

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΔΕΥΤΕΡΑ 12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2023
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΝΤΕΚΑ (11)

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΛΗΡΕΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. β

A2. δ

A3. β

A4. α

A5. α. Λάθος, β. Σωστό, γ. Σωστό, δ. Λάθος, ε. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

B1.

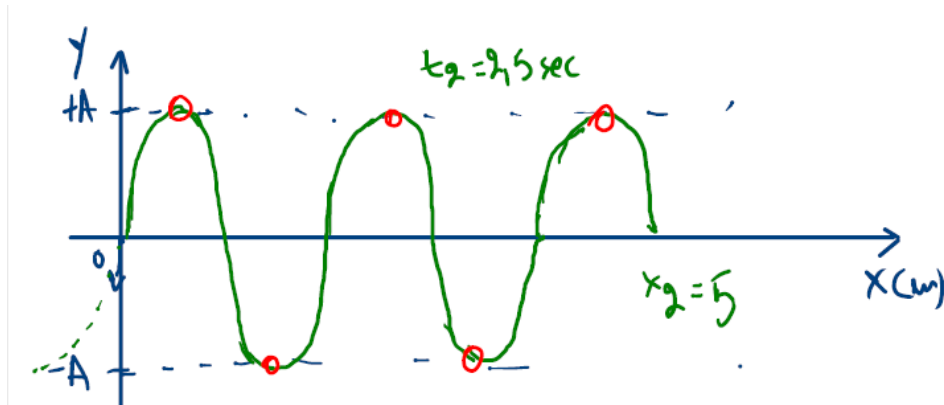
α) Σωστή απάντηση το **i**.

β) Από τη γραφική παράσταση παρατηρούμε ότι τη στιγμή $t_1 = 2 \text{ s}$ το κύμα φτάνει στη θέση $x = 4 \text{ m}$. Επομένως, η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v_\delta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m/s}$.

Η πηγή βρίσκεται στη θέση $x = 0$, οπότε τη στιγμή $t_1 = 2 \text{ s}$ η φάση της είναι $4\pi \text{ rad}$. Έτσι έχουμε $4\pi = \omega t_1 \Rightarrow \omega = 2\pi \text{ rad/s}$. Η περίοδος του κύματος είναι $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1 \text{ s}$, ενώ το μήκος κύματος $\lambda = v_\delta T = 2 \text{ m}$. Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2,5 \text{ s}$ το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι το σημείο $x_2 = v_\delta t_2 = 5 \text{ m}$.

Παρατηρούμε ότι τη στιγμή $t_2 = 2,5 \text{ s}$ ισχύει $\frac{x_2}{\lambda} = \frac{5}{2} \Rightarrow x_2 = \frac{5}{2}\lambda \Rightarrow x_2 = 2\lambda + \frac{\lambda}{2}$, ενώ η φάση της πηγής είναι $\varphi = \omega t_2 = 2\pi \cdot 2,5 = 5\pi \text{ rad}$, δηλαδή η πηγή βρίσκεται στη θέση ισορροπίας ($y = 0$) με ταχύτητα $-v_{\max}$.

Συνεπώς, τη στιγμή αυτή το στιγμιότυπο του κύματος είναι:



Επομένως, τη στιγμή $t_2 = 2,5 \text{ s}$ σε ακραία θέση της τροχιάς τους βρίσκονται ακριβώς πέντε σημεία.

B2.

α) Σωστή απάντηση το **ii**.

β) Η συχνότητα κατωφλίου για το μέταλλο της καθόδου είναι $f_1 = \frac{\phi}{h} \Rightarrow \phi = h \cdot f_1$, όπου ϕ το έργο εξαγωγής και h η σταθερά του Planck.

