

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

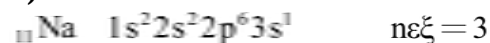
ΘΕΜΑ Α

- A1.** β
A2. γ
A3. α
A4. β
A5. δ

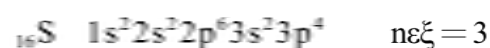
ΘΕΜΑ Β

B1.

α)



1^η ή I^A ομάδα – 3^η περίοδο
 $Z^* = 11 - 10 = 1$



16^η ή VI^A ομάδα – 3^η περίοδο
 $Z^* = 16 - 10 = 6$



1^η ή I^A ομάδα – 4^η περίοδο
 $Z^* = 19 - 18 = 1$

$$r_S < r_{\text{Na}} < r_K$$

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται κατά μήκος μιας περιόδου του Π.Π. από τα δεξιά προς τα αριστερά και σε μια ομάδα του Π.Π. από πάνω προς τα κάτω. Τα άτομα του Κ και του Να βρίσκονται στην ίδια ομάδα άρα επειδή το Κ είναι μια περίοδο πιο κάτω θα έχει $r_K > r_{\text{Na}}$. Τα άτομα του Να και του S βρίσκονται στην ίδια περίοδο, όμως το Να είναι πιο αριστερά άρα $r_{\text{Na}} > r_S$.

β)

$$E_{i1(\text{Na})} < E_{i1(\text{S})}$$

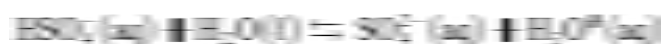
Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) εξαρτάται από την ατομική ακτίνα (r) και το δραστικό πυρηνικό φορτίο (Z^*) όσο πιο μικρή είναι η ατομική ακτίνα και όσο πιο μεγάλο το Z^* τότε η E_{i1} αυξάνεται. Για τα δυο στοιχεία ισχύει $r_{\text{Na}} > r_S$ και $Z_{\text{Na}}^* < Z_S^*$. Τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας ($n=3$) του ατόμου του S είναι πιο κοντά στον πυρήνα άρα η έλξη πυρήνα – ηλεκτρονίου είναι μεγαλύτερη και απαιτείται περισσότερη ενέργεια για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου.

B2.

α. Με την προσθήκη του $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ η συγκέντρωση των $[\text{H}_3\text{O}^+]$ αυξάνεται καθώς από τον ιοντισμό του H_2SO_4 παράγονται H_3O^+



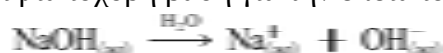
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ



Άρα σύμφωνα με την αρχή Le chatelier, η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση εκείνη που τείνει να αναιρέσει την αύξηση της συγκέντρωσης των H_3O^+

Άρα προς τα δεξιά. Συνεπώς η $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ αυξάνεται άρα επικρατεί το πορτοκαλί χρώμα στο διάλυμα.

β. Το $\text{NaOH}(\text{aq})$ είναι μια ισχυρή βάση για την οποία ισχύει



Τα OH^- εξουδετερώνουν τα H_3O^+ του υδατικού διαλύματος σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση



Συνεπώς η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται άρα σύμφωνα με την αρχή του Le chatelier, η Θ.Χ.Ι θα πρέπει να μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση εκείνη όπου η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα αυξηθεί χωρίς να αναιρεθεί πλήρως η μεταβολή. Άρα προς τα αριστερά. Έτσι θα αυξηθεί η $[\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}]$ και θα επικρατήσει το κίτρινο χρώμα στο διάλυμα

B3. για το ${}^2\text{He}^+ = 1s^1$

Στο άτομο του ${}^1\text{H}$ και τα υδρογονοειδή ιόντα όπως το ${}^2\text{He}^+$ η ενέργεια των υποστοιβάδων καθορίζεται από τον κύριο κβαντικό αριθμό n καθώς δεν υπάρχουν ηλεκτρονιακές απώσεις. Όσο αυξάνεται το (n) αυξάνεται και η ενέργεια της υποστοιβάδας και άρα του e^- .

Άρα για την υποστοιβάδα 4p ισχύει $n=4$ ενώ για την υποστοιβάδα 3s και 3d ισχύει $n=3$.

