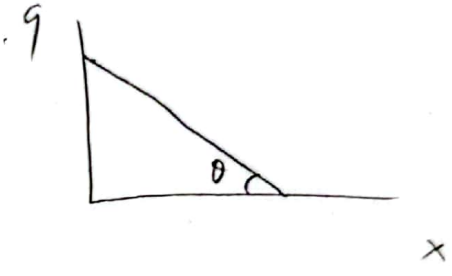
2023

A1) β
A2) δ
A3) β
A4) α
A5) Λ
Σ
Σ
Λ
Λ

B1) $\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$

$\varepsilon\varphi\theta = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\pi} = 2m$



$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{4}{2} = 2m/s$

$v = \lambda f \Rightarrow f = 1Hz$

$\psi = A\,\eta\mu 2\pi\left(t - \frac{x}{2}\right)$, $t \geq 0$

στιγμιότυπο

$\varphi = 0$ εκεί που φτάνει το κύμα ($v > 0$)

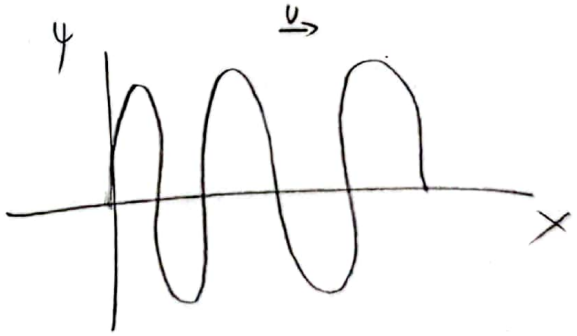
$0 = 2\eta\left(2,5 - \frac{x}{2}\right) \Rightarrow x = 5m$

$\frac{x}{\lambda} = \frac{5}{2} = 2,5$ κύματα

η πηγή $\psi_\pi = A\,\eta\mu 5\eta = 0$

για $t = 2,5s$ $v_\pi = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu 5\eta$

$= -v_{max}$



άρα Σ σημεία σε ακραία θέση ($\pm A$)

(i)

B2) $hf_2 = W + K_{max}$ ~~K_e~~ $+eV_0$, $hf_1 = W$

$3hf_1 = hf_1 + eV_0 \Rightarrow eV_0 = 2hf_1 \Rightarrow V_0 = \frac{2hf_1}{e}$

(ii)

B3) για να μην εκτρέπονται, σημαίνει πως $\Sigma F = 0 \Rightarrow$

$F_{ηλ} = F_L \Rightarrow qE = quB_1 \Rightarrow u = \frac{E}{B_1}$ ①

(ii)

για το πρώτο ισότοπο:

$quB_2 = \frac{m_1 u^2}{R_1}$

ισότοπα = ίχουν ίδιο q, διαφορετικό m

$\Rightarrow R_1 = \frac{m_1 u}{qB_2}$

$R_2 > R_1$ άρα $m_2 > m_1$

ομοίως για το δεύτερο:

Άρα $R_2 - R_1 = \frac{d}{2}$

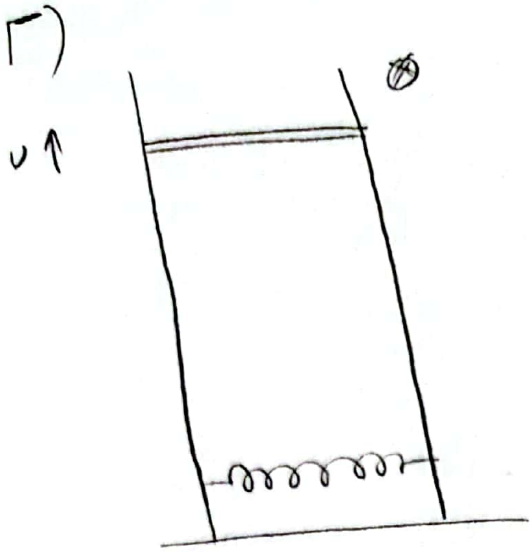
$R_2 = \frac{m_2 u}{qB_2}$

(η διαφορά των δύο διαμέτρων $d = d_2 - d_1 = 2R_2 - 2R_1 = 2\frac{u}{qB_2}(m_2 - m_1)$)