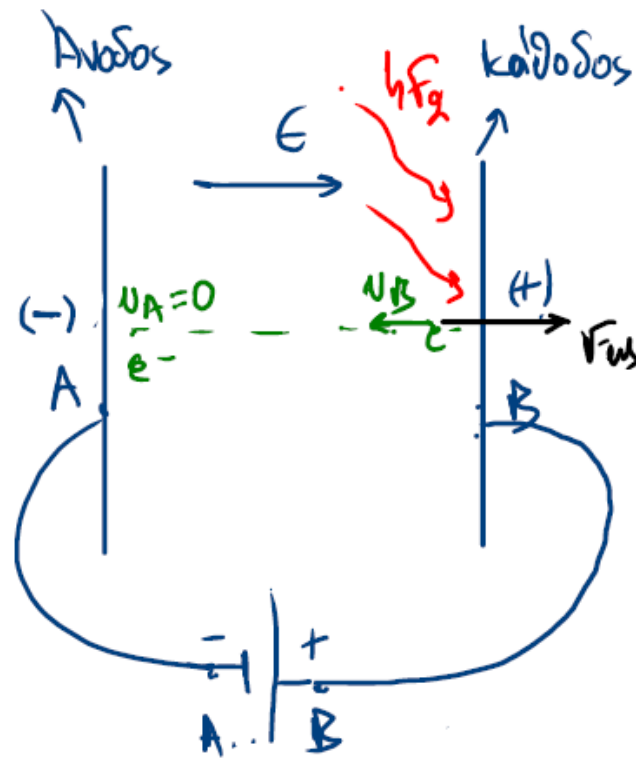
Τα ηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο με κινητική ενέργεια

$$K_B = hf_2 - \phi = 3hf_1 - hf_1 = 2hf_1.$$

Από το Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας (Θ.Μ.Κ.Ε.) για την κίνηση των ηλεκτρονίων από το B στο A έχουμε:

$$\begin{aligned}
 W_{\eta\lambda(B \rightarrow A)} &= K_A - K_B \Rightarrow U_{\eta\lambda(B)} - U_{\eta\lambda(A)} = 0 - K_B \Rightarrow q_e V_B - q_e V_A = -K_B \Rightarrow \\
 \Rightarrow q_e (V_B - V_A) &= -K_B \Rightarrow -e(V_B - V_A) = -K_B \Rightarrow eV_0 = K_B \Rightarrow eV_0 = 2hf_1 \Rightarrow \\
 V_0 &= \frac{2hf_1}{e}
 \end{aligned}$$

Επομένως, η τάση αποκοπής $V_0 = V_B - V_A$ είναι ίση με $V_0 = \frac{2hf_1}{e}$.



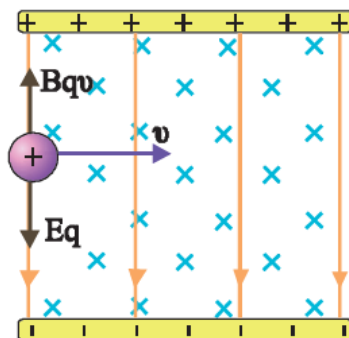
B3.

α) Σωστή απάντηση το **ii**.

Στα ιόντα που διέρχονται από το φίλτρο ταχυτήτων ασκείται δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο μέτρου $F_{\eta\lambda} = E|q|$ και από το μαγνητικό πεδίο η δύναμη Lorentz μέτρου $F_L = B_1 v |q|$

Για τα ιόντα που διέρχονται ανεπηρέαστα ισχύει

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \xrightarrow{\text{αλγεβρικά}} F_{\eta\lambda} = F_L \Rightarrow E|q| = B_1 v |q| \Rightarrow v = \frac{E}{B_1}.$$



β) Σωστή απάντηση το i.

Η ημικυκλική τροχιά των ιόντων για κάθε ισότοπο έχει ακτίνα

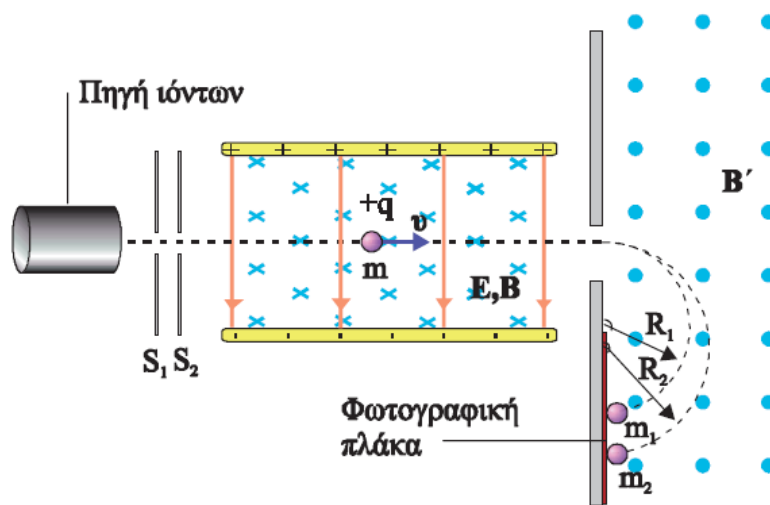
$$R_1 = \frac{m_1 v}{B_2 q} \quad \text{και} \quad R_2 = \frac{m_2 v}{B_2 q}$$

