Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ΄ Λυκείου 18/7/2025

ΘΕΜΑ Α

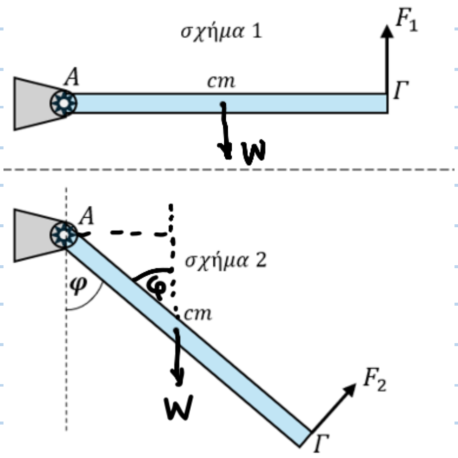
Α1 – β   Α2 – α   Α3 – β   Α4 – γ   Α5 ΣΣΣΛΣ

ΘΕΜΑ Β

$\boxed{\text{B1} - \beta}$ Σχήμα 1: $\Sigma\tau_A = 0$

$\Rightarrow \tau_{F_1} - \tau_W = 0 \Rightarrow F_1 \ell = W\dfrac{\ell}{2}$

$\Rightarrow W = 2F_1$



Σχήμα 2: $\Sigma\tau_A = 0$

$\Rightarrow \tau_{F_2} - \tau_W = 0 \Rightarrow F_2 \ell = W\dfrac{\ell}{2}\eta\mu\varphi$

$\Rightarrow F_2 = \dfrac{1}{2} W \cdot \eta\mu\varphi$

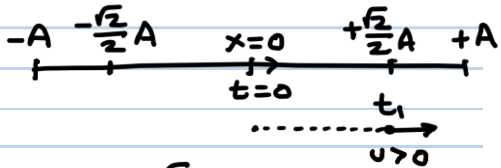
$\Rightarrow F_2 = \dfrac{1}{2} 2F_1 \cdot 0{,}6 \Rightarrow \boxed{F_2 = 0{,}6\,F_1}$ (β)

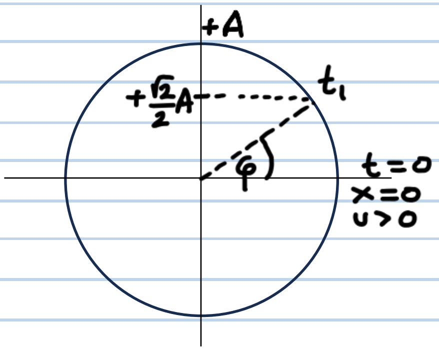
$\boxed{\text{B2 I} - \gamma \ \ \text{II} - \beta}$

I) t_1: $K = U$ 1η φορά   ΑΔΕΤ: $E = K + U = 2U \Rightarrow U = \dfrac{1}{2}E$

$\Rightarrow \dfrac{1}{2}Dx^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{1}{2}DA^2 \Rightarrow x = \pm\dfrac{A}{\sqrt{2}} = \pm\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$

1η φορά $K = U$ για $x = +\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$, $\upsilon > 0$





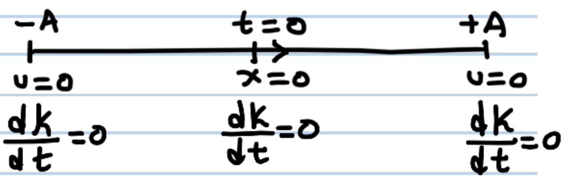
Διαγράφει $\varphi \rightarrow \eta\mu\varphi = \dfrac{\frac{\sqrt{2}}{2}A}{A} = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}\,rad$

όμως $\varphi = \omega t_1 \Rightarrow \dfrac{\pi}{4} = \dfrac{2\pi}{T}t_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{T}{8}$

Για τον ρυθμό μεταβολής κινητικής ενέργειας ισχύει:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = \frac{\Sigma F \cdot dx}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon = -Dx \cdot \upsilon$$