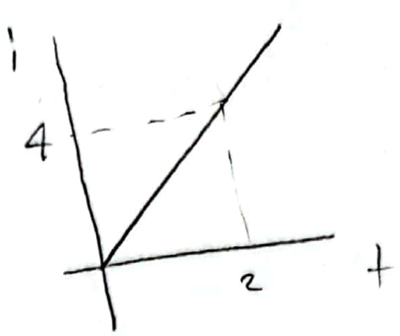
$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{qB_2R_2}{u} - \frac{qB_2R_1}{u} = \frac{qB_2}{u}(R_2 - R_1) = \frac{qB_2}{u}\frac{d}{2}$

$\overset{①}{\Rightarrow} \Delta m = \frac{qB_2}{\frac{E}{B_1}}\frac{d}{2} = \frac{qB_1B_2d}{2E}$ (i)

Γ)



Γ1)

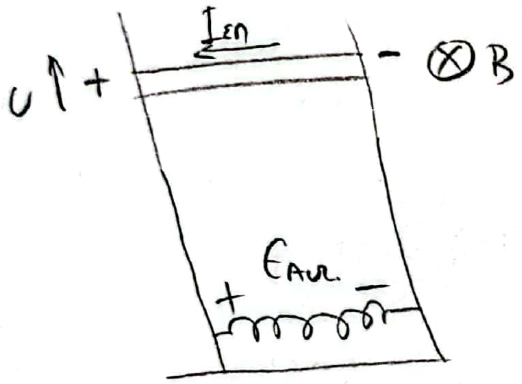


$\frac{\Delta i}{\Delta t} = εφθ = 2 \ A/s$

για $t=2s \rightarrow i = 2 \cdot 2 = 4A$

$\Delta q = Εμβαδόν = \frac{1}{2} β \cdot υ = \frac{1}{2} 2 \cdot 4 = 4C$

Γ2)



Εφ' όσον το ρεύμα αυξάνει, τα Εαυτ πρέπει ίχει τέτοια πολικότητα ώστε να αντιστέκεται στην αλλαγή (δηλ. να αντιστέκεται στην αύξηση του ρεύματος)

$E_{αυτ} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t} = -0,5 \cdot 2 = -1V$

$|E_{αυτ}| = 1V$

Γ3) $i = 2t$

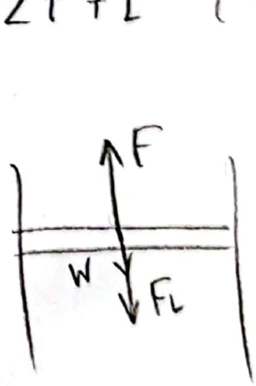
$\frac{E_{επ}-E_{αυτ}}{R_{ολ}} = 2t \Rightarrow \frac{Bυl-1}{1} = 2t \Rightarrow υ = 2t+1$ (SI) (m/s)