Για την απόσταση των ιχνών έχουμε:

$$d = 2(R_2 - R_1) \Rightarrow d = 2 \left(\frac{m_2 v}{B_2 q} - \frac{m_1 v}{B_2 q} \right) \Rightarrow d = \frac{2v}{B_2 q} \Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{dB_2 q}{2v}$$

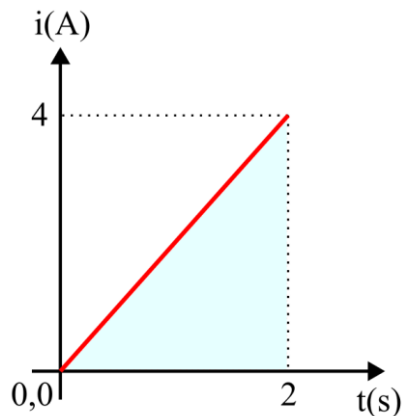
Όμως, από το προηγούμενο ερώτημα, $v = \frac{E}{B_1}$, οπότε τελικά

$$\Delta m = \frac{dB_1 B_2 q}{2E}.$$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από τη σχέση της έντασης του ρεύματος $i = 2t$ (S.I.) προκύπτει η ακόλουθη γραφική παράσταση



Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι σταθερός και ίσος με:

$$\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{i - i_0}{t - t_0} = \frac{2 \cdot t}{t} = 2 \text{ A/s}$$

Για $t = 2\text{s}$ η ένταση του ρεύματος είναι ίση με $i = 4\text{A}$

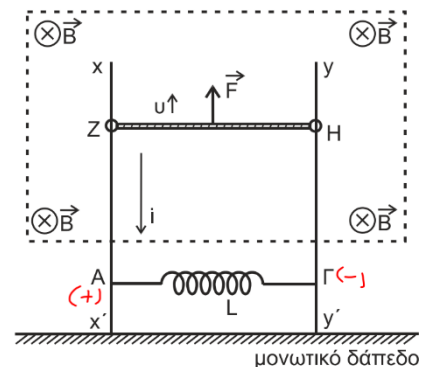
Το φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού στο χρονικό διάστημα 0 έως 2s υπολογίζεται από το εμβαδό του γραμμοσκιασμένου χωρίου της παραπάνω γραφικής παράστασης:

$$q = \frac{i \cdot t}{2} = \frac{2 \cdot 4}{2} = 4 \text{ C}$$

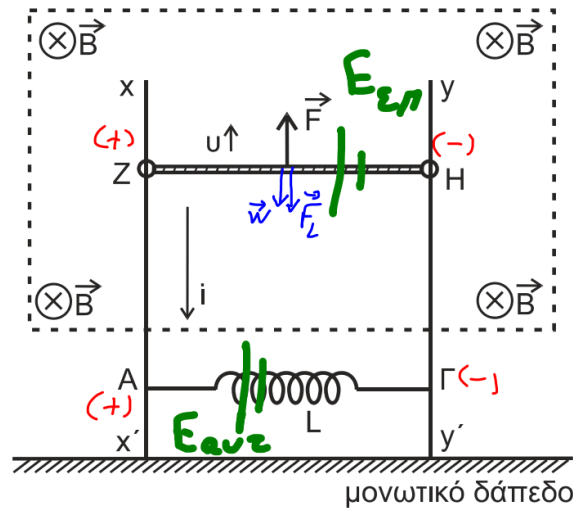
Γ2.

Το πηνίο αντιστέκεται στη μεταβολή του ρεύματος που το διαρρέει. Επειδή η ένταση του ρεύματος αυξάνεται, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz η πολικότητα της ΗΕΔ στο πηνίο λόγω αυτεπαγωγής φαίνεται στο σχήμα και είναι:

$$E_{\text{αυτ}} = \left| -L \frac{di}{dt} \right| = L \cdot \frac{di}{dt} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ V}$$



Γ3. Ο αγωγός ΖΗ κινείται με φορά προς τα πάνω, οπότε αναπτύσσεται σε αυτόν ΗΕΔ από επαγωγή με πολικότητα όπως στο ακόλουθο σχήμα.



