^4\ m/s}}$$

Γ.2.



$$R = \frac{mv_1}{B_1 q} \Rightarrow R = \frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^4}{0{,}25 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}\ m \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{R = 0{,}4\ m}}$$

$$R^2 = d^2 + (R-y)^2 \Rightarrow (R-y)^2 = R^2 - d^2 \xRightarrow{(y<R)}$$

$$\Rightarrow R - y = \sqrt{R^2 - d^2} \Rightarrow y = R - \sqrt{R^2 - d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = \left(0{,}4 - \sqrt{0{,}16 - 0{,}12}\right) m \Rightarrow y = (0{,}4 - 0{,}2)\ m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\boldsymbol{y = 0{,}2\ m}}$$

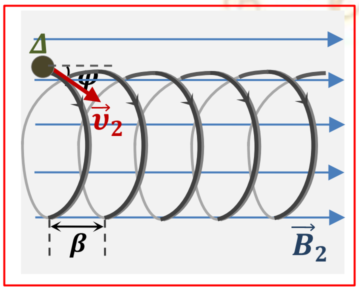
Γ.3. <u>Μεταβολή στροφορμής</u>:

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{L}_{\alpha\rho\chi} \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{|\Delta\vec{L}| = 0}}$$, διότι $L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} = mv_1R$ και η κατεύθυνση είναι σταθερή.

<u>Χρονικό διάστημα παραμονής στο πεδίο</u>:

$$\left.\begin{aligned} &\omega = \frac{\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v_1}{R} = \frac{\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\varphi R}{v_1} \\ &\text{όπου } \sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{R-y}{R} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}\ rad \end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{\frac{\pi}{3} \cdot 0{,}4}{2 \cdot 10^4}\ s \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\Delta t = \frac{2\pi}{3} \cdot 10^{-5}\ s}}$$

Γ.4.



<u>Βήμα έλικας</u>:

$$\left.\begin{aligned} &\beta = v_2 \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot T_2 \\ &\text{όπου } T_2 = \frac{2\pi m}{B_2 q} = \frac{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-11}}{0{,}5\pi \cdot 4 \cdot 10^{-6}}\ s \Rightarrow T_2 = 2 \cdot 10^{-5}\ s \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

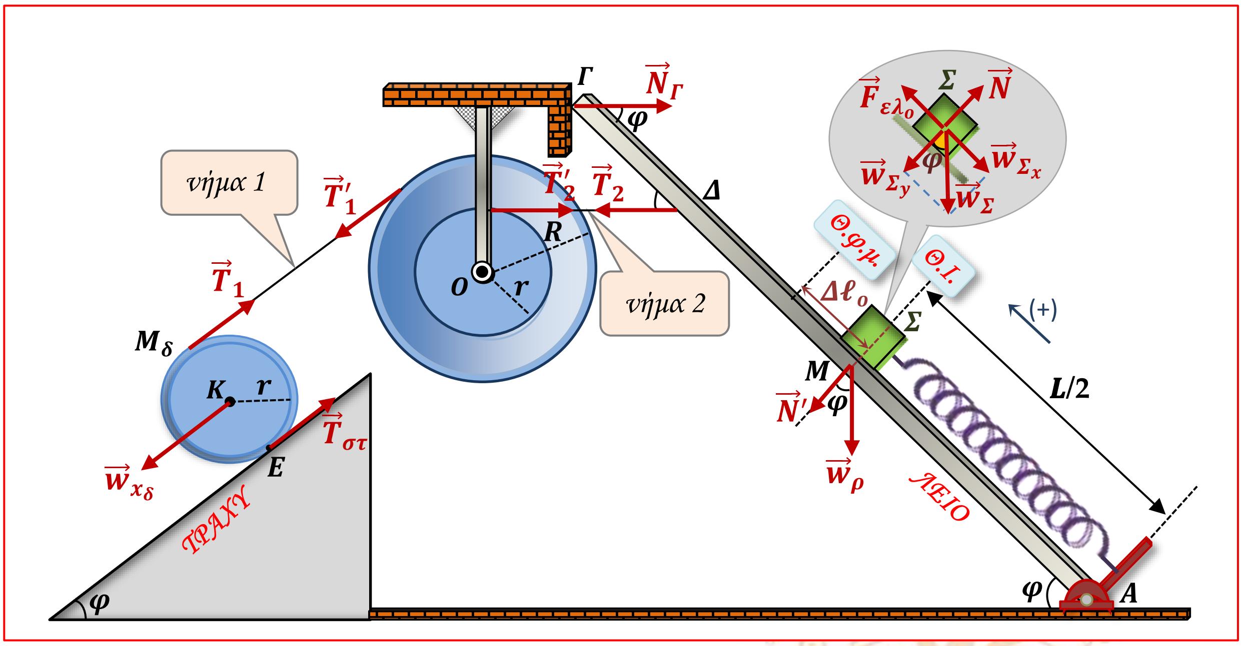
$$\Rightarrow \beta = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5}\ m \Rightarrow \beta = 0{,}2\ m$$