Γ4) α) για $t=2s$ $i_2 = 4A$

$F_L = B i_2 l = 1 \cdot 4 \cdot 1 = 4N$

$ΣF = ma \Rightarrow -W+F-F_L = 0,5 \cdot 2$

$\Rightarrow F-4-5=1 \Rightarrow F=10N$



$υ=2t+1$, άρα $a = \frac{Δυ}{Δt} = 2m$

ομαλά επιτ. κίνηση

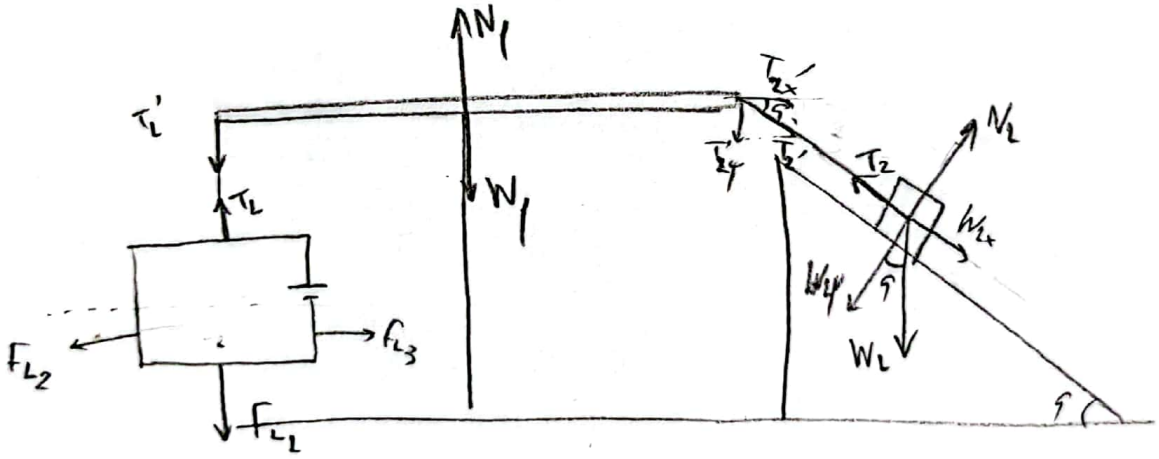
β) $\frac{dW_F}{dt} = F \cdot v = 10 \cdot 5 = 50\ J/s$

$v = 2 \cdot 2{,}1 L = 5\ m/s$

$\frac{dU_B}{dt} = P_L = E_{\text{αντ}} \cdot i = L \cdot 4 = 4\ J/s$

Δ)

ΔL)



Για το σώμα Σ_2:

$\Sigma f_{2y} = 0 \Rightarrow W_{2y} = N_2 \Rightarrow m_2 g \sin\varphi = N_2 \Rightarrow N_2 = 30 \cdot \frac{4}{5} = 24N$

$\Sigma f_{2x} = 0 \Rightarrow W_{2x} - T_2 = 0 \Rightarrow T_2 = m_2 g \eta\mu\varphi = 30 \cdot \frac{3}{5} = 18N$

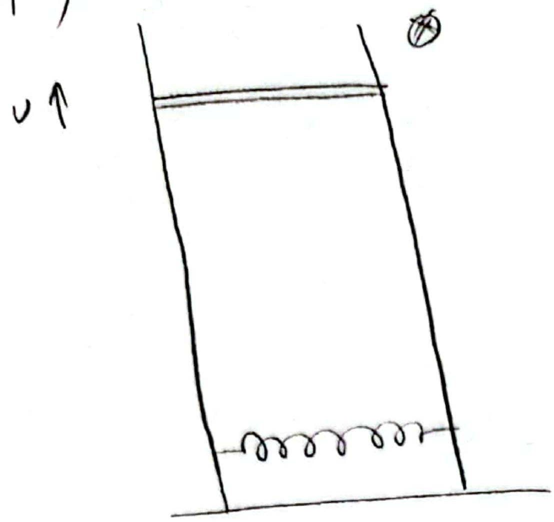
το νήμα 2 αβαρές, άρα $T_2 = T_2'$

Για τη ράβδο: $\Sigma\tau = 0 \Rightarrow +\tau_{T_2} + \tau_{N_1} + \tau_{W_\varphi} + \tau_{T_1'} = 0 \Rightarrow$

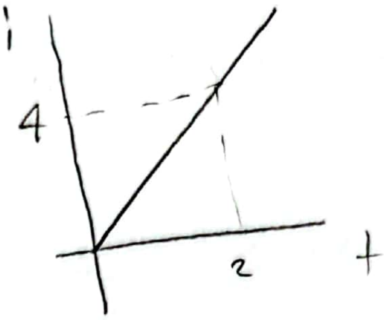
$-T_{2\varphi}' \cdot \frac{l}{2} + T_1' \cdot \frac{l}{2} = 0 \Rightarrow T_1' = T_{2\varphi}' = T_2 \cdot \eta\mu\varphi = 18 \cdot \frac{3}{5} = 10{,}8N$

το νήμα 1 αβαρές, άρα $T_1 = T_1' = 10{,}8N$

Γ)



Γ1)