Από το 2^ο κανόνα Kirchhoff στο ΖΑΓΗΑ προκύπτει:

$$-|E_{\alpha\upsilon\tau}| + i \cdot R + E_{\epsilon\pi} = 0 \Rightarrow$$

$$i = \frac{E_{\epsilon\pi} - |E_{\alpha\upsilon\tau}|}{R} \Rightarrow$$

$$i = \frac{B \cdot u \cdot l - |E_{\alpha\upsilon\tau}|}{R} \Rightarrow$$

$$2t = u - 1 \Rightarrow$$

$$u = 2t + 1 \text{ (S.I.)}$$

Γ4.

Επειδή η ταχύτητα είναι $u = 2t + 1$ (S.I.) η επιτάχυνση με την οποία κινείται η ράβδος είναι:

$$a = \frac{\Delta u}{\Delta t} = \frac{u - u_0}{t - t_0} = \frac{2t + 1 - 1}{t - 0} = 2 \frac{m}{s^2}$$

Η επιτάχυνση της κίνησης του αγωγού είναι σταθερή. Επομένως, ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Η ράβδος δέχεται τις δυνάμεις F , το βάρος W και λόγω κίνησης μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο θα ασκηθεί σε αυτή, στο κέντρο της, δύναμη Laplace, η οποία σύμφωνα με τον κανόνα των 3 δακτύλων είναι αντίθετη της ταχύτητας και το μέτρο της είναι

$$F_L = B \cdot i \cdot l = 1 \cdot 2t \cdot 1 = 2t \text{ (S.I.)}$$

α) Είναι

$$\Sigma F = F - W - F_L = m \cdot a \Rightarrow F - m \cdot g - 2t = m \cdot a \Rightarrow F = m \cdot g + 2t + m \cdot a \Rightarrow F = 6 + 2t \text{ (S.I.)}$$

Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2s$ έχουμε $F = 0.5 \cdot 10 + 2 \cdot 2 + 0.5 \cdot 2 = 4 + 4 + 1 = 10N$

β) Μέσω του έργου της δύναμης F προσφέρεται ενέργεια στον αγωγό με ρυθμό:

$$P_F = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cdot dy \cdot \cos 0^\circ}{dt} = F \cdot u$$

Είναι $F = 6 + 2 \cdot t = 10N$ και $u = 2 \cdot t + 1 = 5m/s$

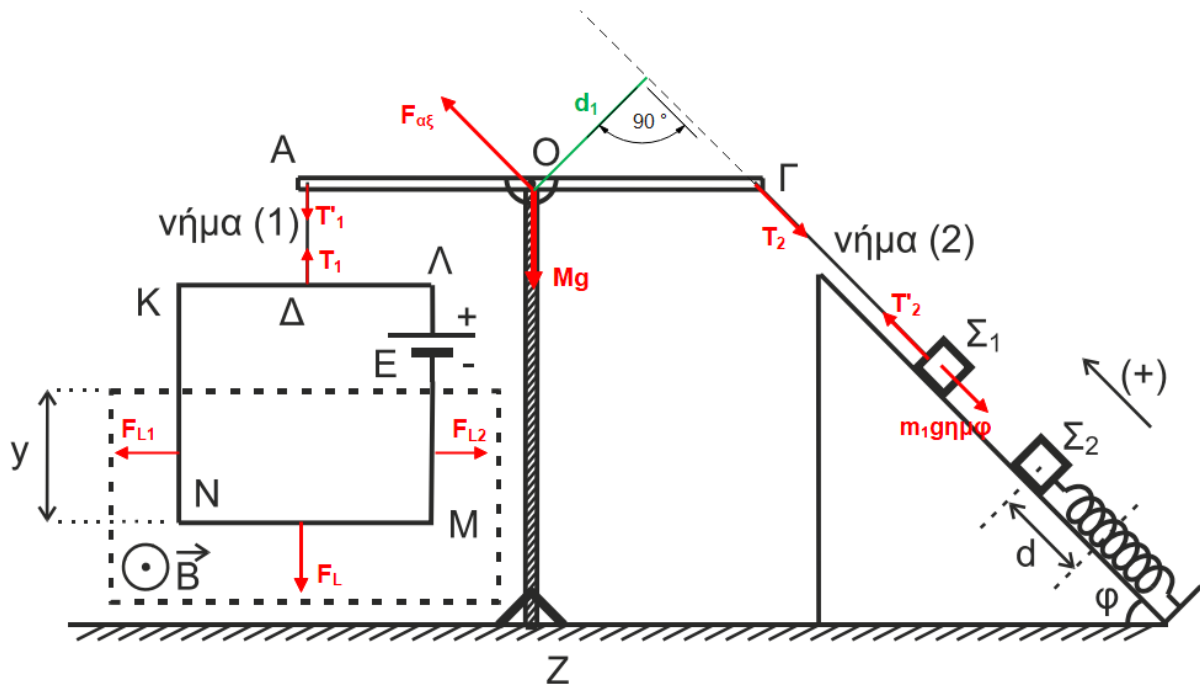
Άρα $P_F = F \cdot u = 10 \cdot 5 = 50W$.

