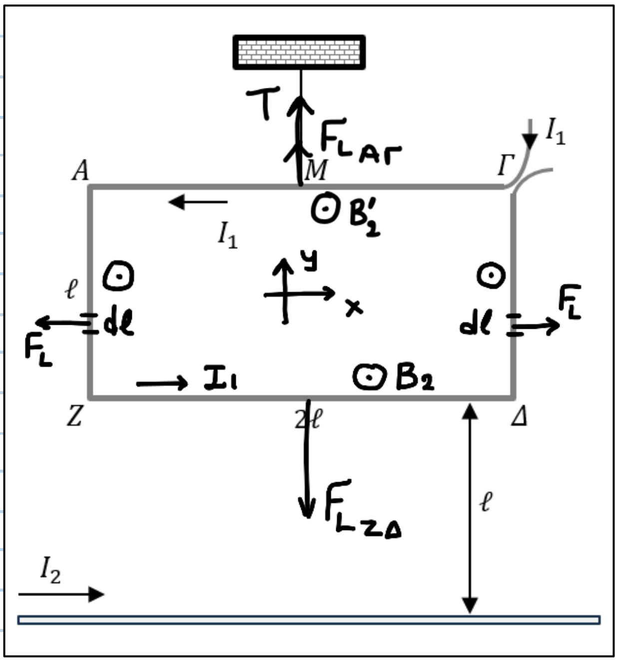
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 9/11/2024

ΘΕΜΑ Α

Α1-δ Α2-γ Α3-α Α4-β Α5 ΣΛΛΣΣ

ΘΕΜΑ Β

Β1 β Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο ακλόνητος ευθύγραμμος αγωγός είναι ανομοιογενές. Το κάθε στοιχειώδες τμήμα $d\ell$ της πλευράς ΑΖ δέχεται αντίθετη δύναμη Laplace από το αντίστοιχο απέναντι στοιχειώδες τμήμα της πλευράς ΓΔ.



Άρα $\Sigma \vec{F}_{Lx} = \vec{0}$.

Στην πλευρά ΑΓ: $F_{LA\Gamma} = B_2' I_1 \cdot 2\ell = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_2}{2\ell}\cdot I_1 \cdot 2\ell$

$\Rightarrow F_{LA\Gamma} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\cdot 2I_1}{2\ell}\cdot I_1\cdot 2\ell \Rightarrow F_{LA\Gamma} = \frac{\mu_0 I_1^2}{\pi}\ (\uparrow)$

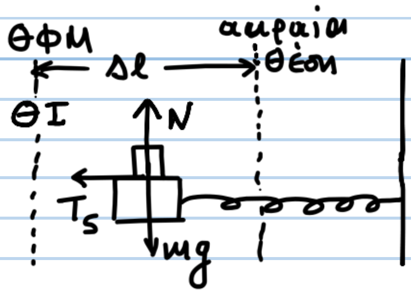
Στην πλευρά ΖΔ: $F_{LZ\Delta} = B_2 I_1 2\ell = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_2}{\ell} I_1\cdot 2\ell$

$\Rightarrow F_{LZ\Delta} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\cdot 2I_1}{\ell} I_1\cdot 2\ell \Rightarrow F_{LZ\Delta} = \frac{2\mu_0 I_1^2}{\pi}\ (\downarrow)$

$\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Rightarrow T + F_{LA\Gamma} - F_{LZ\Delta} = 0 \Rightarrow T = F_{LZ\Delta} - F_{LA\Gamma}$

$\Rightarrow T = \frac{2\mu_0 I_1^2}{\pi} - \frac{\mu_0 I_1^2}{\pi} \Rightarrow \boxed{T = \frac{\mu_0 I_1^2}{\pi}}$ β

B2	I-α	II-γ



I| Το πλάτος ταλάντωσης του συστήματος είναι $\Delta\ell = A$ αφού αφήνεται ($\upsilon=0$) από την ακραία θέση.

Η στατική τριβή είναι η δύναμη επαναφοράς για το σώμα m.

