

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
2021**

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Για τις προτάσεις **A1** έως και **A5** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

A1. Ένα ηλεκτρόνιο που ανήκει στο τροχιακό $2p_z$ μπορεί να έχει την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών:

- α. (2, 0, 0, +1/2)
- β. (2, 1, 0, +1/2)
- γ. (1, 0, 0, -1/2)
- δ. (2, -1, 0, -1/2)

Μονάδες 5

A2. Υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου 10^{-7} M στους 25°C έχει:

- α. $\text{pH} = 7$
- β. $\text{pH} > 7$
- γ. $\text{pH} < 7$
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.

Μονάδες 5

A3. Από τα παρακάτω το μικρότερο σημείο βρασμού έχει:

- α. το H_2
- β. το NaCl
- γ. η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- δ. το HCl

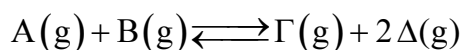
Μονάδες 5

A4. Στις εξώθερμες αντιδράσεις ισχύει:

- α. $\Delta H = 0$
- β. $\Delta H < 0$
- γ. $H_{\text{αντ.}} < H_{\text{πρ.}}$
- δ. τίποτα από τα παραπάνω.

Μονάδες 5

A5. Δίνεται η ισορροπία



Η σωστή έκφραση για την K_C είναι:

α. $\frac{[\Gamma]}{[A] + [B]}$

β. $\frac{[\Delta]^2}{[B]}$

γ. $\frac{[A][B]}{[\Gamma][\Delta]^2}$

δ. $\frac{[\Gamma][\Delta]^2}{[A][B]}$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

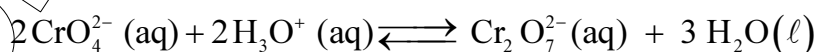
B1. Δίνονται τα στοιχεία $_{11}\text{Na}$, $_{16}\text{S}$ και $_{19}\text{K}$.

α. Να θέσετε τα στοιχεία αυτά, κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας, αιτιολογώντας την απάντησή σας αποκλειστικά με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα (μονάδες 2).

β. Ποιο από τα $_{11}\text{Na}$ και $_{16}\text{S}$ έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού; (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με κριτήριο την ατομική ακτίνα και το δραστικό πυρηνικό φορτίο (μονάδες 2).

Μονάδες 5

B2. Υδατικό διάλυμα που περιέχει τα ιόντα $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ έχει χρώμα πορτοκαλί, ενώ το υδατικό διάλυμα των ιόντων CrO_4^{2-} είναι κίτρινο. Μεταξύ των δύο ιόντων υφίσταται η ακόλουθη ισορροπία:



α. Σε ένα κίτρινο διάλυμα ιόντων CrO_4^{2-} προσθέτουμε μικρή ποσότητα $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$. Το διάλυμα χρωματίζεται πορτοκαλί (διάλυμα Y_1). Να δικαιολογήσετε την αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα (μονάδες 2).

β. Στο διάλυμα Y_1 προστίθεται ποσότητα $\text{NaOH}(\text{aq})$ μέχρι το διάλυμα να γίνει εκ νέου κίτρινο. Να δικαιολογήσετε τη νέα αλλαγή του χρώματος (μονάδες 3).

Μονάδες 5

B3. Να συγκρίνετε τις συχνότητες μετάπτωσης:

i. $4p \rightarrow 3s$

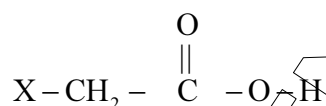
ii. $4p \rightarrow 3d$

στο ιόν του ${}_2\text{He}^+$ στην αέρια κατάσταση (μονάδες 2).

Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 5

B4. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι σταθερές (στη μορφή pK_a) τεσσάρων γνωστών καρβοξυλικών οξέων της μορφής:



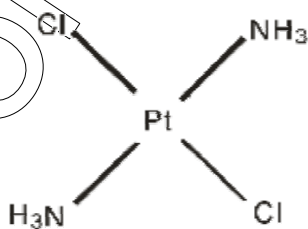
X-	pK_a
F -	2,7
NO_2 -	1,7
HO -	3,6
C_6H_5 -	4,2

α. Με βάση τα ανωτέρω πειραματικά στοιχεία να κατατάξετε τους υποκαταστάτες X κατά σειρά αυξανόμενου $-I$ επαγωγικού φαινομένου (1 μονάδα). Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

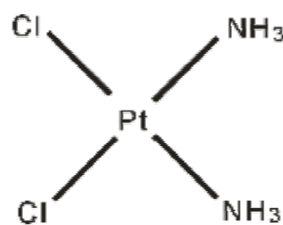
β. Η τιμή της pK_a του CF_3COOH είναι $-0,25$. Να εξηγήσετε γιατί το CF_3COOH είναι πιο ισχυρό οξύ από το CFH_2COOH ($pK_a = 2,7$) (μονάδες 2).

Μονάδες 5

B5. Ορισμένες σύμπλοκες ενώσεις του λευκοχρύσου (Pt) χρησιμοποιούνται ως φάρμακα. Η σύμπλοκη ένωση $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ υπάρχει στις δύο ακόλουθες επίπεδες δομές (ισομερή):



Δομή Α



Δομή Β

Να εξηγήσετε για ποιον λόγο η δομή Β διαλύεται περισσότερο στο νερό από τη δομή Α.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

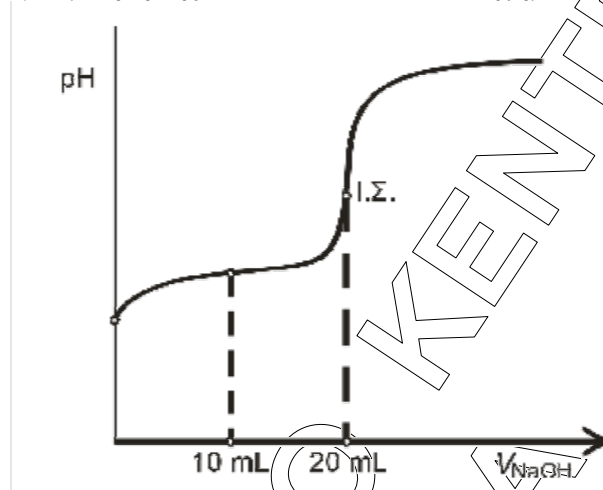
Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα (Y_1 και Y_2) ίσων συγκεντρώσεων και όγκου 20 mL το καθένα.

Το διάλυμα Y_1 περιέχει το ασθενές οξύ HA ($K_a = 10^{-6}$).

Το διάλυμα Y_2 περιέχει την ασθενή βάση B ($K_b = 10^{-6}$).

Γ1. Το διάλυμα Y_1 ογκομετρείται από πρότυπο διάλυμα NaOH 0,2 M.

Η καμπύλη ογκομέτρησης του Y_1 δίνεται στο σχήμα 1.



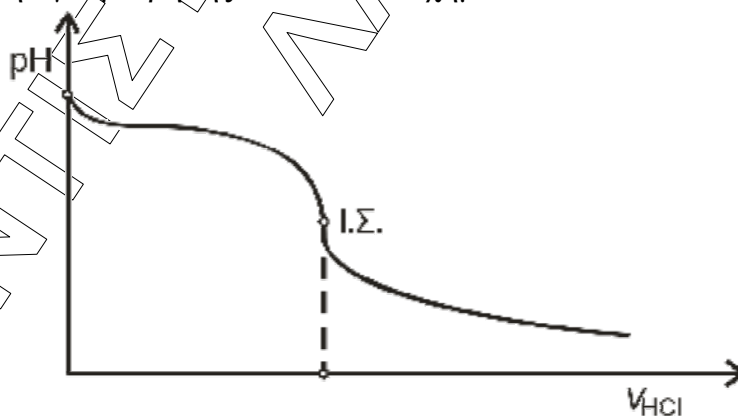
Σχήμα 1

- α.** Να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του HA στο διάλυμα Y_1 (μονάδες 3).
β. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του ογκομετρούμενου διαλύματος, όταν έχουν προστεθεί 10 mL από το πρότυπο διάλυμα (μονάδες 3).