γ) Το πηνίο λειτουργώντας ως αποδέκτης ενέργειας, απορροφά ενέργεια από το κύκλωμα η οποία μετατρέπεται σε ενέργεια του μαγνητικού πεδίου:

$$P_{αποθ} = |E_{απ}| \cdot i = 1 \cdot 2t = 2 \cdot t = 2 \cdot 2 = 4W$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



(Σ_1): Ισορροπεί άρα $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_2 = m_1 g \sin \phi \Rightarrow T_2 = 18 \text{ N}$

Επειδή το νήμα (2) είναι αβαρές: $T'_2 = T_2 = 18 \text{ N}$

Η ράβδος ΑΓ ισορροπεί άρα $\Sigma \tau_{(O)} = 0 \Rightarrow \tau_{T'_2} + \tau_{Mg} + \tau_{F_{a\xi}} + \tau_{T'_1} = 0 \Rightarrow -T'_2 d_1 + T'_1 \frac{1}{2} = 0 \quad (1)$

Όμως $\sin \phi = \frac{d_1}{1} \Rightarrow d_1 = \sin \phi \cdot \frac{1}{2} \quad (2)$

Άρα (1) $\Rightarrow T'_1 = 10,8 \text{ N}$. Επειδή το νήμα (2) είναι αβαρές: $T'_1 = T_1 = 10,8 \text{ N}$

Δ2. Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = 15 \text{ A}$.

Το πλαίσιο ισορροπεί άρα $\Sigma F = 0 \Rightarrow \Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = 0$

Οι δυνάμεις F_{L1} και F_{L2} που ασκούνται στα κατακόρυφα τμήματα του βρόχου αλληλοεξουδετερώνονται όπως φαίνεται στο σχήμα, δηλαδή $\vec{F}_{L1} = -\vec{F}_{L2}$.

Οπότε από $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_1 = F_L \Rightarrow F_L = B \cdot I \cdot a \Rightarrow B = 0,9 \text{ T}$

Δ3.

Το Σ_2 τη στιγμή της κρούσης έχει τη μέγιστη ταχύτητα, αφού βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του, οπότε:

$$\left. \begin{aligned} u_2 &= u_{\max} = \omega_2 \cdot A \\ \omega_2 &= \sqrt{\frac{k}{m_2}} = 10 \text{ rads/s} \\ A &= d = 0.09\pi \text{ m (αφέθηκε ελεύθερο)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow u_2 = 0.9\pi \text{ m/s}$$

Το Σ_2 για να φτάσει στην στη θέση ισορροπίας του για 1^η φορά απαιτείται χρονικό διάστημα ίσο με:

$$\left. \begin{aligned} \Delta t &= \frac{T_2}{4} \\ T_2 &= \frac{2\pi}{\omega_2} = \frac{\pi}{5} \text{ sec} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi}{20} \text{ sec}$$

Το Σ_1 εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση μέτρου:

$$a_1 = \frac{\Sigma F_x}{m_1} = \frac{m_1 \cdot g \cdot \eta \mu \varphi}{m_1} \Rightarrow a_1 = 6 \text{ m/s}^2$$