Ισχύει $T_s = F_{\epsilon\pi\alpha\nu\,(m)} \Rightarrow T_s = m|\alpha| = m\cdot\omega^2\cdot|x|$

Με μέγιστη τιμή της στατικής τριβής (T_{smax}) είναι:

$T_{smax} = \mu_s N$ όπου $\Sigma F_{y(m)} = 0 \Rightarrow N = mg$

$T_{smax} = \mu_s mg$

Για να μην ολισθαίνει το σώμα m πάνω στο M πρέπει:

$T_s \le T_{smax} \Rightarrow m\omega^2|x| \le \mu_s mg \Rightarrow |x| \le \dfrac{\mu_s g}{\omega^2} \rightarrow |x_{max}| = \dfrac{\mu_s g}{\omega^2}$

Άρα το πλάτος είναι $A = |x_{max}| = \dfrac{\mu_s g}{\omega^2}$

όπου $D = k = m_{o\lambda}\omega^2 = (m+M)\omega^2 \Rightarrow k = 4m\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \dfrac{k}{4m}$

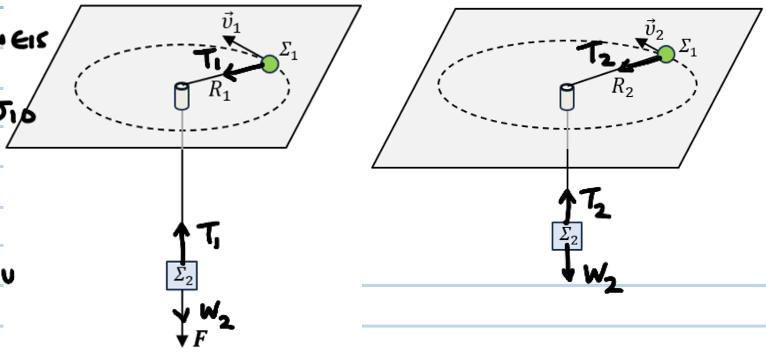
Οπότε $A = \dfrac{\frac{1}{4}g}{\frac{k}{4m}} \Rightarrow \boxed{A = \dfrac{mg}{k}}$ (α)

II| Όταν $T_s = \frac{1}{2}T_{smax} \Rightarrow m|\alpha| = \frac{1}{2}\mu_s mg \Rightarrow |\alpha| = \frac{1}{2}\frac{1}{4}g \Rightarrow |\alpha| = \dfrac{g}{8}$

Ισχύει $\left|\dfrac{dP_M}{dt}\right| = \Sigma F_{(M)} = M|\alpha| = 3m\dfrac{g}{8} \Rightarrow \left|\dfrac{dP_M}{dt}\right| = \dfrac{3}{8}mg$

όμως $A = \dfrac{mg}{k} \Rightarrow mg = kA$ άρα $\boxed{\left|\dfrac{dP_M}{dt}\right| = \dfrac{3}{8}kA}$ (γ)

B3 α Επειδή οι δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο $Σ_1$ δεν έχουν ροπή διατηρείται η στροφορμή του



$\vec{L}_{1,αρχ} = \vec{L}_{1,τελ}$

$m_1 v_1 R_1 = m_1 v_2 R_2 \Rightarrow v_1 R_1 = v_2 2R_1 \Rightarrow v_1 = 2v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{2}$

Αρχική ισορροπία $Σ_2$: $ΣF_{2y} = 0 \Rightarrow T_1 = W_2 + F$

Κεντρομόλος δύναμη: $ΣF_{R_1} = m_1 a_{κ_1} \Rightarrow T_1 = \frac{m_1 v_1^2}{R_1} \Rightarrow W_2 + F = \frac{m_1 v_1^2}{R_1}$ (1)

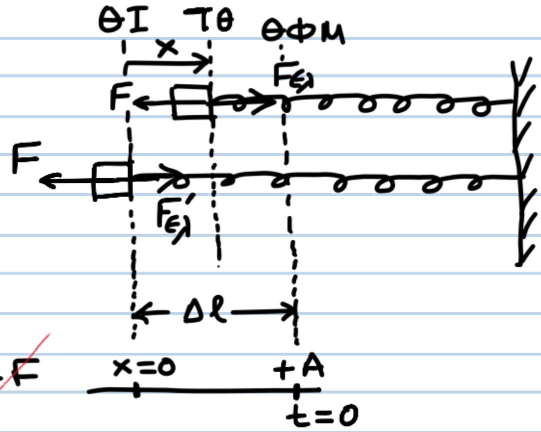
Τελική ισορροπία $Σ_2$: $ΣF'_{2y} = 0 \Rightarrow T_2 = W_2$

