

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

A1. $\rightarrow \gamma$, A2. $\rightarrow \delta$, A3. $\rightarrow \gamma$, A4. $\rightarrow \beta$

A5. $\alpha \rightarrow$ Λάθος, $\beta \rightarrow$ Σωστό, $\gamma \rightarrow$ Λάθος, $\delta \rightarrow$ Σωστό, $\varepsilon \rightarrow$ Σωστό,

ΘΕΜΑ Β

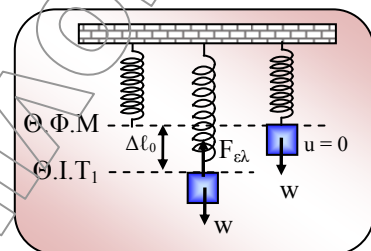
B1. Σωστό το i

1ο πείραμα

Στη Θ.Ι.Τ₁ έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w \Rightarrow k \cdot \Delta \ell_0 = m \cdot g$$

Η θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου είναι ακραία θέση για την ταλάντωση, αφού εκεί είναι $u = 0$. Άρα $\Delta \ell_0 = A_1$

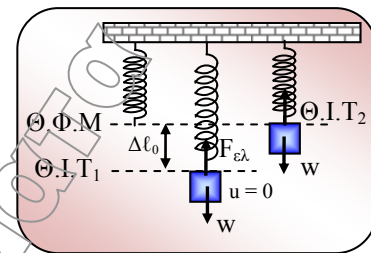


2ο πείραμα

Στη Θ.Ι.Τ₂ έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F + F_{ελ}' = w \Rightarrow F_{ελ}' = k \cdot \Delta \ell_0' = 0 \Rightarrow \Delta \ell_0' = 0$$

Η θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου είναι η νέα θέση ισορροπίας της ταλάντωσης, ενώ η Θ.Ι.Τ₁ είναι ακραία θέση για την ταλάντωση, αφού εκεί είναι $u = 0$. Άρα $\Delta \ell_0 = A_2$
 Οπότε θα είναι $A_2 = A_1 = \Delta \ell_0$



B2. Σωστό το ii

Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Βερνούλλι για τα σημεία (Γ) και (Δ) που ανήκουν στην ίδια ρευματική γραμμή:

$$p_\Gamma + \frac{1}{2} \rho u_\Gamma^2 + \rho g(H-h_1) = p_\Delta + \frac{1}{2} \rho u_\Delta^2 \xrightarrow{p_\Delta = p_\Gamma = p_{atm}}$$

$$u_1^2 = 2g(H - \frac{5}{6}H) = 2g \frac{H}{6} \Rightarrow u_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

$$\text{Η παροχή στην οπή 1 είναι: } \Pi_1 = A \cdot u_1 \Rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta t_1} = A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \quad (1)$$

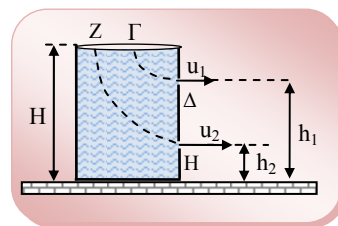
Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για τα σημεία (Z) και (H) που ανήκουν στην ίδια ρευματική γραμμή:

$$p_Z + \frac{1}{2} \rho u_Z^2 + \rho g(H-h_2) = p_H + \frac{1}{2} \rho u_H^2 \xrightarrow{p_Z = p_H = p_{atm}} u_2^2 = 2g(H - \frac{H}{3}) = 2g \frac{2H}{3} \Rightarrow u_2 = \sqrt{\frac{4gH}{3}}$$

$$\text{Η παροχή στην οπή 2 είναι: } \Pi_2 = A \cdot u_2 = A \cdot \sqrt{\frac{4gH}{3}}$$

Με ανοικτές και τις δυο οπές, η συνολική παροχή θα είναι:

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 \Rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta t_2} = A \left(\sqrt{\frac{gH}{3}} + \sqrt{\frac{4gH}{3}} \right) \Rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta t_2} = 3A \sqrt{\frac{gH}{3}} \quad (2)$$



Με διαίρεση κατά μέλη των (1), (2) έχουμε:

$$\frac{\frac{\Delta V}{\Delta t_1}}{\frac{\Delta V}{\Delta t_2}} = \frac{A\sqrt{\frac{gH}{3}}}{3A\sqrt{\frac{gH}{3}}} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$$