όταν $\dfrac{dK}{dt} = 0 <$ $x = 0$ ή $\upsilon = 0 \rightarrow x = \pm A$



Άρα για $t>0$ 1η φορά $\frac{dK}{dt}$ όταν $υ=0$ στη θέση $x=+A$ και για 2η φορά όταν $x=0$ με $υ<0$ τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{T}{2}$. Όμως $t_1 = \frac{T}{8}$ άρα $\boxed{t_2 = 4\frac{T}{8} = \frac{T}{2} = 4t_1}$ (γ)

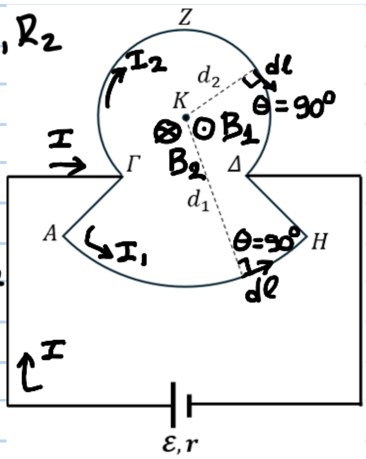
II) Ισχύει

$$\left.\begin{aligned} υ = υ_{max}\,συν(ωt) &\rightarrow \frac{υ^2}{υ_{max}^2} = συν^2 ωt \\ α = -α_{max}\,ημ(ωt) &\rightarrow \frac{α^2}{α_{max}^2} = ημ^2 ωt \end{aligned}\right\} \oplus \Rightarrow \frac{υ^2}{υ_{max}^2} + \frac{α^2}{α_{max}^2} = 1$$

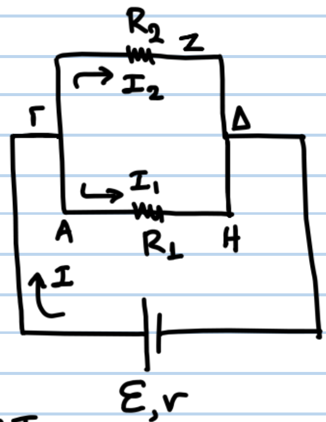
$$\Rightarrow \frac{α^2}{α_{max}^2} = 1 - \frac{υ^2}{υ_{max}^2} \Rightarrow \frac{α^2}{α_{max}^2} = 1 - \frac{0,36\,υ_{max}^2}{υ_{max}^2} \Rightarrow \frac{α^2}{α_{max}^2} = 1 - 0,36$$

όπου $υ = 0,6\,υ_{max}$ $\Rightarrow α^2 = 0,64\,α_{max}^2 \Rightarrow \boxed{α = 0,8\,α_{max}}$ (β)

$\boxed{B3-α}$ Οι αντιστάσεις R_1, R_2 του αγωγού ΑΗ και ΓΖΔ αντίστοιχα είναι παράλληλες



$\Leftrightarrow$



Ισχύει: $V_{R_1} = V_{R_2} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2$

$\Rightarrow I_1 R = I_2 2R \Rightarrow I_1 = 2I_2$

Ισχύει: $I = I_1 + I_2$

$$\Rightarrow I = 2I_2 + I_2 = 3I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I}{3} \text{ και } I_1 = \frac{2I}{3}$$

Εφαρμόζοντας τον Νόμο Biot-Savart έχουμε:

Για τον αγωγό ΑΗ: $B_1 = \sum_{AH} dB = \sum_{AH} \frac{μ_0}{4π}\frac{I_1}{d_1^2} dl\,\cancel{ημθ}^{\,1} = \frac{μ_0}{4π}\frac{I_1}{d_1^2}\sum_{AH} dl$

όπου $\sum_{AH} dl = d_1 \frac{π}{2}$ άρα $B_1 = \frac{μ_0}{4π}\frac{I_1}{d_1^2} d_1 \frac{π}{2} = \frac{1}{8}\frac{μ_0 I_1}{d_1} = \frac{1}{8}\frac{μ_0\, 2I/3}{2α}$

$$\Rightarrow B_1 = \frac{1}{24}\frac{μ_0 I}{α} \ (\odot)$$

Για τον αγωγό ΓΖΔ: $B_2 = \sum_{ΓΖΔ} dB = \sum_{ΓΖΔ} \frac{μ_0}{4π}\frac{I_2}{d_2^2} dl\,\cancel{ημθ}^{\,1} = \frac{μ_0}{4π}\frac{I_2}{d_2^2}\sum_{ΓΖΔ} dl$

