

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ' ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΤΕΤΑΡΤΗ 14 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Θέμα Α

A1. → δ, A2. → γ, A3. → α, A4. → β, A5. → δ

ΘΕΜΑ Β

B1. α. $r_F < r_{Na} < r_K$

Το F, που βρίσκεται στη 2^η περίοδο και 17^η ομάδα, διαθέτει τις λιγότερες στιβάδες και το μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Συνεπώς θα έχει τη μικρότερη ακτίνα.

Τα K και Na ανήκουν στην ίδια ομάδα, άρα έχουν το ίδιο δραστικό πυρηνικό φορτίο, αλλά το K έχει μια στιβάδα παραπάνω, οπότε θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Na.

Συνεπώς $r_F < r_{Na} < r_K$

β. Σύμφωνα με το διάγραμμα, για τα ουδέτερα άτομα έχουμε ${}_{24}\text{Cr}$ και ${}_{26}\text{Fe}$.

Οι ηλεκτρονιακές δομές των ${}_{24}\text{Cr}$ και ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$ είναι:

${}_{24}\text{Cr}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$.

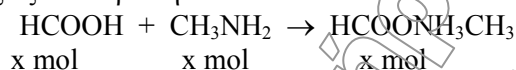
${}_{26}\text{Fe}^{2+}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$.

γ. Στα H, F και Cl.

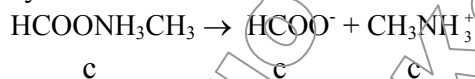
Για να έχει το ιόν φορτίο -1, θα πρέπει να έχει ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο από το πλησιέστερό του ευγενές αέριο. Θα πρέπει δηλ. να είναι το H, ή να ανήκει στη 17^η.

Συνεπώς τα στοιχεία αυτά θα είναι τα **H, F και Cl**.

B2. α. Πλήρης εξουδετέρωση:



Στο διάλυμα που προκύπτει υπάρχει το άλας $\text{HCOONH}_3\text{CH}_3$ με συγκέντρωση $c = x/V$, που διίσταται πλήρως.



Τα ιόντα από τη διάσταση του αλατος, αντιδρούν με το νερό (υδρόλυση)

	HCOO^-	$+$	H_2O	$\rightleftharpoons$	HCOOH	$+$	OH^-
Αρχ. (M)	c				—		—
αντ/σχημ. (M)	x				x		x
Τελικά (M)	$c-x \approx c$				x		x

$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{K_w}{K_{a(\text{HCOOH})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{x^2}{c} \Rightarrow x = 10^{-5} \sqrt{c} = [\text{OH}^-]$$

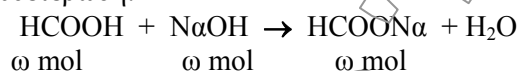
	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχ. (M)	c	-	-
αντ/σχημ. (M)	y	y	y
Τελικά (M)	c-y ≈ c	y	y

$$K_{a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)} = \frac{K_w}{K_{b(\text{CH}_3\text{NH}_2)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

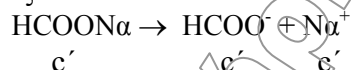
$$K_{a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)} = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{y^2}{c} \Rightarrow y = 10^{-5} \sqrt{c} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Παρατηρούμε πως από τις δυο ισορροπίες παράγονται ιόντα OH^- και H_3O^+ με ίσες συγκεντρώσεις ($x = y$). Συνεπώς το διάλυμα θα παραμένει **ΟΥΔΕΤΕΡΟ**.

β. Πλήρης εξουδετέρωση:



Στο διάλυμα που προκύπτει υπάρχει το άλας HCOONa με συγκέντρωση $c' = \omega/V'$, που διίσταται πλήρως.



Από τα ιόντα από τη διάσταση του αλατος, αντιδρά με το νερό (υδρόλυση) μόνο το HCOO^- .

