ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΤΕΤΑΡΤΗ 22 ΜΑΪΟΥ 2013
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Θέμα Α

Α1 $\rightarrow$ δ, **Α2** $\rightarrow$ γ, **Α3** $\rightarrow$ β, **Α4** $\rightarrow$ β

Α5. α. $\rightarrow$ Σωστό, **β.** $\rightarrow$ Λάθος, **γ.** $\rightarrow$ Λάθος, **δ.** $\rightarrow$ Σωστό, **ε.** $\rightarrow$ Σωστό

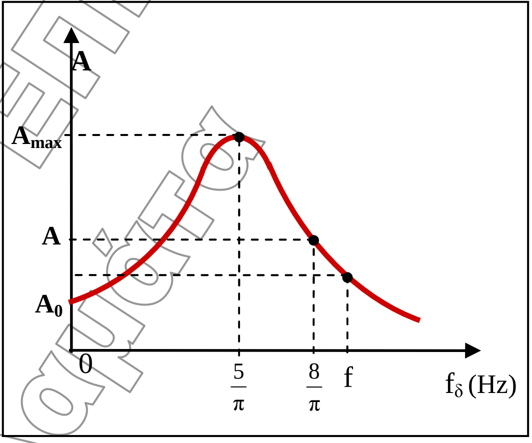
Θέμα Β

Β1. α) Σωστό το **i**

β) Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος ελατήριο – μάζα είναι:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{100}{1}} \Rightarrow f_0 = \frac{5}{\pi}\,\text{Hz}$$

Για τη συχνότητα $f_\delta = \frac{8}{\pi}$ Hz το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A < A_{max}$ όπως φαίνεται από την καμπύλη συντονισμού. Συνεπώς αν αυξηθεί η συχνότητα σε $f > f_\delta$, όπως φαίνεται από την καμπύλη, το πλάτος θα μειώνεται.



Β2. α) Σωστό το **iii**

β) Αφού το σημείο Ο είναι κοιλία που για t = 0s διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα η εξίσωση του στασίμου κύματος θα είναι:

$$y = 2A\cdot\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})\eta\mu(2\pi\frac{t}{T}).$$

Από το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{8}$ βλέπουμε πως το σημείο Ο έχει απομάκρυνση $y_o = 0{,}1\sqrt{2}$ m. Οπότε με αντικατάσταση στην εξίσωση έχουμε: $0{,}1\sqrt{2} = 2A\cdot\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{0}{\lambda})\eta\mu(2\pi\frac{\frac{T}{8}}{T}) \Rightarrow 0{,}1\sqrt{2} = 2A\cdot\eta\mu\frac{\pi}{4} \Rightarrow$

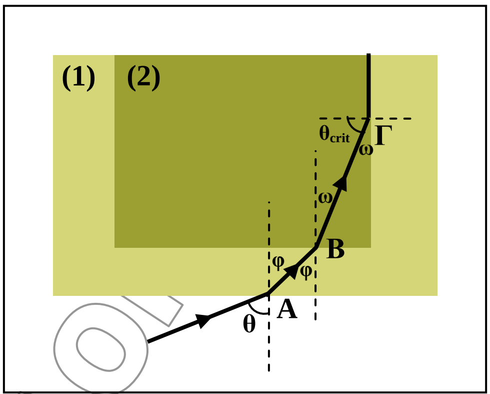
$$0{,}1\sqrt{2} = 2A\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow A = 0{,}1\text{ m}$$

Οπότε το πλάτος του Β θα είναι:

$$A_B' = 2A\cdot\left|\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x_B}{\lambda}\right)\right| = 2\cdot 0{,}1\cdot\left|\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{\frac{\lambda}{8}}{\lambda}\right)\right| \Rightarrow A_B' = 0{,}2\cdot\left|\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{4}\right| \Rightarrow \mathbf{A_B' = 0{,}1\cdot\sqrt{2}\ m}$$