Μονάδες 6

Γ2. Το διάλυμα Y_2 ογκομετρείται από πρότυπο διάλυμα HCl 0,2 M.

Η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2

- α.** Να υπολογίσετε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο (μονάδες 3).
β. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο (μονάδες 3).

Μονάδες 6

Γ3. Δίνονται οι ακόλουθοι δείκτες:

- i. κίτρινο της αλιζαρίνης με $pK_a = 11$
- ii. πορφυρό της βρωμοκρεσόλης με $pK_a = 6,4$
- iii. ηλιανθίνη με $pK_a = 3,5$.

Να αιτιολογήσετε ποιος από τους παραπάνω δείκτες είναι καταλληλότερος για την ογκομέτρηση καθενός από τα διαλύματα Y_1 και Y_2 .

Μονάδες 6

Γ4. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους από τα αρχικά διαλύματα Y_1 και Y_2 . Θα προκύψει διάλυμα όξινο, βασικό ή ουδέτερο (μονάδα 1); Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 3

Γ5. Με αποκλειστικό κριτήριο ότι η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού είναι ενδόθερμη διαδικασία, να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία του διαλύματος κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης.

Μονάδες 4

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

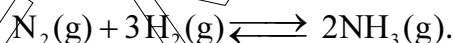
Δίνεται $K_w = 10^{-14}$.

Καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων οι τιμές K_a , K_b και K_w να θεωρήσετε ότι δεν μεταβάλλονται.

ΘΕΜΑ Δ

Η αμμωνία (NH_3) είναι ένα σπουδαίο βιομηχανικό αέριο με πολλές χρήσεις.

Ισομοριακό αέριο μίγμα N_2 και H_2 εισάγεται σε θερμαινόμενο σωλήνα θερμοκρασίας $\theta^\circ C$ παρουσία καταλύτη, οπότε συντίθεται η αμμωνία NH_3 , σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Το εξερχόμενο αέριο μίγμα εισάγεται σε δοχείο όγκου V_1 και η σύστασή του παραμένει σταθερή.

Δ1. Αν το μίγμα περιέχει 20% v/v NH_3 , να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

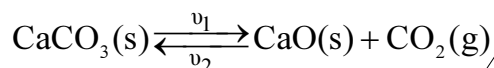
Μονάδες 6

Δ2. Τα συνολικά mol των αερίων στο δοχείο είναι 10 και η πιο πάνω αντίδραση έχει $K_c = \frac{20}{27}$ στους $\theta^\circ C$. Να υπολογίσετε τον όγκο V_1 του δοχείου.

Μονάδες 6

- Δ3.** Ένα από τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής παρασκευής της αμμωνίας (NH₃) είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ανθρακικού ασβεστίου CaCO₃ (s).

Σε δοχείο σταθερού όγκου V₂ = 1 L εισάγονται 2 mol CaCO₃ (s). Το δοχείο θερμαίνεται στους θ °C, οπότε το CaCO₃ (s) διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO₂ είναι v = 0,4 M/min και ο βαθμός διάσπασης του CaCO₃ (s) είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:

- α.** να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του CaCO₃ (s) (μονάδες 2), καθώς και τον νόμο της αντίθετης αντίδρασης (μονάδες 2).
- β.** να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k₁ και k₂ (μονάδες 4).
- γ.** να υπολογίσετε τα mol του CO₂ που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία (μονάδες 5).