Άρα $E_{4p} > E_{3s} = E_{3d}$

Συνεπώς $\Delta E_{4p \rightarrow 3s} = \Delta E_{4p \rightarrow 3d}$ και άρα από την σχέση $\Delta E = h \cdot f$ επίσης θα ισχύει $f_{4p \rightarrow 3s} = f_{4p \rightarrow 3d}$

B4.

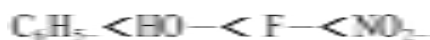
α. Ισχύει $\text{pK}_a = -\log K_a$

Άρα όσο πιο μεγάλο pK_a τόσο πιο μικρό το K_a .

Γνωρίζουμε ότι όσο πιο μικρό το K_a τόσο μικρότερη είναι η ισχύ των οξέων. Υποκαταστάτες που έλκουν ηλεκτρόνια προκαλούν -I Επαγωγικό φαινόμενο και αυξάνουν την ισχύ των οξέων καθώς πολώνουν τον δεσμό $\text{O}-\text{H}$ του

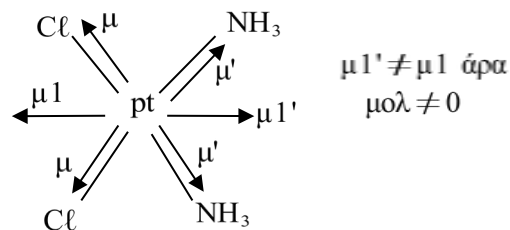
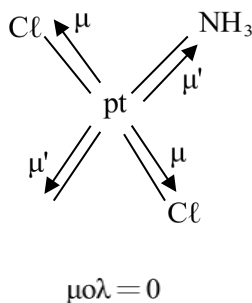
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

υδροξυλίου της καρβοξυλομάδας $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ και έτσι το H αποσπάται ευκολότερα. Συνεπώς



- β.** Το CF_3COOH διαθέτει δύο παραπάνω F που προκαλούν ισχυρότερο $-I$ επαγωγικό φαινόμενο. Ο δεσμός μεταξύ του O και του H της ^-OH πολώνεται περισσότερο καθώς τα τρία άτομα F έλκουν έντονα τα ηλεκτρόνια προς το μέρος τους και έτσι αποσπάται πιο εύκολα το άτομο του H. Ένα οξύ είναι ισχυρότερο όταν έχει μεγαλύτερη τάση να αποβάλλει H και άρα θα έχει μεγαλύτερη K_a (μικρότερο pK_a).

- B5.** Λόγω της γεωμετρίας του μορίου στη δομή B η συνισταμένη διπολική ροπή είναι $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$ και άρα το μόριο είναι πολικό. Αντίθετα στη δομή A οι όμοιοι υποκαταστάτες βρίσκονται σε απέναντι θέσεις οπότε οι διπολικές ροπές αλληλοεξουδετερώνονται και ισχύει τελικά $\mu_{\text{ολ}} = 0$. Άρα μη πολικό μόριο. Το μόριο της δομής B αναπτύσσει δεσμούς London, διπόλου-διπόλου και δεσμούς ^-H μεταξύ των μορίων του ίδιου αλλά και με τα μόρια του H_2O , που είναι πολικός διαλύτης. Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται αυξάνουν



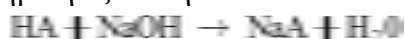
την διαλυτότητα του συμπλόκου (με δομή B) στο H_2O .

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α) Έστω C_1 η συγκέντρωση του οξέος HA στο διάλυμα **Y1** ($V_1 = 20\text{mL} = 0,02\text{L}$)

Στο ΙΣ $V_{\text{αποτίτλωσης}} = 20\text{mL NaOH}$ όπου έχει πραγματοποιηθεί πλήρη εξουδετέρωση του HA, σύμφωνα με την χημική εξίσωση.



$$\text{Όπου } n\text{HA} = n\text{NaOH} = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004\text{mol HA}$$

$$C_1 = \frac{n\text{HA}}{V_1} = \frac{0,004}{0,02} = 0,2\text{M}$$

Άρα

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

β) $n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol}$ (στο σημείο που έχουν προστεθεί τα 10 mL)