B3. Σωστό το iii

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{1}{2} mu^2 \\ p &= mu \Rightarrow u = \frac{p}{m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow K = \frac{1}{2} m \left(\frac{p}{m} \right)^2 = \frac{1}{2} m \frac{p^2}{m^2} \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$$

Αφού η κρούση είναι ελαστική θα ισχύει: $\Delta K = 0 \Rightarrow \Delta K_1 + \Delta K_2 = 0 \Rightarrow \Delta K_1 = -\Delta K_2$

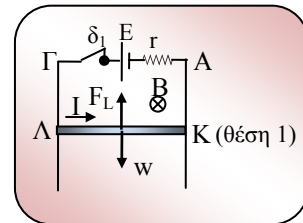
$$\Pi\% = \frac{\Delta K_2}{K_{1(\text{αρχ})}} 100\% = \frac{-\Delta K_1}{K_{1(\text{αρχ})}} 100\% = \frac{-(K_{1(\text{τελ})} - K_{1(\text{αρχ})})}{K_{1(\text{αρχ})}} 100\% = \frac{K_{1(\text{αρχ})} - K_{1(\text{τελ})}}{K_{1(\text{αρχ})}} 100\% \Rightarrow$$

$$\Pi\% = \frac{\frac{p_{1(\text{αρχ})}^2}{2m_1} - \frac{p_{1(\text{τελ})}^2}{2m_1}}{\frac{p_{1(\text{αρχ})}^2}{2m_1}} 100\% = \frac{p_{1(\text{αρχ})}^2 - p_{1(\text{τελ})}^2}{p_{1(\text{αρχ})}^2} 100\% = \frac{p_{1(\text{αρχ})}^2 - 25}{p_{1(\text{αρχ})}^2} 100\% \Rightarrow$$

$$\Pi\% = \frac{24p_{1(\text{αρχ})}^2}{p_{1(\text{αρχ})}^2} 100\% \Rightarrow \Pi\% = 96\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στη θέση (1) ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί. Συνεπώς η δύναμη Laplace που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο πρέπει να έχει φορά αντίθετη του βάρους του αγωγού ΚΛ, δηλ. προς τα πάνω, όπως στο διπλανό σχήμα. Άρα, σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα έχει διεύθυνση κάθετη στη σελίδα και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα όπως στο σχήμα (προς τα μέσα).



Είναι: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow$

$$B \frac{E}{R_{\text{ολ}}} l = mg \Rightarrow B = \frac{m \cdot g \cdot R_{\text{ολ}}}{E \cdot l} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{9 \cdot 1} \Rightarrow B = 1 \text{ T}$$

Γ2. Με το άνοιγμα του διακόπτη δ_1 , καταργείται η πηγή E, r από το κύκλωμα, οπότε δεν θα υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα και συνεπώς θα μηδενιστεί η δύναμη Laplace. Ο αγωγός υπό την επίδραση του βάρους του θα αρχίσει να κινείται προς τα κάτω επιταχυνόμενα. Σε μια μεταγενέστερη θέση θα έχει αποκτήσει ταχύτητα u και επειδή κινείται κάθετα τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, θα εμφανίζει φαινόμενο επαγωγής, δηλ. θα γίνει ηλεκτρική πηγή, όπως στο διπλανό σχήμα. Θα είναι:

$$|E_{\text{επ(ΚΛ)}}| = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| -\frac{B \cdot dA}{dt} \right| = \left| -\frac{B \cdot l \cdot dy}{dt} \right| \Rightarrow |E_{\text{επ(ΚΛ)}}| = Bul$$

Με τον δ_2 κλειστό έχουμε κλειστό κύκλωμα και ο αγωγός θα διαρρέεται από ρεύμα λόγω επαγωγής ($I_{\text{επ}}$) που καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz όπως στο διπλανό σχήμα. Θα είναι:



$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{B \cdot u \cdot \ell}{R_{\text{ολ}}}$$

