ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2023
Λύσεις

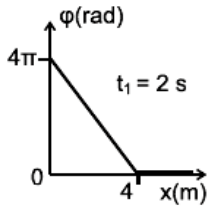
ΘΕΜΑ Α (5 + 5 + 5 + 5 + 5 μ.)

Α1. β)
Α2. δ)
Α3. β)
Α4. α)
Α5. α) Λάθος β) Σωστό γ) Σωστό δ) Λάθος ε) Λάθος.

ΘΕΜΑ Β (8 + 8 + 9 μ.)

Β1. α) i.

β) Η φάση του κύματος είναι $\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ και για $t_1 = 2$ s είναι $\varphi = 2\pi\left(\frac{2}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$.



Για $x = 0$ και $\varphi = 4\pi$ rad έχουμε $4\pi = 2\pi\left(\frac{2}{T} - 0\right) \Rightarrow 4\pi = \frac{4\pi}{T} \Rightarrow T = 1$ s

και $f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = 1$ Hz.

Για $x_1 = 4$ m και $\varphi = 0$ έχουμε $0 = 2\pi\left(\frac{2}{1} - \frac{4}{\lambda}\right) \Rightarrow \frac{4}{\lambda} = 2 \Rightarrow \lambda = 2$ m.

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε $\upsilon = \lambda \cdot f \Rightarrow \upsilon = 2 \cdot 1\frac{m}{s} \Rightarrow \upsilon = 2\frac{m}{s}$.

Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2{,}5$ s το κύμα έχει φτάσει στη θέση $x_2 = \upsilon \cdot t_2 \Rightarrow x_2 = 2 \cdot 2{,}5$ m $\Rightarrow x_2 = 5$ m.

Τα μήκη κύματος στην απόσταση x_2 είναι $N = \frac{x_2}{\lambda} \Rightarrow N = \frac{5}{2} \Rightarrow$

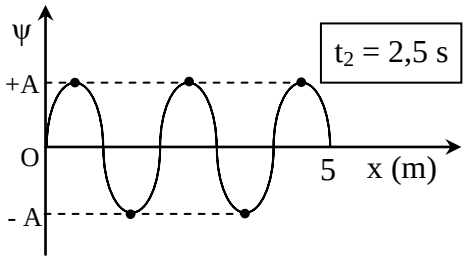
$\Rightarrow N = 2{,}5$ μήκη κύματος.

Η εξίσωση του στιγμιότυπου τη στιγμή $t_2 = 2{,}5$ s είναι

$\psi = A\,\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow \psi = A\,\eta\mu 2\pi\left(2{,}5 - \frac{x}{2}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow \psi = A\,\eta\mu(5\pi - \pi x)$ (S.I.).

Από το στιγμιότυπο βλέπουμε ότι υπάρχουν 5 σημεία σε ακραία θέση της τροχιάς τους.



Μπορούμε επίσης:
α) Μετά τα Τ και λ, να βρούμε το x_2 από την εξίσωση της φάσης με $\varphi = 0$ και $t_2 = 2{,}5$ s.
β) Μετά το Τ, να βρούμε τον αριθμό των ταλαντώσεων της πηγής $N = t_2/T = 2{,}5$ ταλαντώσεις. Το κύμα θα έχει προχωρήσει κατά $x_2 = 2{,}5\,\lambda$.

Β2. α) ii.

β) Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση $K = hf - \varphi$

με $K_1 = 0$ έχουμε για τη συχνότητα κατωφλίου f_1 την εξίσωση $0 = hf_1 - \varphi \Rightarrow \varphi = hf_1$.

Από το Θ.Μ.Κ.Ε. μεταξύ καθόδου και ανόδου με $K_{\alpha\nu} = 0$ έχουμε για την τάση αποκοπής

$K_{\alpha\nu} - K_{\kappa\alpha\theta} = W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow 0 - K_2 = -eV_o \Rightarrow K_2 = eV_o \Rightarrow V_o = \frac{K_2}{e}$.

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση για $f_2 = 3f_1$ έχουμε $K_2 = hf_2 - \varphi$.