όπου $\sum_{ΓΖΔ} dl = d_2 \frac{3π}{2}$ άρα $B_2 = \frac{μ_0}{4π}\frac{I_2}{d_2^2} d_2 \frac{3π}{2} = \frac{3}{8}\frac{μ_0 I_2}{d_2} = \frac{3}{8}\frac{μ_0 I/3}{α}$

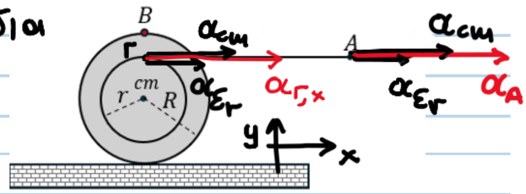
$$\Rightarrow B_2 = \frac{1}{8}\frac{μ_0 I}{α} \ (\otimes)$$

$\vec{B_K} = \vec{B_1} + \vec{B_2} \Rightarrow B_K = |-B_1 + B_2| = \left|-\frac{1}{24}\frac{μ_0 I}{α} + \frac{1}{8}\frac{μ_0 I}{α}\right| \Rightarrow \boxed{B_K = \frac{1}{12}\frac{μ_0 I}{α} \ \otimes}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ

$R=\frac{3}{\pi}\ m$, $r=0,8R=\frac{2,4}{\pi}\ m$ $\quad a_{cm}=2\ m/s^2$

Γ1 Το άκρο Α του νήματος έχει την ίδια επιτάχυνση με το σημείο Γ του αυλακιού στη διεύθυνση του νήματος.



Ισχύει $\vec{a}_A=\vec{a}_{\Gamma,x}=\vec{a}_{cm}+\vec{a}_{\varepsilon r}$

$a_A=a_{\Gamma,x}=a_{cm}+a_{\varepsilon r}$

$a_A=a_{cm}+0,8a_{cm}$

$\boxed{a_A=1,8a_{cm}=3,6\ m/s^2}$

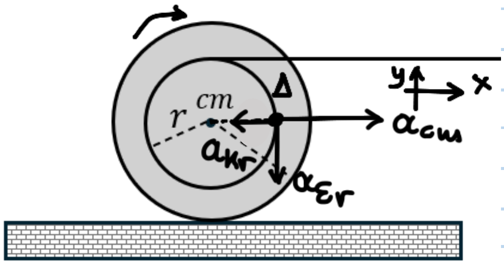
Λόγω κύλισης χωρίς ολίσθηση ισχύει $a_{cm}=R a_{γων}$. Επίσης ισχύει $a_{\varepsilon r}=r a_{γων}=0,8R a_{γων}=0,8a_{cm}$

Γ2 Ισχύει: $a_{\kappa B}=R\omega^2$, $a_{\kappa r}=r\omega^2=0,8R\omega^2=0,8a_{\kappa B}$

$\Rightarrow a_{\kappa r}=0,8\cdot 1\ m/s^2 \Rightarrow a_{\kappa r}=0,8\ m/s^2$

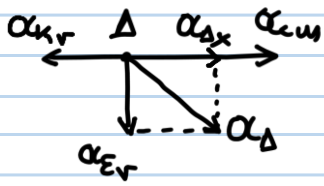
Έστω σημείο Δ της περιφέρειας του αυλακιού που απέχει R από το δάπεδο. Ισχύει $\vec{a}_\Delta=\vec{a}_{cm}+\vec{a}_{\kappa r}+\vec{a}_{\varepsilon r}$