	HA	+	NaOH	→	NaA	+	H ₂ O
Αρχ.	0,004		0,002		-		-
Αντ.	0,002		0,002		-		-
Παρ.	-		-		0,002		0,002
Τελ.	0,002		-		0,002		0,002

$$V = 20 + 10 = 30 \text{ mL}$$

$$[\text{HA}] = [\text{NaA}] = \frac{0,002}{0,03} = \frac{2}{30} \text{ M}$$

Όπου:

	NaA	$\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	Na ⁺	+	A ⁻
	$\frac{2}{30}$				
Δίστ.			-		-
			$\frac{2}{30}$		$\frac{2}{30}$
Παρ.	-				

Παρατηρούμε πως προκύπτει ρυθμιστικό διάστημα HA/A^- όπου σύμφωνα με την εξίσωση Henderson – Hasselbach ισχύει:

$$(\text{KaHA} = 10^{-6} \Rightarrow \text{pKaHA} = -\log 10^{-6} = 6)$$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 6 + \log \frac{\frac{2}{30}}{\frac{2}{30}} = 6 \Rightarrow \text{pH} = 6$$

Πρόκειται για το μέσο της ογκομέτρησης

Γ2.

Έστω C_2 η συγκέντρωση της βάσης B στο διάστημα Y_2

Αφού τα δυο διαλύματα είναι ίσων συγκεντρώσεων τότε ισχύει $C_1 = C_2 = 0,2 \text{ M}$

όπου $V_2 = 20 \text{ mL}$ άρα $n_B = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$

Στο ΙΣ ισχύει:

	B	+	HCl	→	BHCl
			nHCl		
Αρχ.	0,004				-
Αντ.	0,004		0,004		-
Παρ.	-		-		0,004
Τελ.	-		-		0,004

Αυτό όπου $n_B = n_{\text{HCl}} = 0,004 \text{ mol HCl}$

$$[\text{HCl}] = \frac{0,004}{V_{\text{αποτίτλωσης}}} \Rightarrow 0,2 = \frac{0,004}{V_{\text{αποτίτλωσης}}} \Rightarrow V_{\text{αποτίτλωσης}} = 0,02 \text{ L ή } 20 \text{ mL}$$

Άρα

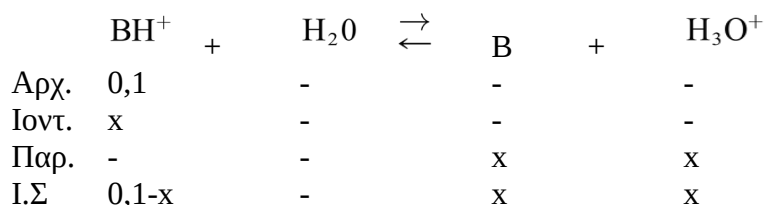
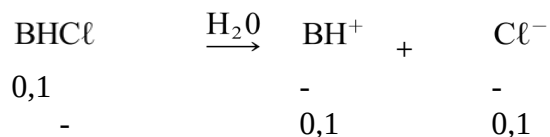
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021

ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Επίσης $n\text{BHCl} = 0,004$ όμως ο ογκος στο ΙΣ: $V = 20 + 20 = 40\text{mL}$

$$[\text{BHCl}] = \frac{0,004}{0,04} = 0,1\text{M}$$

Συνεπώς



$$K_{a_{\text{BH}^+}} = K_{b_{\text{B}}} = K_w \Rightarrow K_{a_{\text{BH}^+}} = \frac{K_w}{K_{b_{\text{B}}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$K_{a_{\text{BH}^+}} = \frac{x^2}{0,1-x} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = \sqrt{K_{a_{\text{BH}^+}} \cdot 0,1} = \sqrt{10^{-9} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}\text{M}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5}\text{M} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