	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{HCOOH} + \text{OH}^-$
Αρχ. (M)	c'	-	-
αντ/σχημ. (M)	z	z	z
Τελικά (M)	c'-z ≈ c	z	z

$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{K_w}{K_{a(\text{HCOOH})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{z^2}{c'} \Rightarrow z = 10^{-5} \sqrt{c'} = [\text{OH}^-] > 10^{-7}$$

Άρα το διάλυμα θα είναι **ΒΑΣΙΚΟ**

B3. Σωστό το ii

α. Από το νόμο αραίωσης Ostwald είναι: $K_a = \alpha^2 \cdot c \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$

Δηλ. ο βαθμός ιοντισμού είναι αντιστρόφως ανάλογος με την τετραγωνική ρίζα της συγκέντρωσης. Άρα η γραφική παράσταση θα είναι φθίνουσα υπερβολή, δηλ η ii.

B4. α. Από το διάγραμμα που δίνεται, φαίνεται πως $H_{\text{προϊον}} < H_{\text{αντιδρ.}}$. Δηλ. $\Delta H < 0$ κάτι που σημαίνει πως το σύστημα οδηγείται στα προϊόντα αποβάλλοντας ενέργεια προς το περιβάλλον. Άρα η αντίδραση είναι **ΕΞΟΘΕΡΜΗ**.

β. i. $\Delta H = H_{\text{προϊον}} - H_{\text{αντιδρ.}} = -(\beta - \alpha) = -(348 - 209) \Rightarrow \Delta H = -139 \text{ kJ}$

ii. Η ενέργεια ενεργοποίησης E_a είναι $E_a = \alpha = 209 \text{ kJ}$

iii. Η ενέργεια ενεργοποίησης E_a' είναι $E_a' = \beta = 348 \text{ kJ}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η οργανική ένωση είναι καρβονυλική (αλδεΐδη ή κετόνη). Και αφού αντιδρά με το διάλυμα Tollens, είναι αλδεΐδη.

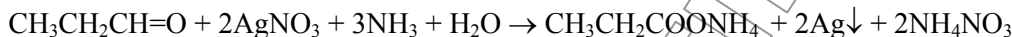
Συνεπώς θα έχει τύπο της μορφής $C_nH_{2n+1}-CH=O$

$$Mr = 12n + 2n + 30 \Rightarrow Mr = 14n + 30$$

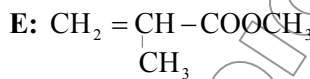
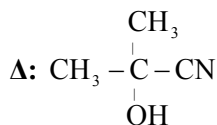
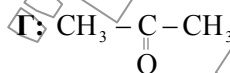
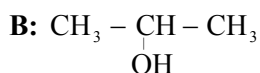
$$\text{Αλλά } Mr = 58$$

$$\text{Οπότε: } 14n + 30 = 58 \Rightarrow n = 2$$

Συνεπώς ο συντακτικός τύπος της ένωσης είναι: **$CH_3CH_2CH=O$**



Γ2. Οι συντακτικοί τύποι είναι:



Γ3. $n_{\text{προπ}} = \frac{m}{Mr} = \frac{6,3}{42} = 0,15 \text{ mol}$

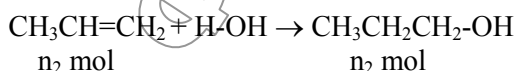
Η προσθήκη H_2O στο προπένιο θα μας δώσει $CH_3CH_2CH_2-OH$ (1-προπανόλη) και $CH_3 - \underset{\text{OH}}{\underset{|}{CH}} - CH_3$ (ισοπροπανόλη).

Έστω $n_1 \text{ mol } C_3H_6$ αντιδρούν προς $CH_3 - \underset{\text{OH}}{\underset{|}{CH}} - CH_3$ και $n_2 \text{ mol } C_3H_6$ αντιδρούν προς

$CH_3CH_2CH_2-OH$. Θα γίνουν οι αντιδράσεις:

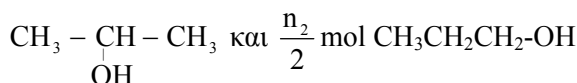


$$n_1 \text{ mol} \qquad n_1 \text{ mol}$$



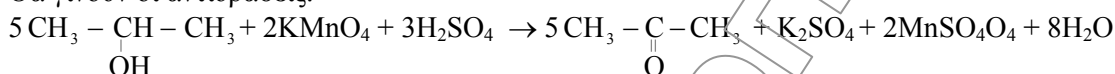
$$n_2 \text{ mol} \qquad n_2 \text{ mol}$$