<u>Αριθμός περιστροφών</u>: $N = \dfrac{x}{\beta} \Rightarrow N = \dfrac{1{,}2}{0{,}2}\ \sigma\tau\rho o\varphi\acute{\varepsilon}\varsigma \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{N = 6\ \sigma\tau\rho o\varphi\acute{\varepsilon}\varsigma}}$

<u>Μήκος τροχιάς</u>: $s = v_2 \cdot \Delta t \Rightarrow s = v_2 \cdot \dfrac{x}{v_2 \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi} \Rightarrow s = \dfrac{x}{\sigma\upsilon\nu\varphi} \Rightarrow s = \dfrac{1{,}2}{(1/2)}\ m \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{s = 2{,}4\ m}}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ.1.



Ισορροπία περιστροφής δίσκου, ως προς κέντρο του K:

$$\Sigma\tau^{(K)} = 0 \Rightarrow T_1 \cdot r = T_{\sigma\tau} \cdot r \Rightarrow T_{\sigma\tau} = T_1 \ (1)$$

Ισορροπία μεταφοράς δίσκου, στον άξονα $x'x$:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_1 + T_{\sigma\tau} = w_{x_\delta} \overset{(1)}{\Rightarrow} 2T_1 = M_\delta g\eta\mu\varphi \Rightarrow M_\delta = \frac{2T_1}{g\eta\mu\varphi} \ (2)$$

Ισορροπία περιστροφής διπλής τροχαλίας, ως προς κέντρο της O:

$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow T_1' \cdot R = T_2' \cdot r \xRightarrow{(R=2r)} T_1' = \frac{T_2'}{2} \ (3)$$

Αβαρή και μη εκτατά νήματα: $T_1 = T_1'$ (4) και $T_2 = T_2'$ (5)

$$(3) \xrightarrow{(4),(5)} T_1 = \frac{T_2}{2} \Rightarrow T_1 = 15\ N \ (6)$$

$$(2) \xrightarrow{(6)} M_\delta = \left(\frac{2 \cdot 15}{10 \cdot 0{,}6}\right) kg \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{M_\delta = 5\ kg}}$$

Δ.2.

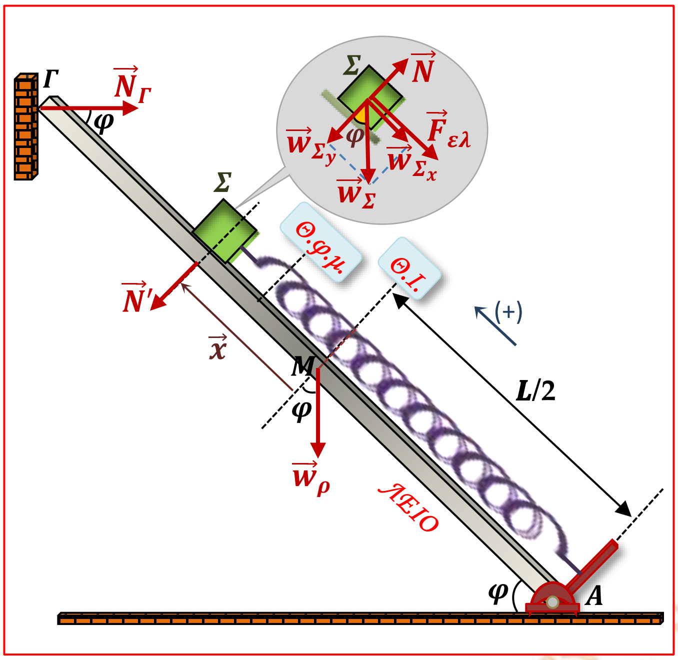
$$t_1 = \frac{3T}{4} \Rightarrow T = \frac{4t_1}{3} \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{4t_1}{3} \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{0{,}6\pi}{3} \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m}{k} = 0{,}01 \Rightarrow k = \frac{m}{0{,}01} \Rightarrow k = \frac{3{,}75}{0{,}01}\ N/m \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{k = 375\ N/m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = 10\frac{rad}{s} \quad \text{και} \quad s = 3A \Rightarrow A = 0{,}2\,m \;\; και \;\; \upsilon_{max} = \omega A \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\upsilon_{max} = 2\,m/s}}$$

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F_x = -DA \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_o) \xrightarrow{(\varphi_o=0)} \boxed{\frac{\boldsymbol{dp}}{\boldsymbol{dt}} = \boldsymbol{-75 \cdot \eta\mu(10t)}}$$

Δ.3.