όπου $\vec{a}_{cm}+\vec{a}_{\kappa r}=\vec{a}_{\Delta x}$



Άρα $\vec{a}_\Delta=\vec{a}_{\Delta x}+\vec{a}_{\varepsilon r}$

Για το μέτρο: $a_\Delta=\sqrt{a_{\Delta x}^2+a_{\varepsilon r}^2}$



όμως $a_{\Delta x}=a_{cm}-a_{\kappa r}=2\ m/s^2-0,8\ m/s^2$

$\Rightarrow a_{\Delta x}=1,2\ m/s^2$

και $a_{\varepsilon r}=0,8a_{cm}=0,8\cdot 2\ m/s^2=1,6\ m/s^2$

Άρα $a_\Delta=\sqrt{1,2^2+1,6^2}\ m/s^2=\sqrt{1,44+2,56}\ m/s^2$

$\boxed{a_\Delta=\sqrt{4}\ m/s^2=2\ m/s^2}$

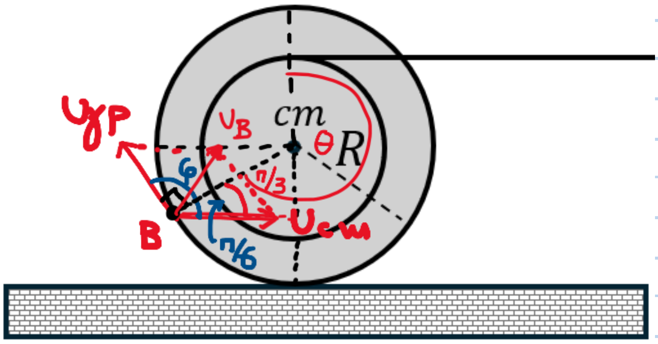
Γ3 Τη χρονική στιγμή $t=2\,sec$ $\quad v_{cm}=a_{cm}t=2\cdot 2\ m/s=4\ m/s$.

Ο τροχός έχει διανύσει $x_{cm}=\frac{1}{2}a_{cm}t^2=\frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2\ m \Rightarrow x_{cm}=4\ m$

Τα σημεία της περιφέρειας, όπως και η κουκίδα Β, έχουν διαγράψει γωνία $x_{cm} = R\theta \Rightarrow \theta = \frac{x_{cm}}{R} = \frac{4}{3/\pi}\,rad \Rightarrow \theta = \frac{4\pi}{3}\,rad.$

Τη χρονική στιγμή $t = 2sec$ στη θέση της περιφέρειας που βρίσκεται η κουκίδα B τα διανύσματα $\vec{U}_{cm}$ και $\vec{U}_{γρ}$ σχηματίζουν γωνία φ όπου $\varphi = \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6}\right) rad$

$\Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{3}\,rad \rightarrow \varphi = 120^\circ$



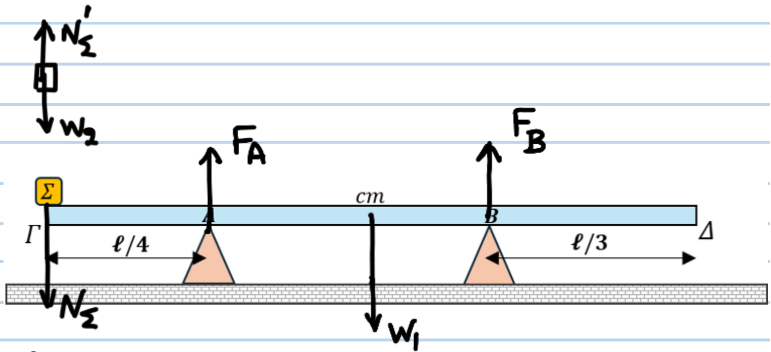
Ισχύει $\vec{U}_B = \vec{U}_{cm} + \vec{U}_{γρ}$ όπου $U_{cm} = U_{γρ} = R\omega = 4\,m/s$.

$U_B = \sqrt{U_{cm}^2 + U_{γρ}^2 + 2U_{cm} \cdot U_{γρ}\,συν\varphi}$ $\quad συν\varphi = συν120^\circ = -1/2$

$U_B = \sqrt{U_{cm}^2 + U_{cm}^2 + 2U_{cm} \cdot U_{cm}(-1/2)}$

$\boxed{U_B = U_{cm} = 4\,m/s}$

Γ4 Στο σώμα ασκούνται το βάρος του $\vec{W}_2$ και η κάθετη δύναμη $N_Σ'$ από τη δοκό.