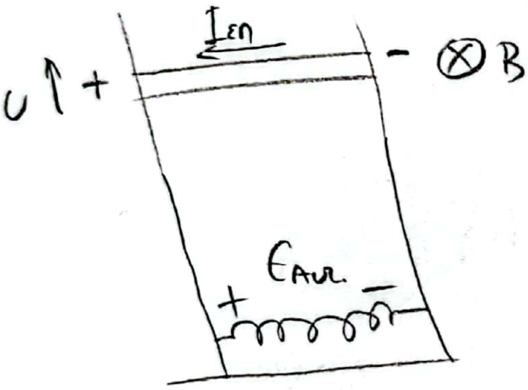


$\frac{\Delta i}{\Delta t} = εφθ = 2 \ A/s$

για $t = 2s \rightarrow i = 2 \cdot 2 = 4A$

$\Delta q = Εμβαδόν = \frac{1}{2} β \cdot υ = \frac{1}{2} 2 \cdot 4 = 4C$

Γ2)



εφ' όσον το ρεύμα αυξάνει, η Εαυτ πρέπει να έχει τέτοια πολικότητα ώστε να αντιστέκεται στην αλλαγή (δηλ. να αντιστέκεται στην αύξηση του ρεύματος)

$Ε_{αυτ} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = -0,5 \cdot 2 = -1V$

$|Ε_{αυτ}| = 1V$

Γ3)

$i = 2t$ (SI)

$\frac{Ε_{επ} - Ε_{αυτ}}{R_{ολ}} = 2t \Rightarrow \frac{Bυl - 1}{1} = 2t \Rightarrow υ = 2t + 1$ (m/s)

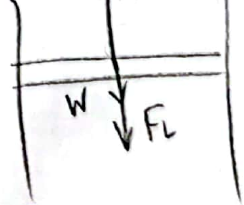
Γ4) α)

για $t = 2s$ $\quad i_2 = 4A$

$F_L = B i_2 l = 1 \cdot 4 \cdot 1 = 4N$

$\Sigma F = ma \Rightarrow -W + F - F_L = 0,5 \cdot 2$

$\Rightarrow F - 4 - 5 = 1 \Rightarrow F = 10N$



$υ = 2t + 1$, άρα $a = \frac{\Delta υ}{\Delta t} = 2 m/s^2$

ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

Δ2)

για το πλαίσιο $\Sigma F_{Lx} = 0$ γιατί $F_{L2} = F_{L3}$ για το τμήμα των αγωγών KN και ΛΜ που βρίσκονται μέσα στο ομογενές μαγν. πεδίο.

$F_{L1} = B \cdot I \cdot \ell = B \cdot 15 \cdot 0,8$

Ισορροπεί, άρα

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_1 - F_{L1} = 0 \Rightarrow$

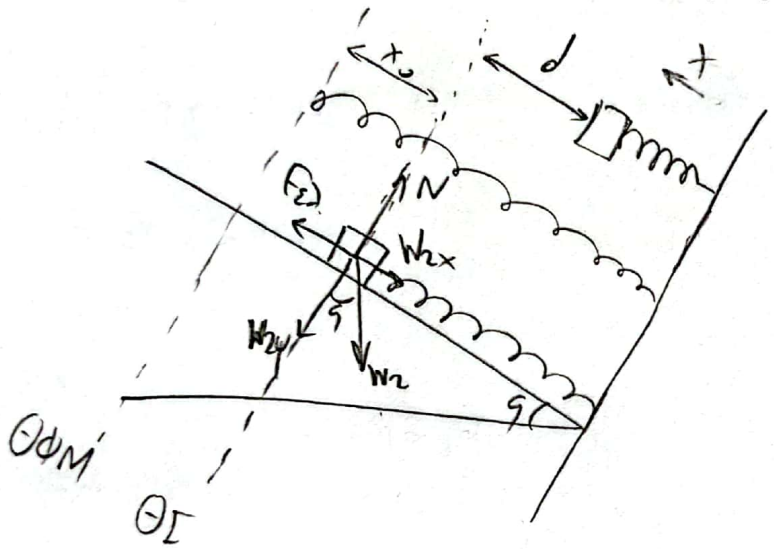
$T_1 = F_{L1} \Rightarrow B \cdot 15 \cdot 0,8 = 10,8$

$B \cdot \cancel{15}^{5} \cdot 0,8 = 18 \cdot \frac{3}{\cancel{5}^{1}} \Rightarrow$