Άρα $V_o = \frac{hf_2 - \varphi}{e} \Rightarrow V_o = \frac{h\,3f_1 - hf_1}{e} \Rightarrow V_o = \frac{2hf_1}{e}$.

Β3. α) ii.

Για τα ιόντα που δεν εκτρέπονται ισχύει $\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{F}_{\eta\lambda} + \vec{F}_L = 0 \Rightarrow \vec{F}_{\eta\lambda} = -\vec{F}_L \Rightarrow F_{\eta\lambda} = F_L \Rightarrow$

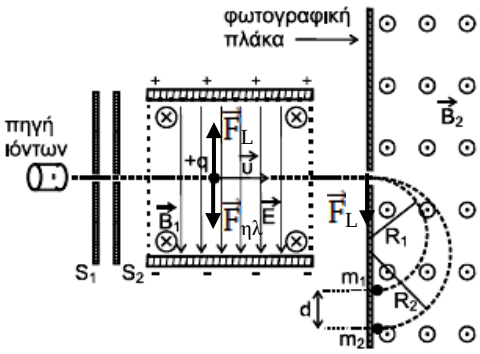
$\Rightarrow qE = q\upsilon B_1 \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B_1}$.

β) i.

Για την απόσταση των δυο ιχνών ισχύει $d = 2R_2 - 2R_1 \Rightarrow$

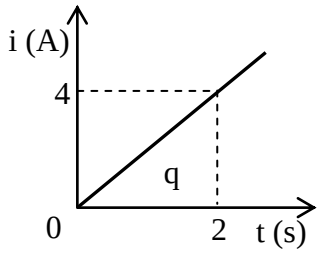
$\Rightarrow d = 2(R_2 - R_1) \Rightarrow d = 2\left(\frac{m_2\upsilon}{B_2 q} - \frac{m_1\upsilon}{B_2 q}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow d = 2\frac{\upsilon}{B_2 q}(m_2 - m_1) \Rightarrow d = 2\frac{E}{B_1 B_2 q}\Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{dB_1B_2q}{2E}$.

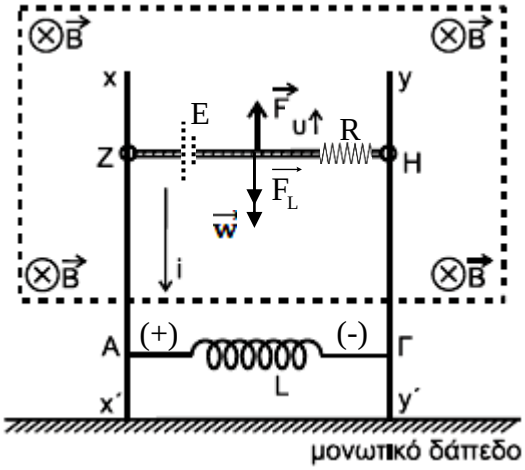


ΘΕΜΑ Γ (7 + 4 + 6 + 8 μ.)

Γ1. Είναι $i = 2t$ (S.I.), της μορφής $\psi = \alpha x$. Για $t = 2$ s έχουμε $i = 4$ A.
Η γραφική παράσταση φαίνεται στο διπλανό σχήμα.
Για τον ρυθμό μεταβολής (σταθερός) της έντασης του ρεύματος έχουμε
$\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{4-0}{2-0} = 2\ \frac{A}{s}$.
Το φορτίο που περνά από μια διατομή είναι ίσο με το εμβαδόν του τριγώνου μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα t:
$q = \frac{1}{2} 2 \cdot 4 = 4$ C.



Γ2. Επειδή το ρεύμα στο κύκλωμα αυξάνεται, η $E_{αυτ}$ αντιτίθεται στη μεταβολή αυτή και έχει την πολικότητα του σχήματος Α(+), Γ(-).
Για την απόλυτη τιμή της $E_{αυτ}$ έχουμε
$|E_{αυτ}| = L\frac{\Delta i}{\Delta t} \Rightarrow |E_{αυτ}| = 0{,}5 \cdot 2$ V $\Rightarrow |E_{αυτ}| = 1$ V.