Β3. α) Σωστό το **ii**

β) Εφαρμογή Ν. Snell από τον αέρα στο (1):
$n_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}\cdot\eta\mu\theta = n_1\cdot\eta\mu\varphi \Rightarrow \eta\mu\theta = n_1\cdot\eta\mu\varphi$ (1)



Εφαρμογή Ν. Snell από το υλικό (1) στο υλικό (2):
$n_1\cdot\eta\mu\varphi = n_2\cdot\eta\mu\omega$ (2)

Από τις (1), (2) έχουμε: $\eta\mu\theta = n_2\cdot\eta\mu\omega \Rightarrow \eta\mu\omega = \dfrac{\eta\mu\theta}{n_2}$ (2)

Η γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας στο σημείο Γ είναι η κρίσιμη, αφού η ακτίνα κινείται παράλληλα στη διαχωριστική επιφάνεια των υλικών.

Είναι: $\eta\mu\theta_{crit} = \dfrac{n_1}{n_2} \Rightarrow \eta\mu(90-\omega) = \dfrac{n_1}{n_2} \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\omega = \dfrac{n_1}{n_2}$ (3)

Ισχύει: $\eta\mu^2\omega + \sigma\upsilon\nu^2\omega = 1 \overset{(2),(3)}{\Rightarrow} \left(\dfrac{\eta\mu\theta}{n_2}\right)^2 + \left(\dfrac{n_1}{n_2}\right)^2 = 1 \Rightarrow \dfrac{\eta\mu^2\theta + n_1^2}{n_2^2} = 1 \Rightarrow \eta\mu^2\theta + n_1^2 = n_2^2 \Rightarrow$

$\eta\mu^2\theta = n_2^2 - n_1^2 \Rightarrow \eta\mu\theta = \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$

Θέμα Γ

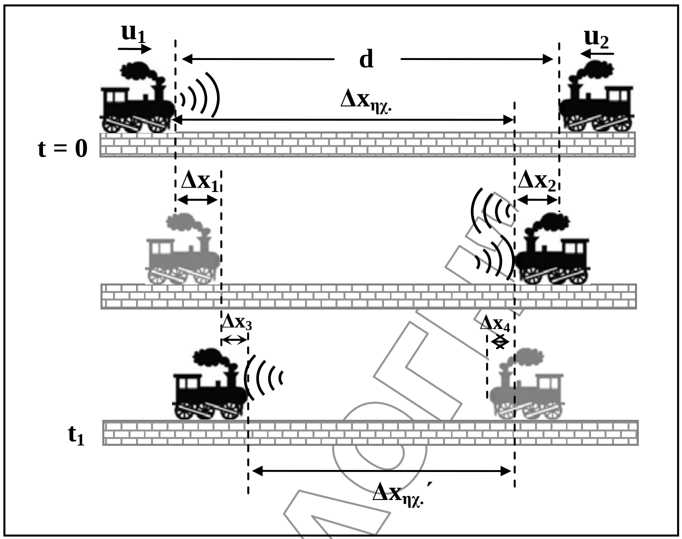
Γ1. Το τρένο (2) κινούμενος παρατηρητής με u_2 που πλησιάζει την πηγή, ενώ το τρένο (1) είναι κινούμενη πηγή με u_1 που πλησιάζει τον παρατηρητή.
Οπότε ο ήχος που «αντιλαμβάνεται» (και τον οποίο επανεκπέμπει) το τρένο (2) θα έχει συχνότητα: $f_A = \dfrac{u+u_2}{u-u_1}f_S$

Το τρένο (1) κινούμενος παρατηρητής με u_1 πλησιάζει την πηγή, ενώ το τρένο (2) είναι κινούμενη πηγή με u_2 που πλησιάζει τον παρατηρητή. Οπότε ο ήχος που «αντιλαμβάνεται» το τρένο (1) θα έχει συχνότητα: $f_1 = \dfrac{u+u_1}{u-u_2}f_A \xrightarrow{(1)} \mathbf{f_1 = \dfrac{u+u_2}{u-u_1}\dfrac{u+u_1}{u-u_2}f_S}$