Κεντρομόλος δύναμη: $ΣF'_{R_1} = m_1 a_{κ_2} \Rightarrow T_2 = \frac{m_1 v_2^2}{R_2} \Rightarrow W_2 = \frac{m_1 v_1^2/4}{2R_1}$

$\Rightarrow W_2 = \frac{1}{8}\frac{m_1 v_1^2}{R_1} \Rightarrow 8W_2 = \frac{m_1 v_1^2}{R_1}$ (2)

(1) = (2) $\Rightarrow W_2 + F = 8W_2 \Rightarrow F = 7W_2 = 7m_2 g \Rightarrow \boxed{F = 7mg}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ



Γ1 Στη ΘΙ: $ΣF = 0 \Rightarrow F = F'_{ελ}$

$\Rightarrow F = kΔℓ \Rightarrow Δℓ = \frac{F}{k} = 0{,}4m$

Στην τυχαία θέση: $ΣF = F_{ελ} - F$

$\Rightarrow ΣF = k(Δℓ - x) - F = \cancel{kΔℓ} - kx - \cancel{F}$

$\Rightarrow ΣF = -kx$ άρα $ΣF = -Dx$

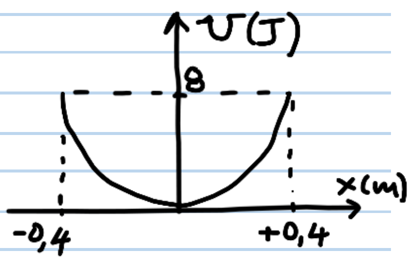
οπότε $\boxed{D = k}$

Γ2 Το σώμα ξεκινά αατ από την ακραία θέση $x = +A$

οπότε $A = Δℓ = 0{,}4m$

$U = \frac{1}{2}Dx^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow U = 50 \cdot x^2$

με $-A \le x \le +A \rightarrow -0{,}4m \le x \le +0{,}4m$



Γ3 Στην τυχαία θέση: $\Sigma F = -Dx \Rightarrow F_{ελ} - F = -kx$

$\Rightarrow F_{ελ} = F - kx$

όπου $x = A\,ημ(\omega t + \varphi_0)$ και $D = k = m\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m} = 10\ rad/s$

$t=0\quad x=+A \Rightarrow ημ\varphi_0 = +1 \rightarrow \varphi_0 = \pi/2\ rad \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi/5\ sec$

Άρα $F_{ελ} = F - kA\,ημ(\omega t + \varphi_0)$

$$\boxed{F_{ελ} = 40 - 40\,ημ(10t + \pi/2)}\ SI$$

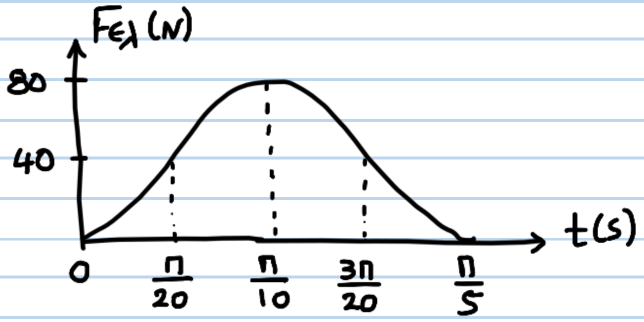
$t=0,\ x=+A\quad F_{ελ}=0$

$t=\frac{T}{4},\ x=0,\quad F_{ελ}=40N$

$t=\frac{T}{2},\ x=-A\quad F_{ελ}=80N$

$t=\frac{3T}{4},\ x=0\quad F_{ελ}=40N$

$t=T,\ x=+A\quad F_{ελ}=0$



Γ4 Τη χρονική στιγμή $t_1 = 10T\quad A_1 = \frac{A_0}{2}\qquad A_0 = 0{,}4m$

$\Rightarrow A_0 e^{-\Lambda t_1} = \frac{A_0}{2} \Rightarrow e^{-\Lambda t_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Lambda t_1 = \ln 2 \Rightarrow \Lambda = \frac{\ln 2}{t_1} = \frac{\ln 2}{10T}$