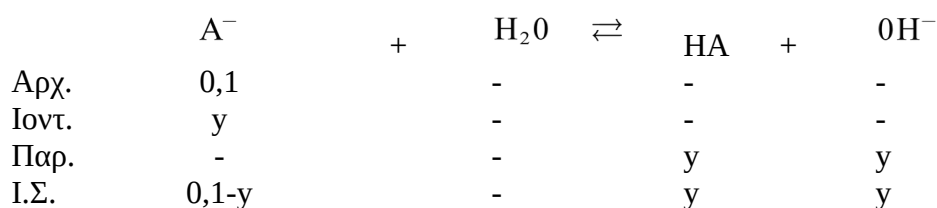
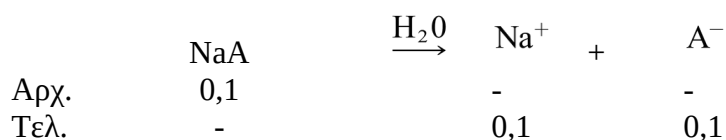
Γ3.

Η επιλογή του δείκτη γίνεται με βάση την περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη. Θα πρέπει το pH στο ΙΣ να βρίσκεται στην περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη ή στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης ογκομέτρησης.

Για το διάλυμα Y_2 γνωρίζουμε ότι $\text{pH}_{\text{IS}} = 4,5$ άρα ο καταλληλότερος δείκτης είναι η ηλιανθίνη (iii) με περιοχή αλλαγής χρώματος $2,5 < \text{pH} < 4,5$ ($\text{p}K_a - 1 < \text{pH} < \text{p}K_a + 1$).

Για το διάλυμα Y_1 στο ΙΣ βρήκαμε ότι $n\text{NaA} = 0,004\text{ mol}$, $V_{\text{IS}} = 40\text{mL}$ άρα

$$[\text{NaA}] = \frac{0,004}{0,04} = 0,004 = 0,1\text{M}$$



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

$$K_{a_{HA}} \cdot K_{b_{A^-}} = K_w \Rightarrow K_{b_{A^-}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

άρα $pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-9.5} = 9,5$

Άρα καταλληλότερος δείκτης είναι το κίτρινο της αλιζαρίνης (i) με περιοχή pH αλλαγής χρώματος $10 < pH < 12$

Γ4.

$$n_B = n_{HA} = 0,004 \text{ mol} \quad \text{και} \quad V_1 = V_2 \quad \text{τότε}$$

	HA	+	B	→	BHA
Αντ.	0,004		0,004		-
Παρ.	-		-		0,004

Ο όγκος του διαλύματος που προκύπτει $V = V_1 + V_2 = 2V_1$

$$[BHA] = \frac{0,004}{2V_1} = \frac{0,002}{V_1} M = C$$

Άρα

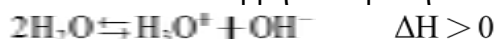
BHA	$\xrightarrow{H_2O}$	BH ⁺	+	A ⁻
C		-		-
-		C		C

Επειδή και το BH⁺ και το A⁻ προέρχονται από ασθενείς ηλεκτρολύτες τότε ιονίζονται μερικώς



Αφού $K_{a_{BH^+}} = K_{b_{A^-}}$ τότε $[H_3O^+] = [OH^-]$ και θα προκύψει ουδέτερο διάλυμα αφού και οι δυο ισορροπίες είναι εξίσου το ίδιο μετατοπισμένες προς τα δεξιά.

Γ5. Ο αυτιοντισμός του H₂O είναι ενδόθερμη αντίδραση όπως φαίνετε παρακάτω:

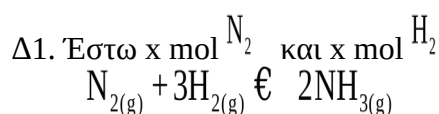


Όμως κατά την διάρκεια της αντίδρασης πραγματοποιείται εξουδετέρωση όπου πρόκειται για την αντίθετη αντίδραση:



Κατά την εξουδετέρωση εκλύεται θερμότητα άρα αυξάνεται η θερμοκρασία του διαλύματος. Στο ΙΣ όπου ολοκληρώνεται η εξουδετέρωση και παύει η έκλυση θερμότητας.