Γ2.
Ο ήχος φτάνει στο τρένο 2 μετά από χρόνο Δt_1. Τότε το κάθε τρένο θα έχει διατρέξει:
$\Delta x_1 = \Delta x_2 = u_1\cdot\Delta t_1$ αφού $u_1 = u_2$ και ο ήχος θα έχει διατρέξει: $\Delta x_{\eta\chi.} = u\cdot\Delta t_1$
Από το σχήμα είναι:
$\Delta x_{\eta\chi.} = d - \Delta x_1 \Rightarrow u\cdot\Delta t_1 = d - u_1\cdot\Delta t_1 \Rightarrow d = (u+u_1)\cdot\Delta t_1 \Rightarrow d = (340+20)\cdot\Delta t_1 \Rightarrow d = 360\cdot\Delta t_1$ (1)

Ο ήχος από ανάκλαση στο τρένο 2, φτάνει στο τρένο 1 μετά από χρόνο Δt_2. Τότε το κάθε τρένο θα έχει διατρέξει:
$\Delta x_3 = \Delta x_4 = u_1\cdot\Delta t_2$ και ο ήχος θα έχει διατρέξει επιπλέον: $\Delta x_{\eta\chi.}' = u\cdot\Delta t_2$
Από το σχήμα είναι:

$\Delta x_{\eta\chi.}{}' = d - 2\cdot\Delta x_1 - \Delta x_3 \Rightarrow u\cdot\Delta t_2 = d - 2\cdot u_1\cdot\Delta t_1 - u_1\cdot\Delta t_2 \Rightarrow d = (u + u_1)\cdot\Delta t_2 + 2\cdot u_1\cdot\Delta t_1 \Rightarrow d = (340 + 20)\cdot\Delta t_2 + 40\cdot\Delta t_1 \Rightarrow d = 360\cdot\Delta t_2 + 40\cdot\Delta t_1$ (2)



Από τις (1), (2) έχουμε:

$360\cdot\Delta t_1 = 360\cdot\Delta t_2 + 40\cdot\Delta t_1 \Rightarrow$

$320\cdot\Delta t_1 = 360\cdot\Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{9}{8}\Delta t_2$ (3)

Αλλά: $\Delta t_1 + \Delta t_2 = t_1 = 6{,}8$ (4)

Από τις (3) και (4) παίρνουμε:

$\frac{9}{8}\Delta t_2 + \Delta t_2 = 6{,}8 \Rightarrow \frac{17}{8}\Delta t_2 = 6{,}8 \Rightarrow$

$\Delta t_2 = 3{,}2$ s και $\Delta t_1 = 3{,}6$ s

Οπότε από την (1) έχουμε:

$d = 360\cdot\Delta t_1 \Rightarrow$

$d = 360\cdot 3{,}6 \Rightarrow$ **$d = 1296$ m**

Γ3. Η συσκευή ανίχνευσης στο τρένο 1 θα σταματήσει να καταγράφει, όταν θα καταγράψει και το τελευταίο μέγιστο του ήχου που εξέπεμψε το τρένο 2. Όμως το τρένο 2 εξέπεμψε τόσα μέγιστα όσα έφτασαν σε αυτό, δηλ. όσα εξέπεμψε αρχικά το τρένο 1. Τελικά θα ισχύει πως ο αριθμός των μεγίστων που θα καταγραφούν θα είναι ίσος με τον αριθμό των μεγίστων που εξέπεμψε αρχικά το τρένο1. Θα είναι: $N_S = N_1$

Για τον εκπεμπόμενο αρχικά ήχο: $f_S = \frac{N_S}{\Delta t_S} \Rightarrow N_S = f_S\cdot\Delta t_S$