Γ3. Από τον 2ο κανόνα του Kirchhoff έχουμε
$E - |E_{αυτ}| - iR = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow E = |E_{αυτ}| + iR \Rightarrow E = 1 + 2t$ (S.I.).
Άρα για την ταχύτητα βρίσκουμε
$E = B\upsilon\ell \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B\ell} \Rightarrow \upsilon = \frac{1+2t}{1 \cdot 1} \Rightarrow \upsilon = 1 + 2t$ (S.I.).

Γ4. i) Η επιτάχυνση είναι $\alpha = \frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \frac{\Delta(1+2t)}{\Delta t} = \frac{2\Delta t}{\Delta t} = 2\ \frac{m}{s^2}$.
Από τον 2ο νόμο του Νεύτωνα έχουμε
$\Sigma\vec{F} = m\vec{\alpha} \Rightarrow F - F_L - w = m\alpha \Rightarrow$
$\Rightarrow F = Bi\ell + mg + m\alpha \Rightarrow$
$\Rightarrow F = 1 \cdot 2t \cdot 1 + 0{,}5 \cdot 10 + 0{,}5 \cdot 2 \Rightarrow F = 2t + 5 + 1 \Rightarrow$
$\Rightarrow F = 6 + 2t$ (S.I.).
Τη στιγμή $t_1 = 2$ s είναι $F_1 = 6 + 2 \cdot 2 \Rightarrow F = 10$ N.

Αλλιώς:
Είναι $i = 2t = 2 \cdot 2 = 4$ A και
$F_L = Bi\ell = 1 \cdot 4 \cdot 1$ N $= 4$ N.
Από την εξίσωση της ταχύτητας με σύγκριση:
$\left.\begin{array}{l}\upsilon = 1 + 2t \\ \upsilon = \upsilon_o + \alpha t\end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = 2\frac{m}{s^2}$.
Άρα $\Sigma\vec{F} = m\vec{\alpha} \Rightarrow F - F_L - w = m\alpha \Rightarrow$
$\Rightarrow F - 4 - 5 = 1 \Rightarrow F = 10$ N.

ii) Τη στιγμή $t_1 = 2$ s η ταχύτητα είναι $\upsilon_1 = 1 + 2 \cdot 2 \Rightarrow$
$\Rightarrow \upsilon_1 = 5\ \frac{m}{s}$.
Ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια από τη δύναμη $\vec{F}$ είναι:
$P_F = \frac{dW_F}{\Delta t} = F_1\,\upsilon_1\,\text{συν}0° \Rightarrow P_F = 10 \cdot 5\ \frac{J}{s} \Rightarrow P_F = 50\ \frac{J}{s}$.

iii) Τη στιγμή $t_1 = 2$ s η ένταση του ρεύματος είναι $i_1 = 4$ A.
Ο ρυθμός με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο είναι:
$P_L = \frac{dU_L}{\Delta t} = |E_{αυτ}| \cdot i_1 \Rightarrow P_L = 1 \cdot 4\ \frac{J}{s} \Rightarrow P_L = 4\ \frac{J}{s}$.

Αλλιώς: $P_L = P_{ηλ} - P_θ \Rightarrow P_L = E_{επ} \cdot i_1 - i_1^2 R \Rightarrow P_L = B\upsilon_1\ell \cdot i_1 - i_1^2 R \Rightarrow P_L = 1 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 4 - 4^2 \cdot 1 \Rightarrow$
$\Rightarrow P_L = 20 - 16 \Rightarrow P_L = 4\ \frac{J}{s}$.
[Η $P_F = 50$ W, αναλυτικά είναι 16 W ρυθμός παραγωγής θερμικής ενέργειας, 4 W ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας πηνίου, 25 W ρυθμός αύξησης βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και 5 W ρυθμός αύξησης κινητικής ενέργειας.]

ΘΕΜΑ Δ (4 + 4 + 7 + 5 + 5 μ.)