Στον αγωγό θα αναπτυχθεί δύναμη Laplace και η κίνησή του θα γίνεται υπό την επίδραση του βάρους του και της δύναμης Laplace. Θα είναι:

$$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow m \cdot g - F_L = m \cdot a \Rightarrow m \cdot g - B \cdot I_{\varepsilon\pi} \cdot \ell = m \cdot a \Rightarrow$$

$$m \cdot g - B \cdot \frac{B \cdot u \cdot \ell}{R_{\text{ολ}}} \cdot \ell = m \cdot a \Rightarrow m \cdot g - \frac{B^2 \cdot u \cdot \ell^2}{R_{\text{ολ}}} = m \cdot a \Rightarrow$$

$$a = g - \frac{B^2 \cdot u \cdot \ell^2}{m \cdot R_{\text{ολ}}} \quad (1)$$

Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής έχουμε:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{V_K^2}{P_K} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{6^2}{6} \Rightarrow R_\Sigma = 6 \, \Omega$$

$$R_{\text{ολ}} = \frac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} + R_{\text{ΚΛ}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} + 2 \Rightarrow R_{\text{ολ}} = 4 \, \Omega$$

Από τη σχέση (1) φαίνεται πως η επιτάχυνση του αγωγού εξαρτάται από την ταχύτητά του. Αρχικά ($u = 0$) ξεκινάει με μέγιστη επιτάχυνση $a = g$. Αυξάνοντας όμως την ταχύτητά του, η επιτάχυνση θα ελαττώνεται και ο αγωγός θα επιταχύνεται με επιτάχυνση που θα ελαττώνει συνεχώς το μέτρο της. Συνεπώς κάποια στιγμή θα γίνει $a = 0$ και για τον αγωγό θα είναι το τέλος της επιταχυνόμενης κίνησής του. Άρα εκείνη τη στιγμή θα είναι $u = u_{\text{max}} = u_{\text{op}}$

$$\text{Θα είναι: } a = 0 \xrightarrow{(1)} g - \frac{B^2 \cdot u_{\text{op}} \cdot \ell^2}{m \cdot R_{\text{ολ}}} = 0 \Rightarrow u_{\text{op}} = \frac{m \cdot g \cdot R_{\text{ολ}}}{B^2 \cdot \ell^2} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 4}{1^2 \cdot 1^2} \Rightarrow u_{\text{op}} = 12 \, \text{m/s}$$

$$\text{Γ3. Στη θέση (2) είναι: } E_{\varepsilon\pi(\text{ΚΛ})} = B u_{\text{op}} \ell = \frac{1 \cdot 12 \cdot 1}{2} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi(\text{ΚΛ})} = 6 \, \text{V}$$

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi(\text{ΚΛ})}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{6}{4} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 1,5 \, \text{A} \quad \text{και} \quad F_L = B \cdot I_{\varepsilon\pi} \cdot \ell = 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \Rightarrow F_L = 1,5 \, \text{N}$$

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = m \cdot g - F_L = 0,3 \cdot 10 - 1,5 \Rightarrow \frac{dp}{dt} = 1,5 \, \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

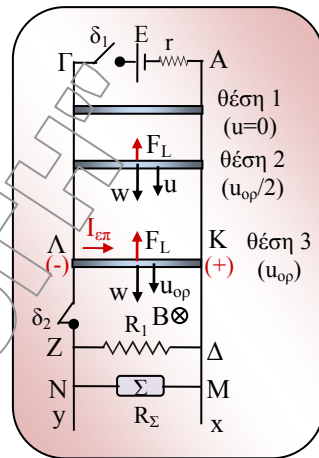
$$\text{Γ4. Όταν είναι } u = u_{\text{op}} \text{ θα έχουμε: } |E_{\varepsilon\pi}| = B u_{\text{op}} \ell = 1 \cdot 12 \cdot 1 = 12 \, \text{V}$$

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{|E_{\varepsilon\pi}|}{R_{\text{ολ}}} = \frac{12}{4} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 3 \, \text{A}$$

Οπότε η τάση στα άκρα της συσκευής Σ θα είναι:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{V_\Sigma}{R_{1,\Sigma}} = \frac{V_\Sigma}{\frac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma}} = \frac{V_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} \Rightarrow V_\Sigma = I_{\varepsilon\pi} \frac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} = 3 \cdot \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \Rightarrow V_\Sigma = 6 \, \text{V} = V_K$$

Άρα η συσκευή λειτουργεί κανονικά



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η ράβδος στροφικά ισορροπεί, οπότε θα έχουμε:

Για την ισορροπία του σώματος Σ_2 έχουμε:

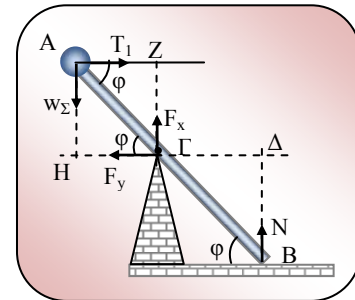
$$\vec{\Sigma}\tau_{(\Gamma)} = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_{l(\Gamma)} + \vec{\tau}_{w_{\Sigma(\Gamma)}} + \vec{\tau}_{N(\Gamma)} = 0 \Rightarrow$$

$$w_{\Sigma} \cdot (\Gamma H) - T_1 \cdot (\Gamma Z) + N \cdot (\Gamma \Delta) = 0 \Rightarrow$$

$$T_1 \frac{\ell}{2} \eta \mu \varphi - m_{\Sigma} g \frac{\ell}{2} \sigma \nu \varphi - N \frac{\ell}{2} \sigma \nu \varphi = 0 \Rightarrow$$

$$10,5 \cdot \frac{2}{2} \cdot 0,8 - 1 \cdot 10 \cdot \frac{2}{2} \cdot 0,6 - N \cdot \frac{2}{2} \cdot 0,6 = 0 \Rightarrow$$

$$8,4 - 6 = 0,6N \Rightarrow N = 4 \text{ N}$$



Δ2. Εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη στροφική κίνηση του συστήματος ράβδος – σώμα Σ .

$$\vec{\Sigma}\tau_{(\Gamma)} = I_{\text{ολ}} \cdot \vec{\alpha}_{\gamma} \Rightarrow m_{\Sigma} \cdot g \frac{\ell}{2} \sigma \nu \varphi = \left(\frac{1}{12} M_p \ell^2 + m_{\Sigma} \frac{\ell^2}{4} \right) \alpha_{\gamma} \Rightarrow 1 \cdot 10 \frac{2}{2} \cdot 0,6 = \left(\frac{1}{12} 3 \cdot 4 + 1 \frac{4}{4} \right) \alpha_{\gamma} \Rightarrow$$

$$6 = 2 \cdot \alpha_{\gamma} \Rightarrow \alpha_{\gamma} = 3 \text{ rad/s}^2$$

$$\text{Οπότε: } \frac{d\vec{L}}{dt} = I_p \cdot \vec{\alpha}_{\gamma} \Rightarrow \frac{dL}{dt} = \frac{1}{12} M_p \ell^2 \cdot \alpha_{\gamma} = \frac{1}{12} 3 \cdot 4 \cdot 3 \Rightarrow \frac{dL}{dt} = 3 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

Δ3. Εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ για το σύστημα ράβδος – Σ από τη θέση (I) στη θέση (II).

$$E_{\text{μηχ(I)}} = E_{\text{μηχ(II)}} \Rightarrow$$

$$m_{\Sigma} \cdot g \cdot h_1 + M_p \cdot g \cdot h_2 = \frac{1}{2} I_{\text{ολ}} \cdot \omega^2 + M_p \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow$$

$$m_{\Sigma} \cdot g \cdot \ell \cdot \eta \mu \varphi = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} M_p \ell^2 + m_{\Sigma} \frac{\ell^2}{4} \right) \cdot \omega^2 \Rightarrow$$

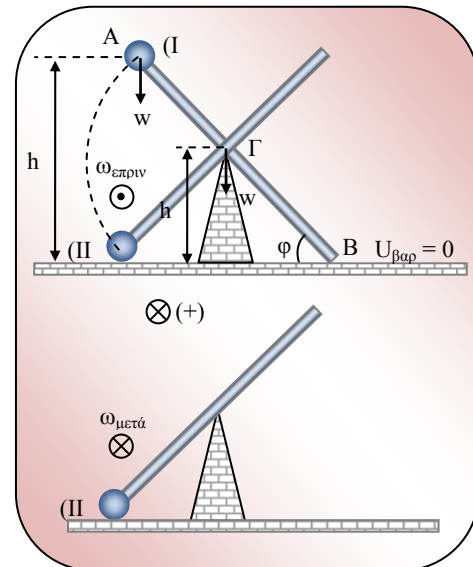
$$1 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,8 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} 3 \cdot 2^2 + 1 \frac{2^2}{4} \right) \cdot \omega^2 \Rightarrow$$