Για τον ήχο που καταγράφεται: $f_1 = \frac{N_1}{\Delta t} \Rightarrow N_1 = f_1\cdot\Delta t$

Οπότε: $N_S = N_1 \Rightarrow f_S\cdot\Delta t_S = f_1\cdot\Delta t \Rightarrow$

$$\Delta t = \frac{f_S\cdot\Delta t_S}{f_1} = \frac{f_S\cdot\Delta t_S}{\frac{u+u_2}{u-u_1}\cdot\frac{u+u_1}{u-u_2}f_S} = \frac{(u-u_1)\cdot(u-u_2)}{(u+u_2)\cdot(u+u_1)}\cdot\Delta t_S = \frac{(340-20)\cdot(340-20)}{(340+20)\cdot(340+20)}\cdot 0{,}81 \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{320\cdot 320}{360\cdot 360}\cdot 0{,}81 \Rightarrow \Delta t = 0{,}64 \text{ s}$$

Οπότε η χρονική στιγμή t_2 που η συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματάει να καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο είναι: $t_2 = t_1 + \Delta t = 6{,}8\text{s} + 0{,}64\text{s} \Rightarrow$ **$t_2 = 7{,}44$ s**

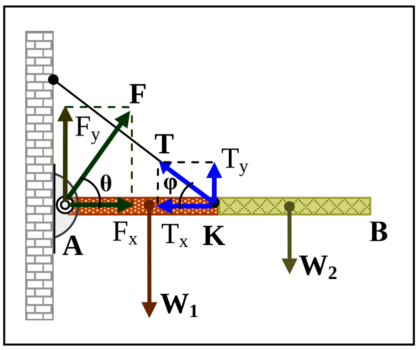
Θέμα Δ

Δ1. Συνθήκη ισορροπίας για τη στροφική κίνηση της δοκού:

$\Sigma\tau_{(A)} = 0 \Rightarrow \tau_{W1} + \tau_{W2} + \tau_{Tx} + \tau_{Ty} + \tau_{Fx} + \tau_{Fy} = 0 \Rightarrow$

$m_1\cdot g\cdot\frac{L}{4} + m_2\cdot g\cdot\frac{3L}{4} - T_y\cdot\frac{L}{2} = 0 \Rightarrow m_1\cdot g + 3\cdot m_2\cdot g = 2\cdot T\cdot\eta\mu\varphi \Rightarrow$

$T = \frac{m_1\cdot g + 3\cdot m_2\cdot g}{2\cdot\eta\mu\varphi} = \frac{2{,}5\cdot 10 + 3\cdot 0{,}5\cdot 10}{2\cdot\frac{1}{2}} \Rightarrow$ **$T = 40$ N**



Συνθήκη ισορροπίας για τη μεταφορική κίνηση της δοκού:

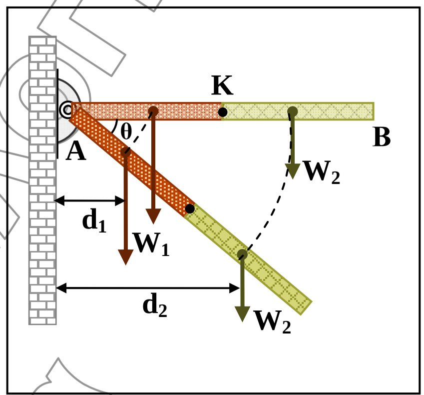
$$\Sigma F=0\begin{cases}\Sigma F_x=0\Rightarrow F_x=T_x\Rightarrow F_x=T\cdot \sigma\upsilon\nu\varphi=40\cdot\dfrac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow F_x=20\cdot\sqrt{3}\ \text{N}\\ \Sigma F_y=0\Rightarrow F_y+T_y-W_1-W_2=0\Rightarrow F_y=W_1+W_2-T_y=25+5-40\eta\mu 30\Rightarrow F_y=10\ \text{N}\end{cases}$$

Οπότε: $F=\sqrt{F_x^2+F_y^2}=\sqrt{(20\sqrt{3})^2+10^2}=\sqrt{1200+100}=\sqrt{1300}\Rightarrow \mathbf{F=10\cdot\sqrt{13}\ N}$

Και: $\varepsilon\varphi\theta=\dfrac{F_y}{F_x}=\dfrac{10}{20\sqrt{3}}\Rightarrow \varepsilon\varphi\theta=\dfrac{\sqrt{3}}{6}$

Δ2.