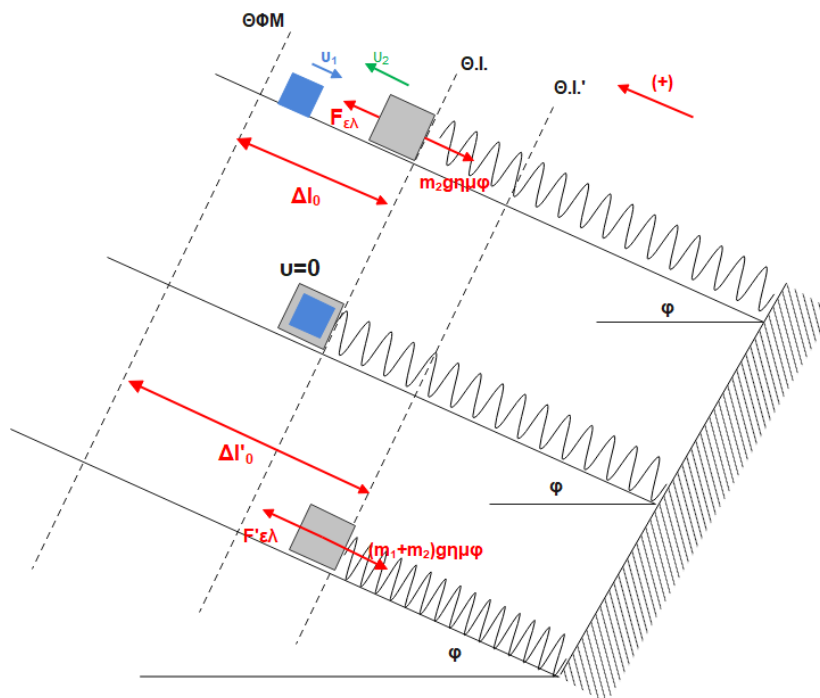
Αφού τα σώματα Σ_1 και Σ_2 φτάνουν ταυτόχρονα στη θέση ισορροπίας τους, η ταχύτητα του Σ_1 είναι:

$$u_1 = a_1 \cdot \Delta t = 6 \cdot \frac{\pi}{20} \Rightarrow u_1 = 0.3\pi \text{ m/s}$$

Το σύστημα $\Sigma_1 - \Sigma_2$ είναι μονωμένο οπότε από την ΑΔΟ: $\vec{p}_{ολ}^{αρχ} = \vec{p}_{ολ}^{τελ}$ άρα

$m_2 u_2 - m_1 u_1 = p_{\sigma\sigma} \Rightarrow 1 \cdot 0.9\pi - 3 \cdot 0.3\pi = 4 \cdot u \Rightarrow u = 0$ άρα το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται στιγμιαία.

Δ4.



Από τη συνθήκη ισορροπίας τόσο για το σώμα Σ_2 , όσο και για το συσσωμάτωμα, προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda,0} = m_2 g \eta \mu \varphi \Rightarrow k \cdot \Delta \ell_0 = m_2 g \eta \mu \varphi \Rightarrow \Delta \ell_0 = \frac{m_2 g \eta \mu \varphi}{k} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta \ell_0 = 0,06m \end{aligned}$$

και

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &\Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda,0} = (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi \Rightarrow k \cdot \Delta \ell'_0 = (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta \ell'_0 = \frac{(m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi}{k} \Rightarrow \Delta \ell'_0 = 0,24m \end{aligned}$$

Η Θ.Ι. αλλάζει για το συσσωμάτωμα και επειδή ήταν στιγμιαία ακίνητο μετά την κρούση το πλάτος της ταλάντωσής του είναι:

$$A' = \Delta \ell'_0 - \Delta \ell_0 \Rightarrow A' = 0,18m$$

Για $t_0 = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x = +A' \Rightarrow A' \eta \mu \varphi_0 = A' \Rightarrow \eta \mu \varphi_0 = 1 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$
και

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}$$

Άρα, η ζητούμενη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι:

$$x = 0,18 \eta \mu \left(5t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (S.I.)$$

Δ5. Σε κάθε θέση της ταλάντωσης του συσσωματώματος ισχύει:

$$\Sigma \vec{F} = -D\vec{x} \xrightarrow{\text{αλγεβρικά}} F_{ελ} - (m_1 + m_2)g \cdot \eta\mu\varphi = -kx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{ελ} = 40 \cdot \frac{3}{5} - 100x \Rightarrow \boxed{F_{ελ} = 24 - 100x} \text{ (S.I.)}, \quad -0,18m \leq x \leq 0,18m$$

Η παραπάνω σχέση είναι γραμμική και η ζητούμενη γραφική παράσταση φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