Ισχύει $ΣF_{2y} = 0 \Rightarrow N_Σ' = W_2 = 300N$

Στη δοκό ασκούνται το βάρος της $\vec{W}_1$, οι δυνάμεις $\vec{F}_A, \vec{F}_B$ από τα στηρίγματα και η κάθετη δύναμη $\vec{N}_Σ$ από το σώμα η οποία είναι ίση με το βάρος του.

($N_Σ = N_Σ' = 300N$ κατά μέτρο δράση - αντίδραση)

Ισορροπία δοκού

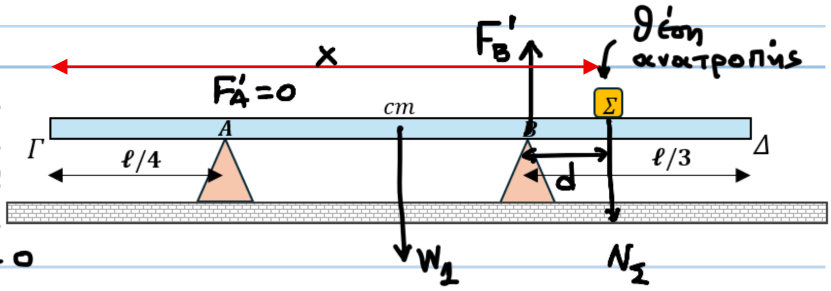
$Στ_A = 0 \Rightarrow τ_{F_B} + τ_{N_Σ} - τ_{W_1} = 0$

$\Rightarrow F_B\left(\ell - \ell/3 - \ell/4\right) + N_Σ\,\frac{\ell}{4} - W_1\left(\ell/2 - \ell/4\right) = 0$

$\Rightarrow 1,5 \cdot F_B + 300 \cdot 0,9 - 400 \cdot 0,9 = 0 \Rightarrow \boxed{F_B = 60N}$

και $ΣF_y = 0 \Rightarrow F_A + F_B - W_1 - N_Σ = 0 \Rightarrow F_A + 60N - 400N - 300N = 0 \Rightarrow \boxed{F_A = 640N}$

Γ5 Όταν ανατρέπεται η δοκός ισχύει $F_A=0$, $\tau_{F_A}=0$



$\Sigma\tau_B=0 \Rightarrow \tau_{W_1}-\tau_{N_2}=0$

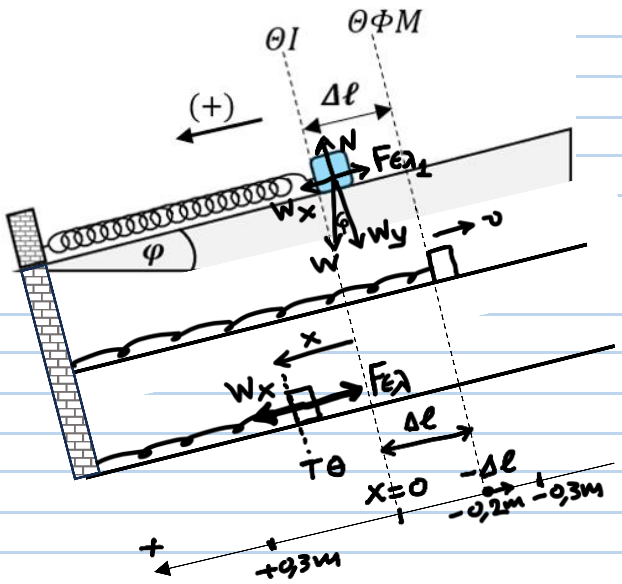
$\Rightarrow W_1(\ell/2-\ell/3)=N_2\cdot d$

$\Rightarrow 400\cdot 0{,}6=300\cdot d \Rightarrow \underline{\underline{d=0{,}8m}}$

Άρα μέχρι τη στιγμή της ανατροπής το σώμα έχει διανύσει απόσταση $x=\ell-\ell/3+d=(3{,}6-1{,}2+0{,}8)m \Rightarrow \boxed{x=3{,}2m}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1 Στη ΘΙ ισχύει



$\Sigma F_x=0 \Rightarrow F_{ελ_1}=W_x \Rightarrow \boxed{K\Delta\ell=mg\eta\mu\varphi}$