Αφού το μίγμα των προϊόντων χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη, θα περιέχει: $\frac{n_1}{2}$ mol



1^ο μέρος

Θα γίνουν οι αντιδράσεις:



5 mol αντιδρούν με 2 mol

$$\frac{n_1}{2} \text{ mol} \quad x_1 = \frac{2}{5} \frac{n_1}{2} = 0,2n_1 \text{ mol}$$



5 mol αντιδρούν με 4 mol

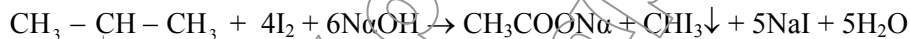
$$\frac{n_2}{2} \text{ mol} \quad x_2 = \frac{4}{5} \frac{n_2}{2} = 0,4n_2 \text{ mol}$$

$$\text{Για το KMnO}_4: c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = cV = 0,01 \cdot 2,8 \Rightarrow n = 0,028 \text{ mol}$$

$$\text{Είναι: } x_1 + x_2 = 0,2n_1 + 0,4n_2 = 0,028 \quad (1)$$

2^ο μέρος

Με διάλυμα I_2/NaOH (αλογονοφορμική) θα αντιδράσει μόνο η $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$



1 mol δίνουν

$$\frac{n_1}{2} \text{ mol}$$

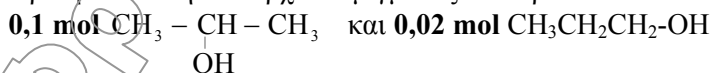
1 mol

$$x_3 = \frac{n_1}{2} \text{ mol}$$

$$x_3 = \frac{n_1}{2} = n_{\text{CHI}_3} = \frac{m}{M_r} = \frac{19,7}{394} = 0,05 \Rightarrow n_1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{από (1)} \Rightarrow 0,2 \cdot 0,1 + 0,4n_2 = 0,028 \Rightarrow n_2 = \frac{0,028 - 0,02}{0,4} \Rightarrow n_2 = 0,02 \text{ mol}$$

Άρα η σύσταση του αρχικού μίγματος των προϊόντων είναι:



Η αρχική ποσότητα του $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ήταν 0,15 mol και από αυτά αντέδρασαν $n_1 + n_2 = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ mol}$, οπότε:

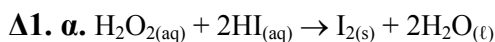
Στα 0,15 mol $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ μετατράπηκαν σε προϊόντα 0,12 mol

100

y

$$y = 0,12 \frac{100}{0,15} \Rightarrow y = 80, \text{ άρα } \mathbf{80\%}$$

ΘΕΜΑ Δ

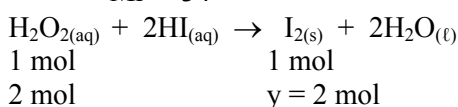


β. Οξειδωτικό είναι το H_2O_2 αφού το οξυγόνο ανάγεται μειώνοντας τον αριθμό οξείδωσής του από -1 (στο H_2O_2) σε -2 (στο H_2O).

Αναγωγικό είναι το HI αφού το ιώδιο οξειδώνεται αυξάνοντας τον αριθμό οξείδωσής του από -1 (στο HI) σε 0 (I_2).

γ. Σε 100 mL Υ1 περιέχονται 17 g H_2O_2
 400 mL $x = 4 \cdot 17 = 68 \text{ g}$

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{68}{34} = 2 \text{ mol}$$



Αρα παράγονται **2 mol I_2**

Δ2.