$B = \frac{18}{5 \cdot 5 \cdot 0,8} = 0,9\,T$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}} = \frac{30}{2} = 15\,A$

Δ3)



$\Sigma f_y = 0 \Rightarrow N = m_2 g \sigma\upsilon\nu\varphi$

$= 10 \cdot \frac{4}{5} = 8N$

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow +kx_0 - m_2 g \eta\mu\varphi = 0$

$\Rightarrow 100 x_0 = 10 \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow$

$x_0 = 0,06\,m$

για $t=0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x = +d$ με $\upsilon_0 = 0$

$E = K^{0} + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} k d^2 \Rightarrow A = \pm d \Rightarrow A = d = \frac{2\pi}{100}\,m$

$x = \frac{2\pi}{100} \eta\mu(10t + \varphi_0)$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = 10\,rad/s$

$t=0 \quad \frac{2\pi}{100} = \frac{2\pi}{100} \eta\mu(10 \cdot 0 + \varphi_0) \Rightarrow$

$\eta\mu\varphi_0 = -1 \Rightarrow$

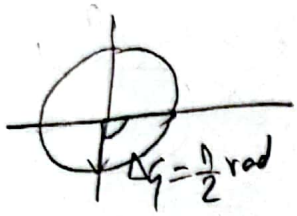
$\varphi_0 = 2k\pi + \frac{3\pi}{2}$ ή $\varphi_0 = 2k\pi + \pi\frac{3\pi}{2}$, όμως $\varphi_0 < 2\pi$

άρα $\varphi_0 = \frac{3\pi}{2}\,rad$

Άρα $x = \frac{9\eta}{100} \eta\mu\left(10t + \frac{3\eta}{2}\right)$ (SI)

το ταλαντούμενο σώμα πάει από τη θέση $+A$ στη ΘΙ για 1η φορά

Άρα $\Delta t = \frac{T}{4}$



$\left(\text{ή } \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\frac{\eta}{2}}{\frac{2\eta}{T}} = \frac{T}{4}\right)$

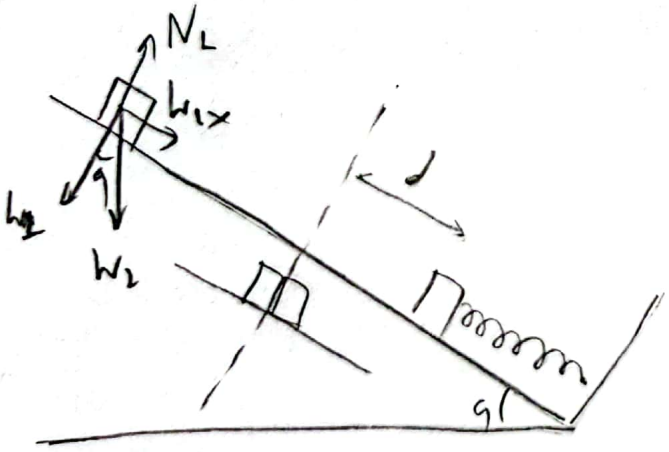
$T = 2\eta\sqrt{\frac{m}{D}} = \frac{2\eta}{10} = 0{,}2\eta\ s$

Άρα $\Delta t = \frac{1}{4} 0{,}2\eta = 0{,}05\eta\ s$

Στη θέση αυτή έχει $u_2 = +u_{max}$ γιατί περνάει από τη ΘΙ κινούμενο θετικά

$u_2 = +\omega A = +10 \cdot \frac{9\eta}{100} = +0{,}9\eta\ m/s$

$u_1 = a_1 \cdot \Delta t = a_1 \cdot \left(\frac{T}{4}\right) = -6 \cdot 0{,}05\eta = -0{,}3\pi\ m/s$