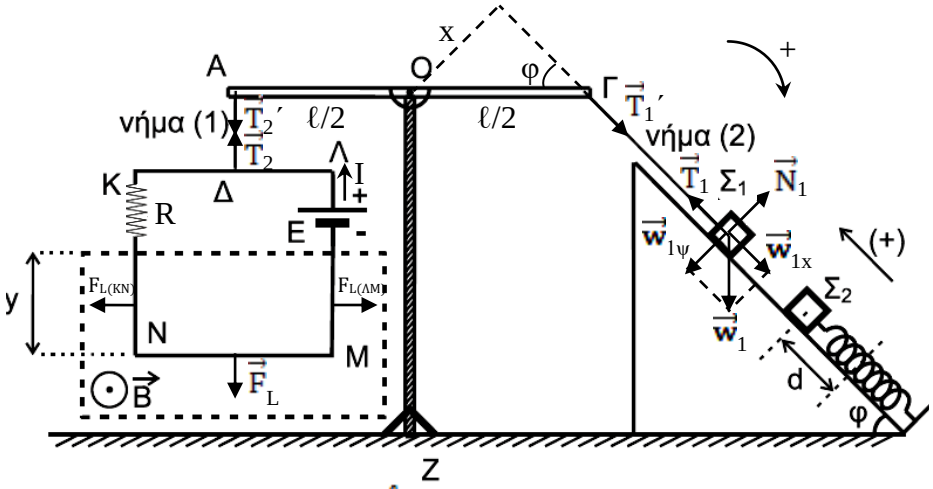
Δ1. Από την ισορροπία του Σ_1 στον άξονα x είναι:

$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Rightarrow T_1 - w_{1x} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1 = m_1 g\,\eta\mu\varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1 = 3 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5}\,N \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1 = 18\,N.$



Από την ισορροπία του νήματος (2) και τον 3ο νόμο του Νεύτωνα

$T_1' = T_1 = 18\,N.$

Από τη στροφική ισορροπία της ράβδου είναι $\Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow \tau_{T_1'} + \tau_{T_2'} = 0 \Rightarrow T_1' x - T_2' \frac{\ell}{2} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1' \frac{\ell}{2}\,\eta\mu\varphi = T_2' \frac{\ell}{2} \Rightarrow T_2' = 18\,\frac{3}{5}\,N \Rightarrow T_2' = 10{,}8\,N.$

Δ2. Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα $I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = \frac{30}{2}\,A \Rightarrow I = 15\,A.$

Οι δυνάμεις Laplace στις πλευρές ΛΜ και ΚΝ έχουν μέτρα $F_{L(\Lambda M)} = F_{L(KN)} = BI\psi$ και είναι αντίθετες.

Από την ισορροπία του νήματος (1) και τον 3ο νόμο του Νεύτωνα είναι $T_2 = T_2' = 10{,}8\,N.$

Από την ισορροπία του πλαισίου στην κατακόρυφη διεύθυνση έχουμε

$\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow T_2 - F_L = 0 \Rightarrow F_L = T_2 \Rightarrow$

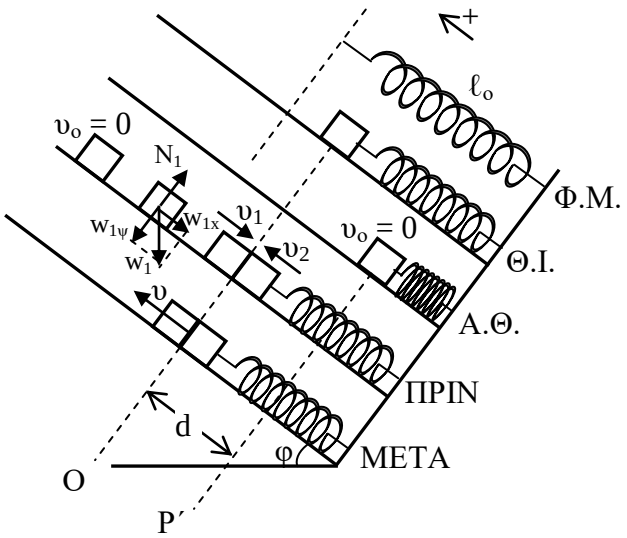
$\Rightarrow BI\alpha = T_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow B = \frac{T_2}{I\alpha} \Rightarrow B = \frac{10{,}8}{15 \cdot 0{,}8}\,T \Rightarrow B = 0{,}9\,T.$

[Η μελέτη της στροφικής ισορροπίας του πλαισίου με χρήση ροπών δεν είναι απαραίτητη.]