	$\text{H}_{2(\text{g})}$	+	$\text{I}_{2(\text{g})}$	$\rightleftharpoons$	$2\text{HI}_{(\text{g})}$
Αρχ. (mol)	0,5		0,5		–
αντ/σχημ. (mol)	ω		ω		2ω
Τελικά (mol)	$0,5-\omega$		$0,5-\omega$		2ω

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} \Rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2\omega}{V}\right)^2}{\frac{0,5-\omega}{V} \cdot \frac{0,5-\omega}{V}} \Rightarrow 8 = \frac{2\omega}{0,5-\omega} \Rightarrow 2\omega = 4 - 8\omega \Rightarrow \omega = 0,4 \text{ mol}$$

Αρα στη χημική ισορροπία θα έχουμε: **0,1 mol H_2 , 0,1 mol I_2 και 0,8 mol HI**

Δ3. α. Με την αφαίρεση στερεού NH_4I με σταθερό όγκο και θερμοκρασία, η θέση της χημικής ισορροπίας δεν θα μεταβληθεί.

β. Η αφαίρεση ποσότητας στερεού NH_4I δεν μεταβάλλει τη συγκέντρωσή του, μιας και στα στερεά σώματα η συγκέντρωσή τους θεωρείται ΠΑΝΤΑ σταθερή. Συνεπώς αφού οι υπόλοιποι παράγοντες που καθορίζουν τη θέση της Χ.Ι δεν μεταβάλλονται, δεν παρατηρείται μετατόπιση της Χ.Ι

Δ4. Στο διάλυμα Υ3 έχουμε την ισορροπία ιοντισμού της NH_3 .

	NH_3	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
Αρχ. (M)	0,1				–		–
αντ/σχημ. (M)	k				k		k
Τελικά (M)	$0,1-k \approx 0,1$				k		k

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow 11 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-11} \text{ M}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \Rightarrow [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} \Rightarrow [OH^-] = k = 10^{-3} \text{ M}$$

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{k^2}{0,1} = \frac{10^{-6}}{0,1} \Rightarrow K_{b(NH_3)} = 10^{-5}$$

Έστω προσθέτουμε λ mol HI. Το HI (σαν οξύ) θα αντιδράσει με την NH_3 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $NH_3 + HI \rightarrow NH_4I$

Αφού προσθέτουμε στο διάλυμα οξύ, το pH του διαλύματος θα ελαττωθεί. Οπότε:

$$pH' = pH - 2 = 11 - 2 \Rightarrow pH' = 9$$

$$n_{NH_3} = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol}$$

Το διάλυμα παραμένει βασικό ($pH' = 9$) και συνεπώς η ποσότητα του HI που προσθέσαμε θα αντιδράσει όλη.

	NH_3	+	HI	$\rightarrow$	NH_4I
Αρχ. (mol)	0,01		λ		—
αντ/σχημ. (mol)	λ		λ		λ
Τελικά (mol)	$0,01 - \lambda$		—		λ

Αν η ποσότητα του HI που προσθέσαμε ήταν ίση με αυτήν της NH_3 , στο διάλυμα θα είχαμε μόνο NH_4I που είναι οξύ και το pH' του διαλύματος θα ήταν $pH' < 7$. Συνεπώς κατά την αντίδραση θα πρέπει να υπάρχει περίσσεια NH_3 .

Έτσι το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH_3 και NH_4I και θα είναι ρυθμιστικό διάλυμα.

Για το pH' του ρυθμιστικού διαλύματος ισχύει:

$$pH' = pK_{a(NH_4^+)} + \log \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow pH' = -\log \frac{K_w}{K_{b(NH_3)}} + \log \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow 9 = -\log \frac{10^{-14}}{10^{-5}} + \log \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow$$

$$9 = 9 + \log \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow \log \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} = 0 \Rightarrow C_{\text{βασ}} = C_{\text{οξ}} \Rightarrow \frac{0,01 - \lambda}{V} = \frac{\lambda}{V} \Rightarrow 0,01 - \lambda = \lambda \Rightarrow 2\lambda = 0,01 \Rightarrow$$

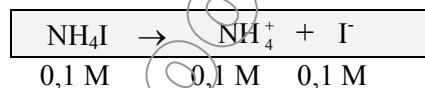
$$\lambda = 0,005 \text{ mol.}$$

Αρα πρέπει να προσθέσουμε **0,005 mol** HI

Δ5. α. Θα υπολογίσουμε τη συγκέντρωση του NH_4I στο Y4.

$$C_4 = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} \Rightarrow C_4 = 0,1 \text{ M}$$

Το άλας θα διασταθεί πλήρως στο Y4.