$\Rightarrow \Delta\ell=\frac{mg\eta\mu\varphi}{K}=0{,}2m$

Αρκεί να δειχθεί ότι $\Sigma F_x=-Dx$

Στην τυχαία θέση (ΤΘ) ισχύει:

$\Sigma F_x=W_x-F_{ελ}$

$\Sigma F_x=W_x-K(\Delta\ell+x)$

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma F_x=\underbrace{mg\eta\mu\varphi-K\Delta\ell}_{0}-Kx \Rightarrow \Sigma F_x=-Kx \\ \Sigma F_x=-Dx\end{array}\right\} \Rightarrow D=K=50\ N/m$$

Δ2 Στη ΘΦΜ εφαρμόζοντας ΑΔΜΕ-ΑΔΕΤ έχουμε:

$E=K+U \Rightarrow \frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mυ^2+\frac{1}{2}Kx^2$ όπου $x=-\Delta\ell=-0{,}2m$

$\Rightarrow A=\sqrt{\frac{m}{K}υ^2+x^2}=\sqrt{\frac{2}{50}\cdot 8+\frac{4}{100}}\ m=\sqrt{\frac{36}{100}}m \Rightarrow A=0{,}6m$

Ισχύει $x=A\eta\mu(\omega t+\varphi_0)$ $t=0$, $x=+A$

$+A=A\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0=1=\eta\mu\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi_0=\pi/2\ rad$

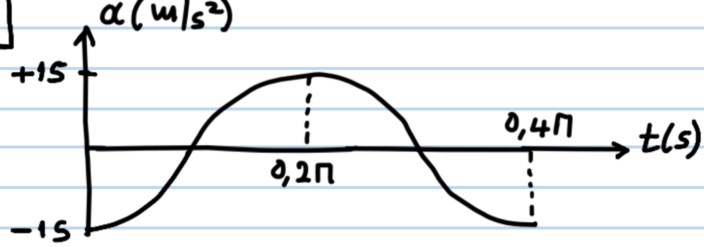
$D=K=m\omega^2 \Rightarrow \omega=\sqrt{K/m} \Rightarrow \omega=5\ rad/s \rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=0{,}4\pi\ sec$

α) Για την επιτάχυνση της ααt ισχύει

$\alpha=-\alpha_{max}\eta\mu(\omega t+\varphi_0)$

όπου $\alpha_{max} = \omega^2 A = 25\cdot 0,6\ m/s^2 \Rightarrow \alpha_{max} = 15\ m/s^2$

άρα $\boxed{\alpha = -15\,\eta\mu\left(5t+\frac{\pi}{2}\right)\ SI}$



Την $t=0$ $\alpha = -15\ m/s^2$

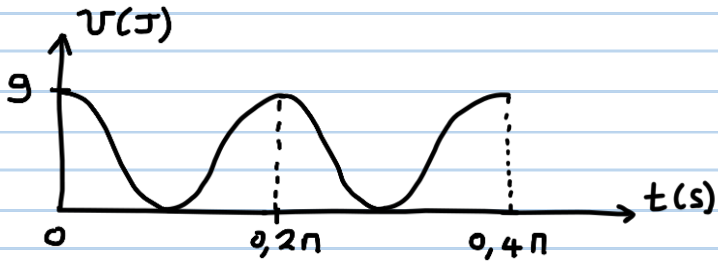
β) Η ενέργεια ταλάντωσης είναι: $E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}50\cdot 0,36\ J \Rightarrow E = 9\ J$

Η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης είναι:

$U = \frac{1}{2}Dx^2 = \frac{1}{2}DA^2\eta\mu^2(\omega t+\varphi_0)$

$U = E\,\eta\mu^2(\omega t+\varphi_0)$

$\boxed{U = 9\cdot\eta\mu^2\left(5t+\frac{\pi}{2}\right)\ SI}$



Την $t=0$ $U = 9J$

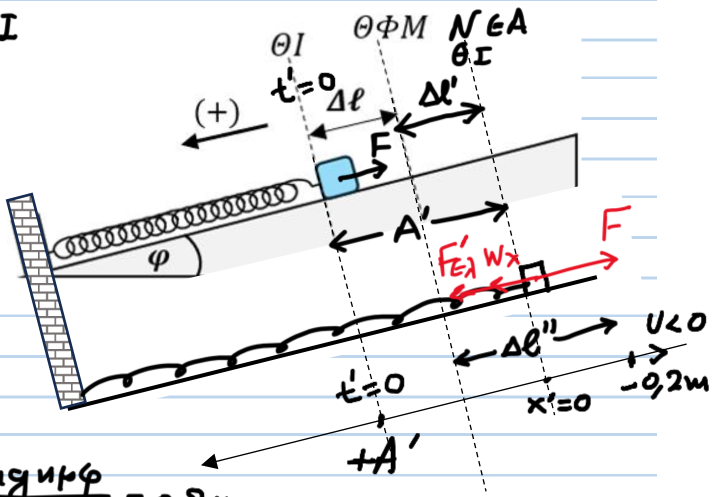
Δ3| Δίνεται $K = 3U$. Από την ΑΔΕΤ: $E = K+U = 3U+U = 4U$

$\Rightarrow U = \frac{1}{4}E \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{4}\frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{2} = \pm 0,3\,m$

Όταν το σώμα έχει απομάκρυνση $x = +0,3m$ απέχει από τη ΘΦΜ απόσταση $\Delta\ell_1 = \Delta\ell + |x| = 0,5m$ άρα $\boxed{U_{\varepsilon\lambda_1} = \frac{1}{2}k\Delta\ell_1^2 = 6,25J}$

Όταν το σώμα έχει απομάκρυνση $x = -0,3m$ απέχει από τη ΘΦΜ απόσταση $\Delta\ell_2 = |x| - \Delta\ell = 0,1m$ άρα $\boxed{U_{\varepsilon\lambda_2} = \frac{1}{2}k\Delta\ell_2^2 = 0,25J}$

Δ4| Ασκώντας την $\vec{F}$ στην αρχική ΘΙ την $t'=0$ το σώμα θα κινηθεί προς τα πάνω και θα εκτελέσει νέα ααт γύρω από μια ΝΕΑ ΘΙ στην οποία ισχύει: $\Sigma F'_x = 0 \Rightarrow W_x + F'_{\varepsilon\lambda} = F$



$\Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda} = F - W_x$

$\Rightarrow k\Delta\ell' = F - mg\eta\mu\varphi \Rightarrow \Delta\ell' = \frac{F - mg\eta\mu\varphi}{k} = 0,2m$

Το πλάτος της νέας ααт θα είναι: $\boxed{A' = \Delta\ell + \Delta\ell' = 0{,}4m}$

Δ5) Όταν $F_{ελ} = W \Rightarrow k\Delta\ell'' = mg \Rightarrow \Delta\ell'' = \frac{mg}{k} = 0{,}4m$

Τότε η απομάκρυνση από τη ΝΕΑ ΘΙ θα είναι:

$|x'| = \Delta\ell'' - \Delta\ell' = 0{,}2m$ όμως $x' < 0$ άρα $x' = -0{,}2m$.

Για πρώτη φορά το σώμα στην απομάκρυνση $x' = -0{,}2m$ θα κινείται προς την ακραία θέση $x' = -A'$ άρα $u < 0$.

ΑΔΕΤ: $E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}kx'^2$

$$\Rightarrow u^2 = \frac{k}{m}(A'^2 - x'^2) \Rightarrow u = -\sqrt{\frac{k}{m}(A'^2 - x'^2)}$$

$$\Rightarrow u = -\sqrt{\frac{50}{2}\left(\frac{16}{100} - \frac{4}{100}\right)}\ m/s$$

$$\Rightarrow u = -\sqrt{25\,\frac{12}{100}}\ m/s \Rightarrow u = -\sqrt{3}\ m/s$$

Για τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης έχουμε: $E = K + U \rightarrow \cancel{dE}^{\,0} = dK + dU \Rightarrow dU = -dK \rightarrow \frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt}$

$$\Rightarrow \frac{dU}{dt} = -\Sigma F u = -(-k \cdot x' \cdot u) = k\,x' \cdot u = 50(-0{,}2)(-\sqrt{3})\ J/s$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dU}{dt} = +10\sqrt{3}\ J/s}$$