Δ3. Το Σ_2 ξεκινά από ακραία θέση της τροχιάς και εκτελεί τμήμα ταλάντωσης με περίοδο

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{100}}\,s \Rightarrow T = \frac{2\pi}{10}\,s \Rightarrow T = \frac{\pi}{5}\,s.$



Από τη θέση ισορροπίας διέρχεται για πρώτη φορά σε χρόνο $t = \frac{T}{4} \Rightarrow t = \frac{\pi/5}{4}\,s \Rightarrow t = \frac{\pi}{20}\,s.$

Η γωνιακή συχνότητα είναι $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\pi/5}\,\frac{rad}{s} \Rightarrow \omega = 10\,\frac{rad}{s}.$

Το πλάτος Α είναι η απόσταση d (A = d), οπότε η ταχύτητα του Σ_2 στη θέση ισορροπίας είναι

$\upsilon_2 = \omega A \Rightarrow \upsilon_2 = \omega\, d \Rightarrow \upsilon_2 = 10\,\frac{9\pi}{100}\,\frac{m}{s} \Rightarrow \upsilon_2 = \frac{9\pi}{10}\,\frac{m}{s}.$

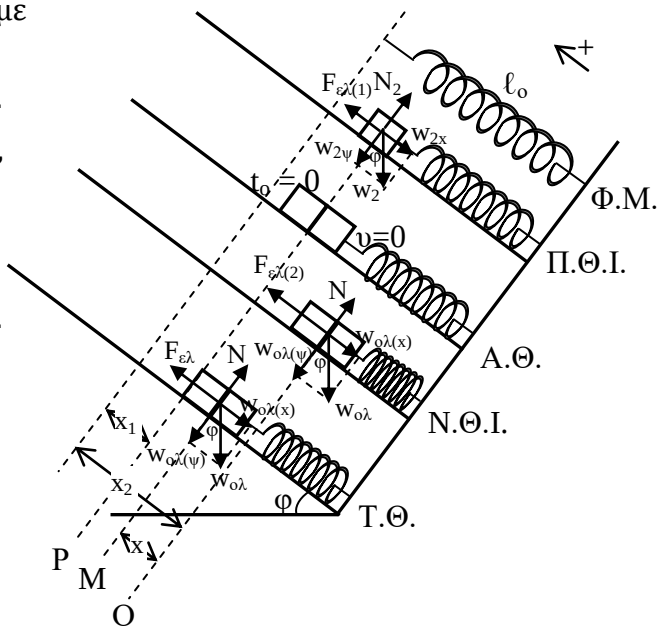
Η ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση του Σ_1 στο κεκλιμένο επίπεδο διαρκεί επίσης $t = \frac{\pi}{20}\,s$. Από τον Θ.Ν.Μ. έχουμε:

$\Sigma F_x = m_1\alpha \Rightarrow w_{1x} = m_1\alpha \Rightarrow m_1 g\,\eta\mu\varphi = m_1\alpha \Rightarrow \alpha = g\,\eta\mu\varphi \Rightarrow \alpha = 10\,\frac{3}{5}\,\frac{m}{s^2} \Rightarrow \alpha = 6\,\frac{m}{s^2}.$

Η ταχύτητα του Σ_1 αμέσως πριν την κρούση είναι $\upsilon_1 = \alpha t \Rightarrow \upsilon_1 = 6 \cdot \frac{\pi}{20}\,\frac{m}{s} \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{3\pi}{10}\,\frac{m}{s}.$

Από την αρχή διατήρησης της ορμής για την κρούση των Σ_1 και Σ_2 έχουμε: $\vec{p}_{ολ(αρχ)} = \vec{p}_{ολ(τελ)} \Rightarrow$
$\Rightarrow m_2\upsilon_2 - m_1\upsilon_1 = (m_1 + m_2)\,\upsilon \Rightarrow 1 \cdot \frac{9\pi}{10} - 3 \cdot \frac{3\pi}{10} = 4\upsilon \Rightarrow \upsilon = 0.$