$\Sigma F_1 = m_1 a_1 \Rightarrow$

$a_1 = \frac{-w_{1x}}{m_1} = \frac{-m_1 g\eta\mu\varphi}{m_1}$

$= -10\frac{3}{5} = -6\ m/s^2$

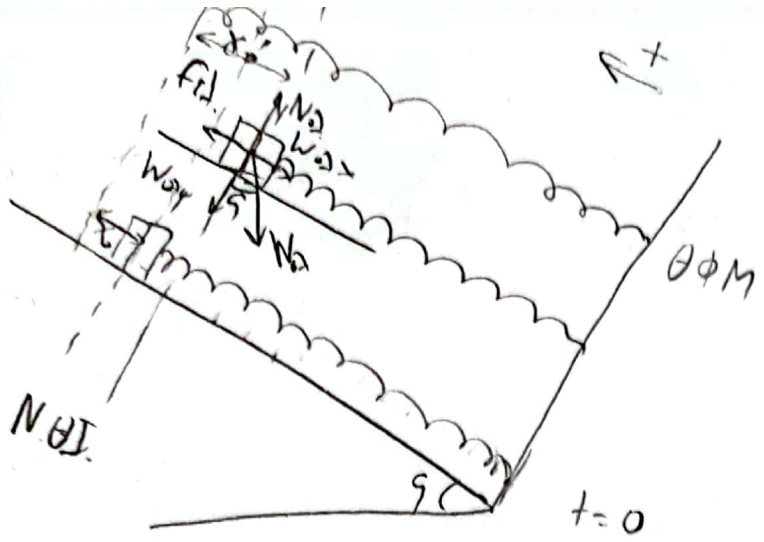
για την κρούση: $p_{o1} = p_{o1}'$

$+m_2\vec{u}_2 + m_1\vec{u}_1 = (m_1+m_2)\vec{V} \Rightarrow$

$+1 \cdot 0{,}9\eta - 3 \cdot 0{,}3\pi = 4 \cdot V \Rightarrow V = 0\ m/s$

άρα ακινητοποιείται

Δ4)



για τη νέα ΘΙ (Ν.Θ.Ι.):

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow -m_{o2} \cdot g\,\eta\mu\varphi + k \cdot x_0' = 0 \Rightarrow 100\,x_0' = 40 \cdot \frac{3}{5}$$

$$x_0' = 0{,}24\,m$$

για $t=0$ το σώμα βρίσκεται ακίνητο απ' κάτω ΘΙ $x_0 = 0{,}06\,m$

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A'^2 = \frac{1}{2} m_{o2} \cancel{v^2}^{\,0} + \frac{1}{2} D (x_0' - x_0)^2$$

$$\Rightarrow A' = |x_0' - x_0| = 0{,}18\,m$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m_{o2}}} = \sqrt{\frac{100}{4}} = 5\,rad/s$$

$$x = 0{,}18\,\eta\mu(5t + \varphi_0') \quad (SI)$$

για $t=0$ $\quad x = +(x_0' - x_0) = +A = +0{,}18\,m$

$$+0{,}18 = 0{,}18\,\eta\mu(5 \cdot 0 + \varphi_0') \Rightarrow \eta\mu\varphi_0' = +1$$

$$\varphi_0' = 2k\pi + \frac{\pi}{2}$$

ή $\varphi_0' = 2k\pi + \pi - \frac{\pi}{2}$

$0 \le \varphi_0' < 2\pi$ άρα $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$

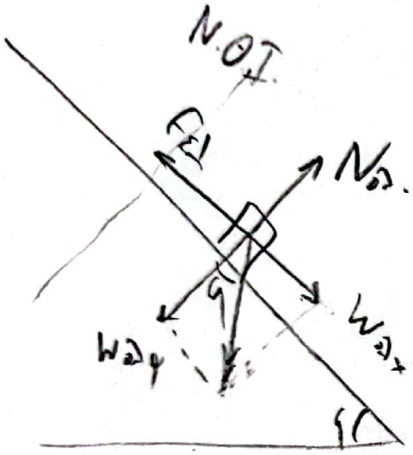
Άρα $x = 0{,}18\,\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right)$ (SI)

Δ5)

$$\Sigma F = -kx$$

$$\Sigma F = -100 \cdot 0{,}18 \eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= -18 \eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right)$$



$$-W_{\sigma\lambda x} + f_{\epsilon\lambda} = -100x$$

$$f_{\epsilon\lambda} = m_{\sigma\lambda} \cdot g \eta\mu\varphi - 100x$$

$$f_{\epsilon\lambda} = 24 - 100x \quad (SI)$$