Το ιόν NH_4^+ αντιδρά με το H_2O ενώ το I^- δεν αντιδρά.

	NH_4^+	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_3	+	H_3O^+
Αρχ. (M)	0,1		—		—		—
αντ/σχημ. (M)	z		z		z		z
Ι.Ι (M)	$0,01 - z \approx 0,01$				z		z

$$K_{a(NH_4^+)} = \frac{K_w}{K_{b(NH_3)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_{a(NH_4^+)} = 10^{-9}$$

$$K_{a(NH_4^+)} = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{z^2}{0,1} \Rightarrow z = 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow pH = -\log 10^{-5} \Rightarrow \mathbf{pH = 5}$$

β. Έστω προσθέτουμε φ mol NaOH.
Το NaOH θα αντιδράσει με το άλας NH₄I.

1^η περίπτωση

Έστω πως το NaOH αντιδρά πλήρως με όλη την ποσότητα του NH₄I, δηλ. φ = 0,01 mol.
Θα είναι:

	NH ₄ I + NaOH → NaI + NH ₃ + H ₂ O			
Αρχ. (mol)	0,01	0,01	—	—
αντ/σχημ. (mol)	0,01	0,01	0,01	0,01
Τελικά (mol)	—	—	0,01	0,01

Το NaI δεν επηρεάζει την τιμή του pH του διαλύματος. Οπότε το pH θα καθοριστεί από την

$$NH_3. \text{ Θα είναι: } C_{NH_3} = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} \Rightarrow C_{NH_3} = 0,1 \text{ M}$$

	NH ₃ + H ₂ O ⇌ NH ₄ ⁺ + OH ⁻	
Αρχ. (M)	0,1	—
αντ/σχημ. (M)	μ	μ
Τελικά (M)	0,1-μ ≈ 0,1	μ

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\mu^2}{0,1} \Rightarrow \mu = [OH^-] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} \Rightarrow [OH^-] = x = 10^{-11} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow pH = -\log 10^{-11} \Rightarrow \mathbf{pH = 11 > 9 \text{ άτοπο}}$$

2^η περίπτωση

Από την πλήρη εξουδετέρωση προέκυψε διάλυμα με pH = 11. Αφού θέλουμε pH = 9, θα πρέπει να περισσέψει οξύ, δηλ. θα πρέπει το NH₄I να βρίσκεται σε περίσσεια. Οπότε θα έχουμε:

	NH ₄ I + NaOH → NaI + NH ₃ + H ₂ O			
Αρχ. (mol)	0,01	φ	—	—
αντ/σχημ. (mol)	φ	φ	φ	φ
Τελικά (mol)	0,01-φ	—	φ	φ

Το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH₃ και NH₄I και θα είναι ρυθμιστικό διάλυμα με C_{βασ.} = [NH₃]

$$= \frac{\varphi}{V} \text{ και } C_{οξ.} = [NH_4^+] = \frac{0,01 - \varphi}{V}$$

Για το pH του ρυθμιστικού διαλύματος ισχύει:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\alpha(\text{NH}_4^+)} + \log \frac{C_{\beta\text{ασ}}}{C_{\alpha\varsigma}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{C_{\beta\text{ασ}}}{C_{\alpha\varsigma}} \Rightarrow \log \frac{C_{\beta\text{ασ}}}{C_{\alpha\varsigma}} = 0 \Rightarrow C_{\beta\text{ασ}} = C_{\alpha\varsigma} \Rightarrow \frac{\varphi}{V} = \frac{0,01 - \varphi}{V} \Rightarrow 0,01 - \varphi = \varphi \Rightarrow 2\varphi = 0,01 \Rightarrow \varphi = 0,005 \text{ mol.}$$

Άρα πρέπει να προσθέσουμε **0,005 mol** NaOH

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