ΘΕΜΑ Δ



αρχ x x —

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

αντ	y	3y	—
παρ	—	—	2y
XI	x - y	x - 3y	2y
ολικά (αερίων)	x	y = x - 3y	2y

Η αναλογία όγκων είναι και αναλογία mol

Στα 100 mol μείγματος ισορροπίας περιέχονται 20 mol NH_3

Στα $(2x - 2y)$ mol NH_3

$$100 \cdot 2y = 20(2x - 2y) \Rightarrow 10y = 2x - 2y \Rightarrow 12y = 2x \Rightarrow x = 6y \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{n_{\text{πρακτ}}(\text{NH}_3)}{n_{\text{θεωρ}}(\text{NH}_3)} = \frac{2y}{\frac{2x}{3}} = \frac{3 \cdot 2y}{2x} = \frac{3y}{x} = \frac{3y}{6y} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ ή } 50\%$$

Δ2.

$$(1): n_{\text{αερ}} = 2x - 2y = 10 \Rightarrow 2(6y) - 2y = 10 \Rightarrow 12y - 2y = 10 \Rightarrow 10y = 10 \Rightarrow y = 1 \text{ mol}$$

$$(2) \Rightarrow x = 6y = 6 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα XI} \quad n_{\text{N}_2} = x - y = 6 - 1 = 5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = x - 3y = 6 - 3 = 3 \text{ mol}$$

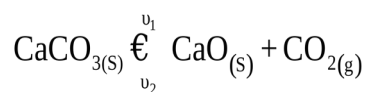
$$n_{\text{NH}_3} = 2y = 2 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^2} \Rightarrow V_1 = 5 \text{ L}$$

Δ3.

α. Πρόκειται για απλές αντιδράσεις οπότε για την $v_1 = k_1$ και για την $v_2 = k_2 \cdot [\text{CO}_2]$ όπου k_1 και k_2 οι σταθερές ταχύτητας για τις δύο αντιδράσεις.

β.



αρχ	2	—	—
αντ	x	—	—
παρ	—	x	x
XI ₁	2 - x	x	x

$$\text{Αφού } v_2 = v_{\text{CO}_2} = 0,4 \text{ M/min} = v_1 \quad \text{στην XI}$$

$$v_1 = k_1 = 0,4 \text{ M/min}$$

$$\alpha_{\text{CaCO}_3} = \frac{x}{2} \Rightarrow 0,5 = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 1 \text{ mol}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

$$[\text{CO}_2] = \frac{x}{V} = \frac{1}{1} = 1\text{M}$$

$$v_2 = k_2 [\text{CO}_2] \Rightarrow k_2 = \frac{v_2}{[\text{CO}_2]} = 0,4 \text{ min}^{-1}$$

γ. Με την απομάκρυνση των mol του CO_2 η Θ.ΧΙ θα πρέπει να μετατοπιστεί προς τα δεξιά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier καθώς η $[\text{CO}_2]$ μειώνεται.

Επίσης επειδή $\theta = \text{σταθερή}$ τότε $k_2 [\text{CO}_2] =$ άρα θα πρέπει να αναιρεθεί πλήρως η μεταβολή. Η προς τα δεξιά αντίδραση θα πρέπει να γίνει μονόδρομη

Στην ΧΙ $n_{\text{CaCO}_3} = 1 \text{ mol} = 2 - x$

$$n_{\text{CaO}} = 1 \text{ mol} = x$$

$$n_{\text{CO}_2} = 1 \text{ mol} = x$$

$$P = \frac{[\text{CO}_2]RT}{V_2} = \frac{xRT}{V_2} = xRT = RT$$

Έστω $y \text{ mol CO}_2$ αφαιρούνται

	$\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$		
αρχ	1	1	$1 \cdot y$
αντ	1	—	—
παρ	—	1	1
τελ	—	1	$2 \cdot y$

$$P_{\text{C}} = \frac{P}{2} \quad \text{όπου} \quad P_{\text{C}} = \frac{[\text{CO}_2]RT}{V_2} = [\text{CO}_2]_{\text{C}} \cdot RT = (2 - y)RT$$

$$(2 - y)RT = \frac{RT}{2} \Rightarrow (2 - y)2 = 1 \Rightarrow 4 - 2y = 1 \Rightarrow y = 1,5 \text{ mol CO}_2$$

αφαιρέθηκαν.

ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

«ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ» ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
www.floropoulos.gr