Θα υπολογίσουμε τη ροπή αδράνειας του συστήματος των ράβδων ως προς το (Α):



$I=I_1+I_2\Rightarrow I=I_{1(cm)}+m_1\left(\dfrac{L}{4}\right)^2+I_{2(cm)}+m_2\left(\dfrac{3L}{4}\right)^2\Rightarrow$

$I=\dfrac{1}{12}m_1\dfrac{L^2}{4}+m_1\dfrac{L^2}{16}+\dfrac{1}{12}m_2\dfrac{L^2}{4}+m_2\dfrac{9L^2}{16}\Rightarrow$

$I=\dfrac{1}{12}5m_2\dfrac{L^2}{4}+5m_2\dfrac{L^2}{16}+\dfrac{1}{12}m_2\dfrac{L^2}{4}+m_2\dfrac{9L^2}{16}\Rightarrow$

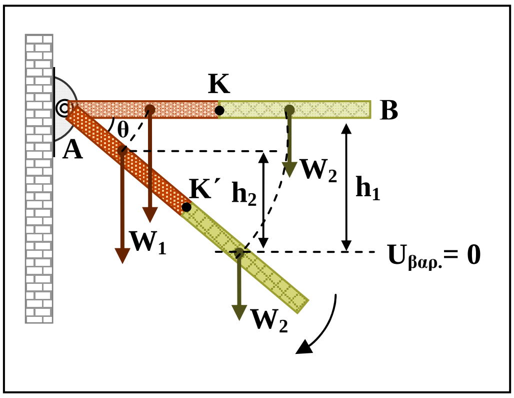
$I=\dfrac{48}{48}m_2L^2\Rightarrow I=m_2\cdot L^2=0{,}5\cdot 1^2\Rightarrow I=0{,}5\ Kg\cdot m^2$

Εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη στροφική κίνηση:

$\Sigma\tau=I\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow W_1\cdot d_1+W_2\cdot d_2=I\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow m_1\cdot g\cdot\dfrac{L}{4}\cdot\sigma\upsilon\nu\theta+m_2\cdot g\cdot\dfrac{3L}{4}\cdot\sigma\upsilon\nu\theta=I\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow$

$$\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{5\cdot m_2 g\cdot\frac{L}{4}\sigma\upsilon\nu\theta+m_2 g\cdot\frac{3L}{4}\sigma\upsilon\nu\theta}{m_2\cdot L^2}=\frac{2\cdot g\sigma\upsilon\nu\theta}{L}\Rightarrow \boldsymbol{\alpha_{\gamma\omega\nu}=20\cdot\sigma\upsilon\nu\theta}$$

Δ3. Αφού δεν υπάρχουν τριβές, θα ισχύει η Α.Δ.Μ.Ε για τη ράβδο. Α.Δ.Μ.Ε για τη ράβδο από την οριζόντια θέση έως τη θέση που σχηματίζεται γωνία θ:



$E_{\mu\eta\chi.(\alpha\rho\chi.)}=E_{\mu\eta\chi.(\tau\varepsilon\lambda.)}\Rightarrow$

$K_{\alpha\rho\chi.}+U_{1(\alpha\rho\chi.)}+U_{2(\alpha\rho\chi.)}=K_{\tau\varepsilon\lambda.}+U_{1(\tau\varepsilon\lambda.)}+U_{2(\tau\varepsilon\lambda.)}\Rightarrow$