$$16 = \omega^2 \Rightarrow \omega = 4 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\Delta L} = \vec{L}_{\text{μετά}} - \vec{L}_{\text{πριν}} \Rightarrow \Delta L = \frac{3}{2} I_{\text{ολ}} \cdot \omega \Rightarrow$$

$$\Delta L = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{12} M_p \ell^2 + m_{\Sigma} \frac{\ell^2}{4} \right) \cdot \omega = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{12} 3 \cdot 2^2 + 1 \frac{2^2}{4} \right) \cdot 4$$

$$\Rightarrow \Delta L = 12 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2/\text{s} \text{ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα (προς τα μέσα)}$$



Δ4. Για τις δυνάμεις στην τροχαλία είναι:

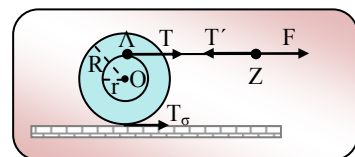
$F = T'$ ως δράση – αντίδραση και $T = T'$ αφού το νήμα είναι ιδανικό (αβαρές και μη εκτατό), Οπότε $F = T$

Εφαρμόζουμε Θ.Ν.Μ για τη μεταφορική κίνηση:

$$\Sigma F = M_T \cdot a_{\text{cm}} \Rightarrow T + T_{\sigma} = M_T \cdot a_{\text{cm}} \Rightarrow F + T_{\sigma} = M_T \cdot a_{\text{cm}} \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε Θ.Ν.Μ για τη στροφική κίνηση:

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma} \Rightarrow T \cdot r - T_{\sigma} \cdot R = I \cdot \alpha_{\gamma} \Rightarrow F \cdot r - T_{\sigma} \cdot R = \frac{1}{2} M_T \cdot R^2 \cdot \alpha_{\gamma} \xrightarrow{a_{\text{cm}} = a_{\gamma} \cdot R \text{ (αφού Κ.Χ.Ο.)}}$$





$$F \cdot r - T_{\sigma} \cdot R = \frac{1}{2} M_T \cdot R \cdot a_{cm} \Rightarrow F \cdot 0,75 - T_{\sigma} \cdot 1 = \frac{1}{2} M_T \cdot 1 \cdot a_{cm} \quad (2)$$

Με πρόσθεση κατά μέλη τις (1) και (2) έχουμε:

$$F + T_{\sigma} + F \cdot 0,75 - T_{\sigma} = M_T \cdot a_{cm} + \frac{1}{2} M_T \cdot a_{cm} \Rightarrow 1,75F = \frac{3}{2} M_T \cdot a_{cm} \Rightarrow$$

$$1,75 \cdot 12 = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = 2 \text{ m/s}^2$$

Δ5. Αφού το νήμα αβαρές και μη εκτατό, όλα του τα σημεία θα έχουν την ίδια επιτάχυνση.

$$\text{Οπότε θα είναι: } a_Z = a_A \Rightarrow a_Z = a_{cm} + a_{\gamma} \cdot r = a_{cm} + \frac{a_{cm}}{R} \cdot r = a_{cm} + \frac{a_{cm}}{0,4} \cdot 0,3 \Rightarrow a_Z = \frac{7}{4} a_{cm} \Rightarrow$$

$$a_Z = \frac{7}{4} \cdot 2 \Rightarrow a_Z = 3,5 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x_Z = \frac{1}{2} a_Z \cdot \Delta t^2 \Rightarrow \Delta x_Z = \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot 2^2 \Rightarrow \Delta x_Z = 7 \text{ m}$$

$$W_F = F \cdot \Delta x_Z = 12 \cdot 7 \Rightarrow W_F = 84 \text{ J}$$

Επιμέλεια απαντήσεων:

Λογιώτης Σταύρος

Οικονόμου Θανάσης

Γρουσουζάκου Γιώτα

Λαζάρου Γεωργία

Φυσικοί

Φροντιστήριο Μ.Ε «ΕΠΙΛΟΓΗ» - Καλαμάτα

<http://www.epil.gr>