<u>Ισορροπία σώματος Σ, στον άξονα y′y</u>:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = w_{\Sigma_y} \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$$

<u>3ος Ν.Ν.</u>: $N' = N \Rightarrow N' = mg\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow N' = 30\,N$

<u>Ισορροπία περιστροφής ράβδου, ως προς άρθρωση Α</u>:

$$\Sigma\tau^{(A)} = 0 \Rightarrow \tau_{N_\Gamma}^{(A)} + \tau_{N'}^{(A)} + \tau_{w_\rho}^{(A)} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -N_\Gamma L\eta\mu\varphi + N'\left(\frac{L}{2} + x\right) + w_\rho \frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -N_\Gamma \cdot 2 \cdot 0{,}6 + 30(1 + x) + 60 \cdot 0{,}8 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_\Gamma \cdot 1{,}2 = 30 + 30x + 48 \Rightarrow N_\Gamma = \frac{78 + 30x}{1{,}2} \Rightarrow$$

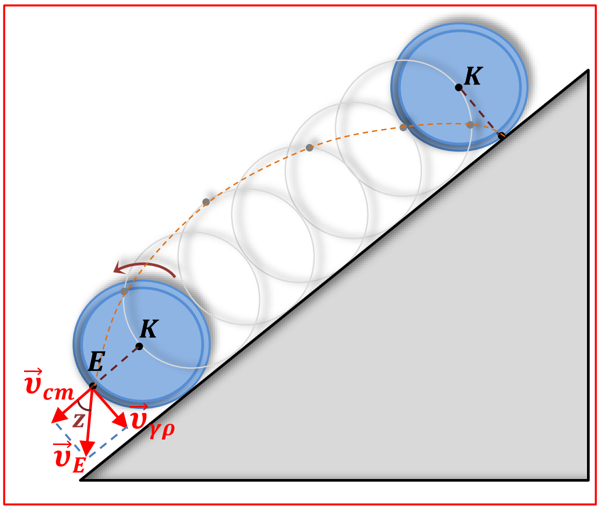
$$\Rightarrow \boxed{\boldsymbol{N_\Gamma = 65 + 25x}} \;\; (S.I.)\;(-0{,}2\,m \le x \le 0{,}2\,m)$$

Όταν $N_\Gamma = 67{,}5\,N \;\longrightarrow\; 67{,}5 = 65 + 25x \Rightarrow 25x = 2{,}5 \Rightarrow x = 0{,}1\,m$

<u>Α.Δ.Ε.Τ.</u> (για m): $E_T = K_T + U_T \Rightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}Dx^2 \xRightarrow{(D=k)} \upsilon^2 = \frac{k}{m}(A^2 - x^2) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \upsilon^2 = 100(0{,}04 - 0{,}01)\,m^2/s^2 \Rightarrow \upsilon^2 = 3\,m^2/s^2 \Rightarrow \upsilon = \pm\sqrt{3}\,m/s \xRightarrow{2\eta\;\varphi o\rho\acute{\alpha}} \boxed{\boldsymbol{\upsilon = -\sqrt{3}\,m/s}}$$

Δ.4.



$$\theta = \frac{1}{2}\alpha_\gamma t^2 \Rightarrow \theta = \frac{1}{2}\frac{\alpha_{cm}}{r}t^2 \Rightarrow \frac{3\pi}{2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{4}{0{,}24\pi}\cdot t^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}18\pi^2 = t^2 \Rightarrow t = 0{,}3\sqrt{2}\pi\,s$$

$$\upsilon_{cm} = \alpha_{cm}t \Rightarrow \upsilon_{cm} = 1{,}2\sqrt{2}\pi\,m/s$$

$$\upsilon_E = \sqrt{\upsilon_{cm}^2 + \upsilon_{\gamma\rho}^2} \Rightarrow \upsilon_E = \sqrt{2}\upsilon_{cm} \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\upsilon_E = 2{,}4\pi\,m/s}}$$

$$και \;\; \varepsilon\varphi z = \frac{\upsilon_{\gamma\rho}}{\upsilon_{cm}} = 1 \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\hat{z} = 45^\circ}}$$