$t_2 = (10+20)T = 30T$

$A_2 = A_0 e^{-\Lambda t_2}\qquad$ όπου $\Lambda t_2 = \frac{\ln 2}{10T}30T = 3\ln 2 = \ln 2^3 = \ln 8$

$A_2 = A_0 e^{-\ln 8} = \frac{A_0}{e^{\ln 8}} \Rightarrow \boxed{A_2 = \frac{A_0}{8} = 0{,}05m = 5cm}$

Γ5 $t_1 = 10T,\ A_1 = \frac{A_0}{2},\ E_1 = \frac{1}{2}DA_1^2 = \frac{1}{2}D\frac{A_0^2}{4} = \frac{E_0}{4}$

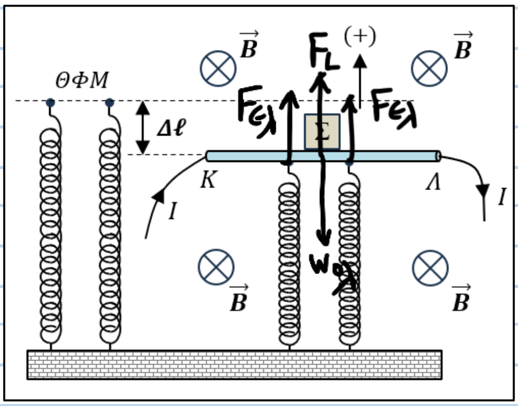
$t_2 = 30T,\ A_2 = \frac{A_0}{8},\ E_2 = \frac{1}{2}DA_2^2 = \frac{1}{2}D\frac{A_0^2}{64} = \frac{E_0}{64}$

$|\Delta E| = E_1 - E_2 = \frac{E_0}{4} - \frac{E_0}{64} \Rightarrow |\Delta E| = \frac{15}{64}E_0$

$\Pi = \frac{|\Delta E|}{E_0}100\% = \frac{\frac{15}{64}E_0}{E_0}100\% \Rightarrow \Pi = \frac{15}{64}100\%$

$$\boxed{\Pi = \frac{1500}{64}\% = 23{,}4375\% = 23{,}4\%}$$

ΘΕΜΑ Δ



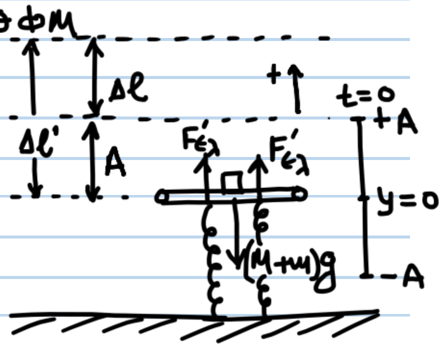
Δ1 Στην ισορροπία του συστήματος ασκούνται οι δυνάμεις από τα ελατήρια $\vec{F}_{ελ}$, η δύναμη Laplace $\vec{F}_L$ και τα βάρη των σωμάτων $\vec{W}_{ολ} = \vec{W}_{Mg} + \vec{W}_{mg}$

$$\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Rightarrow F_L + 2F_{ελ} = W_{ολ}$$

$$\Rightarrow B I d + 2k\cdot\Delta\ell = (M+m)g$$

$$\Rightarrow I = \frac{(M+m)g - 2k\Delta\ell}{Bd} \Rightarrow I = \frac{40-20}{1\cdot 1}\,A \Rightarrow \boxed{I = 20\,A}$$

Δ2 Η θέση ισορροπίας ταλάντωσης είναι πιο κάτω αφού μηδενίζεται η δύναμη Laplace. Ισχύει:



ΘΙ αατ: $\Sigma F_y' = 0 \Rightarrow 2F_{ελ}' = (M+m)g$

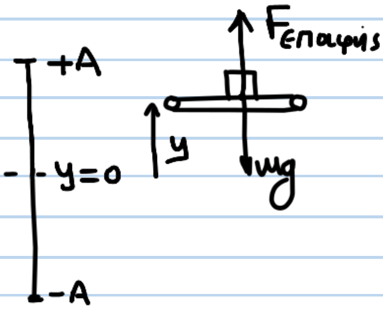
$$\Rightarrow 2k\Delta\ell' = (M+m)g \Rightarrow \Delta\ell' = \frac{(M+m)g}{2k} = 0,4\,m$$

Το σύστημα ξεκινά αατ από την άνω ακραία θέση με πλάτος $A = \Delta\ell' - \Delta\ell \Rightarrow A = 0,2\,m$

Ισχύει $y = A\,\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$ $\quad D = 2k = (m+M)\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2k}{m+M}} = 5\,\frac{rad}{s}$

$t = 0$ $\quad y = +A \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = 1 = \eta\mu\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi_0 = \pi/2$ rad

Οπότε: $\boxed{y = 0,2\,\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right)\ SI}$



Δ3 Το σώμα Σ στη διάρκεια της αατ δέχεται το βάρος του και τη δύναμη επαφής από τον αγωγό.

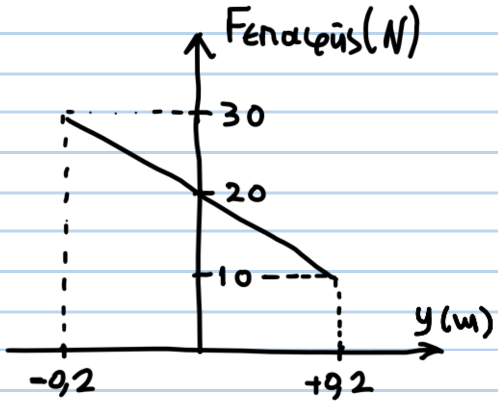
Ισχύει: $\Sigma F_{(m)} = m\alpha \Rightarrow F_{επαφής} - mg = -m\omega^2 y$

όπου $\alpha = -\alpha_{max}\,\eta\mu(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 A\,\eta\mu(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 y$

$$\Rightarrow F_{επαφής} = mg - m\omega^2 y$$

$\Rightarrow \boxed{F_{επαφής} = 20 - 50\cdot y \quad SI}$

με $-A \le y \le +A \rightarrow \underline{-0,2m \le y \le +0,2m}$

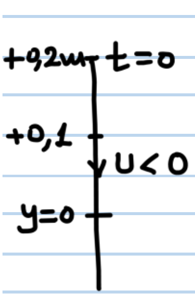


για $y = -0,2m$ $\quad F_{επαφής} = 30N$

$y = 0$ $\quad F_{επαφής} = 20N$

$y = +0,2m$ $\quad F_{επαφής} = 10N$

Δ4| $F_{επαφής} = 15N \Rightarrow 20 - 50y = 15 \Rightarrow -50y = -5 \Rightarrow y = +0,1m$



$1^η$ φορά $F_{επαφής} = 15N$ στη θέση $y = +0,1m$ με $υ < 0$.

Ισχύει $E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}(m+M)υ^2 + \frac{1}{2}Dy^2$

$$υ^2 = \frac{D}{m+M}(A^2 - y^2) = \frac{100}{4}\left(\frac{4}{100} - \frac{1}{100}\right)(m/s)^2$$

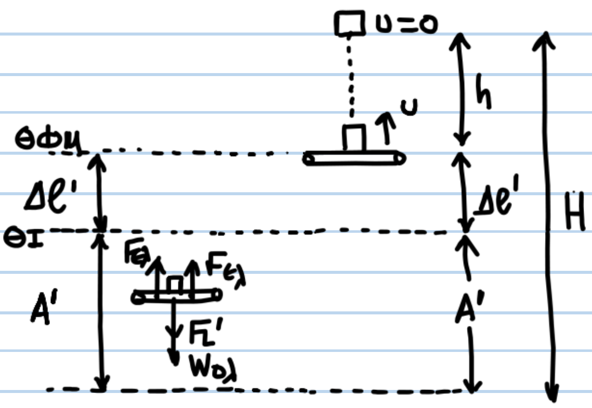
$$υ = \pm \frac{\sqrt{3}}{2} m/s \xrightarrow{υ<0} υ = -\frac{\sqrt{3}}{2} m/s$$