$0+m_1\cdot g\cdot h_1+m_2\cdot g\cdot h_1=\dfrac{1}{2}I\cdot\omega^2+m_1\cdot g\cdot h_2\Rightarrow$

$6\cdot m_2\cdot g\cdot h_1=\dfrac{1}{2}\cdot m_2\cdot L^2\cdot\omega^2+5\cdot m_2\cdot g\cdot h_2\Rightarrow$

$2g\cdot(6h_1-5h_2)=L^2\cdot\omega^2$ (1)

Είναι: $h_1=\dfrac{3L}{4}\eta\mu\theta$ και $h_2=\dfrac{L}{2}\eta\mu\theta$

Οπότε η (1) γίνεται: $2g\cdot(6\dfrac{3L}{4}\eta\mu\theta-5\dfrac{L}{2}\eta\mu\theta)=L^2\cdot\omega^2\Rightarrow 4g\cdot\eta\mu\theta=L\cdot\omega^2\Rightarrow$

$$\omega=\sqrt{\frac{4\cdot g\cdot\eta\mu\theta}{L}}=\sqrt{\frac{4\cdot 10\cdot\eta\mu\theta}{1}}\Rightarrow \omega=2\cdot\sqrt{10\cdot\eta\mu\theta}\quad \text{(S.I)}$$

Οπότε: $u_B{'}=\omega\cdot L\Rightarrow u_B{'}=2\cdot\sqrt{10\cdot\eta\mu\theta}\cdot 1\Rightarrow \mathbf{u_B{'}=2\cdot\sqrt{10\cdot\eta\mu\theta}\ m/s}$

Δ4. Στο σύστημα δοκός – σώμα δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές. Συνεπώς η στροφορμή του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής του Α διατηρείται. Είναι:

$$\vec{L}_{\alpha\rho\chi.} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda.} \Rightarrow I\cdot\omega = I'\cdot\omega' \Rightarrow \omega' = \frac{I\cdot\omega}{I'}$$

$$I' = I + I_{(m)} \Rightarrow I' = m_2\cdot L^2 + m_2\cdot\left(\frac{L}{2}\right)^2 \Rightarrow I' = m_2\cdot L^2 + m_2\cdot\frac{L^2}{4} \Rightarrow I' = \frac{5\cdot m_2\cdot L^2}{4}$$

Οπότε: $\omega' = \dfrac{m_2\cdot L^2\cdot\omega}{\dfrac{5\cdot m_2\cdot L^2}{4}} \Rightarrow \omega' = 0{,}8\,\omega$

Το ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας κατά την κρούση θα είναι:

$$\Pi\% = \frac{|\Delta K|}{K_{\alpha\rho\chi.}}100\% = \frac{|K_{\tau\varepsilon\lambda.} - K_{\alpha\rho\chi.}|}{K_{\alpha\rho\chi.}}100\% = \frac{\left|\frac{1}{2}I'\omega'^2 - \frac{1}{2}I\cdot\omega^2\right|}{\frac{1}{2}I\cdot\omega^2}100\% \Rightarrow$$

$$\Pi\% = \frac{\left|\frac{1}{2}\cdot\frac{5\cdot m_2\cdot L^2}{4}(0{,}8\cdot\omega)^2 - \frac{1}{2}\cdot m_2\cdot L^2\cdot\omega^2\right|}{\frac{1}{2}\cdot m_2\cdot L^2\cdot\omega^2}100\% \Rightarrow \mathbf{\Pi\% = 20\%}$$

Επιμέλεια απαντήσεων:
Λογιώτης Σταύρος
Οικονόμου Θανάσης
Γρουσουζάκου Γιώτα
Φυσικοί
Φροντιστήριο Μ.Ε «ΕΠΙΛΟΓΗ» - Καλαμάτα
http://www.epil.gr