Δ4. Στην παλιά θέση ισορροπίας, για το Σ_2, έχουμε
$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{ελ(1)} - w_{2x} = 0 \Rightarrow m_2 g\,ημφ = kx_1 \Rightarrow$
$\Rightarrow 1 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 100\,x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{30}{500}\,m \Rightarrow x_1 = 0{,}06\,m.$
Στη νέα θέση ισορροπίας, για το συσσωμάτωμα, έχουμε
$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{ελ(2)} - w_{ολ(x)} = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow (m_1 + m_2)g\,ημφ = kx_2 \Rightarrow$
$\Rightarrow 4 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 100\,x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{120}{500}\,m \Rightarrow x_2 = 0{,}24\,m.$
Το συσσωμάτωμα ξεκινά να εκτελεί Α.Α.Τ. από ακραία θέση, εφόσον έχει αρχικά ταχύτητα μηδέν. Άρα $A' = x_2 - x_1 \Rightarrow$
$\Rightarrow A' = 0{,}24\,m - 0{,}06\,m \Rightarrow A' = 0{,}18\,m.$
Η περίοδος της νέας ταλάντωσης είναι
$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}} \Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{4}{100}}\,s \Rightarrow$
$\Rightarrow T' = 2\pi\,\frac{2}{10}\,s \Rightarrow T' = \frac{2\pi}{5}\,s$
και η γωνιακή συχνότητα $\omega' = \frac{2\pi}{T'} \Rightarrow \omega' = \frac{2\pi}{2\pi/5}\,\frac{rad}{s} \Rightarrow$
$\Rightarrow \omega' = 5\,\frac{rad}{s}.$

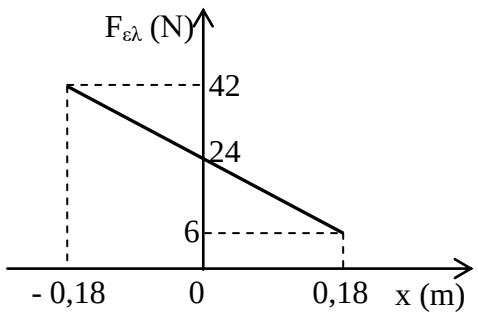


Αλλιώς: $D = k = (m_1 + m_2)\omega'^2 \Rightarrow$
$\Rightarrow 100 = 4\,\omega'^2 \Rightarrow \omega'^2 = 25 \Rightarrow$
$\Rightarrow \omega' = 5\,\frac{rad}{s}.$

Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση $x = +A'$, άρα η αρχική φάση είναι $\varphi_o = \frac{\pi}{2}$ rad.

Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης είναι $x = A'\,ημ(\omega' t + \varphi_o) \Rightarrow x = 0{,}18\,ημ(5t + \frac{\pi}{2})$ (S.I.).

Δ5. Σε τυχαία θέση Μ του θετικού ημιάξονα είναι
$\Sigma F = -Dx \Rightarrow$
$\Rightarrow F_{ελ} - w_{ολ} = -kx \Rightarrow F_{ελ} = (m_1 + m_2)g\,ημφ - kx \Rightarrow$
$\Rightarrow F_{ελ} = 4 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} - 100x \Rightarrow F_{ελ} = 24 - 100x$ (S.I.),
της μορφής $ψ = β - αx$, με $-0{,}18\,m \le x \le +0{,}18\,m$.
Για $x = -0{,}18\,m$ είναι $F_{ελ} = 24 - 100 \cdot (-0{,}18) =$
$= 24 + 18 = 42\,N$
Για $x = 0\,m$ είναι $F_{ελ} = 24 - 100 \cdot 0 = 24\,N$.
Για $x = +0{,}18\,m$ είναι $F_{ελ} = 24 - 100 \cdot 0{,}18 =$
$= 24 - 18 = 6\,N$.



Αλλιώς:
Σε τυχαία θέση Μ του θετικού ημιάξονα είναι:
$F_{ελ} = kx' \Rightarrow F_{ελ} = k\,(x_2 - x) \Rightarrow F_{ελ} = 100\,(0{,}24 - x) \Rightarrow F_{ελ} = 24 - 100x$ (S.I.),
με $-0{,}18\,m \le x \le +0{,}18\,m$.