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{ΣF}}{dt} = \frac{ΣF dy}{dt} = ΣF\cdot υ = -Dy\cdot υ$$

$$\frac{dK}{dt} = -100(+0,1)\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) J/s \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt} = +5\sqrt{3}\ J/s}$$

Δ5| Από τη ΘΙ της ααт που το σύστημα είναι ακίνητο και μέχρι να ακινητοποιηθεί στιγμιαία στην κάτω ακραία θέση, ασκείται κατακόρυφα προς τα κάτω δύναμη Laplace σταθερού μέτρου $F_L' = BI'd = 30N$.

Εφαρμογή ΘΜΚΕ από τη ΘΙ μέχρι την κάτω ακραία θέση για την εύρεση του νέου πλάτους A' της νέας ααт:



$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{F_L'} + W_{w_{ολ}} + 2W_{F_{ελ}}$$

$$0 - 0 = F_L'\cdot A' + w_{ολ}\cdot A' + 2(U_{ελ_{αρχ}} - U_{ελ_{τελ}})$$

$$0 = BI'dA' + (m+M)gA' + 2\left[\frac{1}{2}k\Delta\ell'^2 - \frac{1}{2}k(\Delta\ell'+A')^2\right]$$

$$0 = BI'A' + (m+M)gA' + k\Delta\ell'^2 - k\Delta\ell'^2 - kA'^2 - 2k\Delta\ell'\cdot A'$$

$$0 = BI'A' + \underbrace{\left[(m+M)g - 2k\Delta\ell'\right]}_{0\ (\text{από ΘΙ ααт})}A' - kA'^2$$

$$0 = BI'A' - kA'^2 \Rightarrow 50A'^2 - 30A' = 0 \Rightarrow A'(5A'-3) = 0$$

$$A' = 0 \quad \text{ή} \quad 5A' = 3 \Rightarrow \underline{\underline{A' = 0{,}6m}}$$

ή Μέσω του έργου της Laplace προσφέρεται ενέργεια και στη συνέχεια το σύστημα εκτελεί ααт οπότε: $E_{προσφ} = W_{F_L}' = E_{ταλ}$

$$\Rightarrow F_L'A' = \frac{1}{2}DA'^2 \Rightarrow BI'd = \frac{1}{2}2kA' \Rightarrow A' = \frac{BI'd}{k} = \frac{30}{50}m \Rightarrow \underline{\underline{A' = 0{,}6m}}$$

Το σώμα Σ κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης δέχεται δύναμη επαφής $F_{επαφής} = 20 - 50y$

Χάνει επαφή όταν $F_{επαφής} = 0 \Rightarrow 50y = 20 \Rightarrow y = +0{,}4m$

Δηλαδή χάνει στη θέση φυσικού μήκους ($y = +0{,}4m = +\Delta\ell'$) του ελατηρίου. Επειδή $A' = 0{,}6m > y = +\Delta\ell' = 0{,}4m$ φτάνει και ξεπερνά τη ΘΦΜ οπότε ο αγωγός και το σώμα Σ χάνουν επαφή. Στη συνέχεια το σώμα Σ εκτελεί κατακόρυφη βολή προς τα πάνω και ο αγωγός εκτελεί νέα ααт.

Στη ΘΦΜ: $E' = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}DA'^2 = \frac{1}{2}(m+M)v^2 + \frac{1}{2}Dy^2$

$$v^2 = \frac{D}{m+M}(A'^2 - y^2) \quad \text{όπου } y = +\Delta\ell' = +0{,}4m$$

$$v^2 = \frac{100}{4}\left(\frac{36}{100} - \frac{16}{100}\right)(m/s)^2 \Rightarrow |v| = \sqrt{5}\ m/s$$

ΘΜΚΕ για Σ: $K_{Σ,τελ} - K_{Σ,αρχ} = W_{mg}$

$$0 - \frac{1}{2}mv^2 = -mgh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = 0{,}25m$$

Άρα διανύει: $H = A' + \Delta\ell' + h = (0{,}6 + 0{,}4 + 0{,}25)m \Rightarrow \boxed{H = 1{,}25m}$