Μονάδες 13

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. β

A2. γ

A3. α

A4. β

A5. δ

ΘΕΜΑ Β

B1. α) ${}_{11}\text{Na}: 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^4 \Rightarrow 3^{\text{η}} \text{ ΠΕΡΙΟΔΟΣ} / \text{I}_\text{A} \text{ ΟΜΑΔΑ}$

${}_{16}\text{S}: 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^4 \Rightarrow 3^{\text{η}} \text{ ΠΕΡΙΟΔΟΣ} / \text{VI}_\text{A} \text{ ΟΜΑΔΑ}$

${}_{19}\text{K}: 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 4s^1 \Rightarrow 4^{\text{η}} \text{ ΠΕΡΙΟΔΟΣ} / \text{I}_\text{A} \text{ ΟΜΑΔΑ}$

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά σε μια περίοδο άρα: $\text{Na} > \text{S}$

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω σε μια ομάδα άρα: $\text{K} > \text{Na}$

Τελικά: $\text{S} < \text{Na} < \text{K}$

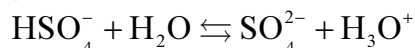
β) Η αύξηση της ατομικής ακτίνας μειώνει την ενέργεια $1^{\text{ου}}$ ιοντισμού. Άρα για $E_{i,1}$: $\text{Na} < \text{S}$

Η αύξηση του δραστικού πυρηνικού φορτίου αυξάνει την έλξη των e^- της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και έτσι γίνεται πιο δύσκολη η απομάκρυνση e^- με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενέργεια $1^{\text{ου}}$ ιοντισμού. Επειδή το δραστικό πυρηνικό φορτίο αυξάνεται, για τα στοιχεία της ίδιας περιόδου - κύριες ομάδες- όπως αυξάνεται ο ατομικός αριθμός δηλαδή προς τα δεξιά:

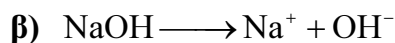
$$Z_{\text{eff}}(\text{S}) > Z_{\text{eff}}(\text{Na})$$

Άρα για $E_{i,1}$: $\text{Na} < \text{S}$

B2. α) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$



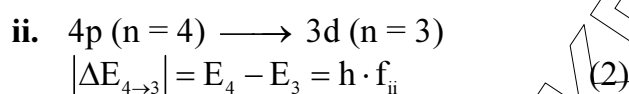
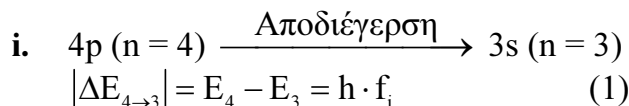
Άρα αυξάνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, οπότε γίνεται αλλαγή του χρώματος του διαλύματος από κίτρινο σε πορτοκαλί.



Τα ανιόντα OH^- προκαλούν εξουδετέρωση στα H_3O^+ σύμφωνα με την αντίδραση: $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

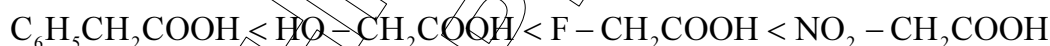
Άρα έχουμε μείωση της $[\text{H}_3\text{O}^+]$ του διαλύματος και η ισορροπία, σύμφωνα με αρχή L.C., μετατοπίζεται προς τα αριστερά με αποτέλεσμα το διάλυμα να αλλάζει χρώμα από πορτοκαλί σε κίτρινο.

B3. Το ${}_2\text{He}^+ : 1s^1$ είναι υδρογονοειδές οπότε ισχύει το ατομικό πρότυπο Bohr.

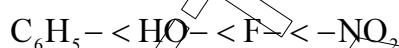


Από (1), (2) $\Rightarrow f_i = f_{ii}$

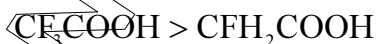
B4. α. Το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο, ισχυροποιεί τα οξέα λόγω της έλξης των e^- . Όσο pK_a αυξάνεται, η K_a μειώνεται, το ίδιο και η ισχύς των οξέων. Συνεπώς ως προς την ισχύ:



Άρα η σειρά $-I$ είναι:



β. Το F προκαλεί $-I$ επαγωγικό. Έτσι όσα περισσότερα άτομα F τόσο πιο έντονο το $-I$ επαγωγικό και κάνει το οξύ πιο ισχυρό:



Για αυτό $K_a(\text{CF}_3\text{COOH}) > K_a(\text{CFH}_2\text{COOH})$

Και τελικά $pK_a(\text{CF}_3\text{COOH}) < pK_a(\text{CFH}_2\text{COOH})$

B5. Η Δομή A εμφανίζει συμμετρία με αποτέλεσμα να έχει $\mu_{\text{ολ}} = 0$. Οπότε είναι μη πολική ουσία. Αντίθετα η Δομή B δεν εμφανίζει συμμετρία και έχει $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$. Οπότε είναι πολική ουσία. Με δεδομένο ότι το νερό είναι πολικός δ/της και ότι τα όμοια διαλύουν όμοια, η δομή B διαλύεται περισσότερο στο νερό.

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1. α.** Πρότυπο διάλυμα NaOH $c = 0,2M$, $V_{I.S.} = 0,02 L$
 άρα $n_{NaOH(I.S.)} = c \cdot V_{I.S.} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
 Στο I.Σ. έχει γίνει πλήρης εξουδετέρωση:

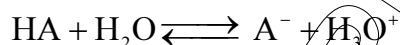
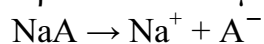
(mol)	HA	+	NaOH	$\rightarrow$	NaA	+	H ₂ O
APX.	$c_1 \cdot 0,02$		$4 \cdot 10^{-3}$		—		
TEΛ.	—		—		$4 \cdot 10^{-3}$		

Άρα $c_1 \cdot 0,02 = 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \underline{c_1 = 0,2M}$

- β.** Στα 10 mL έχει γίνει ημιεξουδετέρωση:

(mol)	HA	+	NaOH	$\rightarrow$	NaA	+	H ₂ O
APX.	$4 \cdot 10^{-3}$		$2 \cdot 10^{-3}$		—		
TEΛ.	$2 \cdot 10^{-3}$		—		$2 \cdot 10^{-3}$		

Προκύπτει Ρ.Δ. με:



$$pH = pK_{a_{HA}} + \log \frac{c_B}{c_{ox}} \quad (\text{εξίσωση Henderson-Hasselbalch})$$

$$c_B = c_{ox} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} M$$

Άρα $pH = pK_a = 6$

- Γ2. α.** $C_1 = C_2 = 0,2M$, $V = 0,02L$

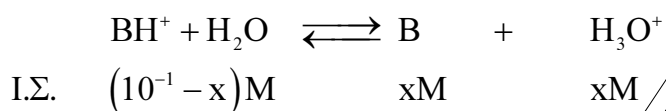
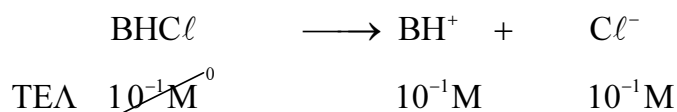
$$n_B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Στο I.Σ. πλήρης εξουδετέρωση:

	B	+	HCl	$\rightarrow$	BHCl
APX.	$4 \cdot 10^{-3}$		$0,2 \cdot V_{I.S.2}$		—
I.Σ.	—		—		$4 \cdot 10^{-3}$

Άρα $0,2 \cdot V_{I.S.2} = 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_{I.S.2} = 20mL = 0,02L$

β. Στο Ι.Σ.: BHCl $C = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{(20 + 20) \cdot 10^{-3}} = 10^{-1} \text{M}.$



$$K_a(\text{BH}^+) = \frac{K_w}{K_b(\text{B})} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \Rightarrow x = 10^{-4.5} \text{M}$$

$$K_a = \frac{x^2}{10^{-1} - x} \approx \frac{x^2}{10^{-1}} \quad \downarrow \quad \text{pH}_{\text{I.Σ.}} = 4,5$$

Γ3. Περιοχή pH αλλαγής χρώματος

i. κίτρινο αλιζαρίνης

10 – 12
βασική περιοχή

ii. πορφυρό βρωμοκρεσόλης

5,4 – 7,4

iii. ηλιανθίνη

2,5 – 4,5

$$\text{pK}_a - 1 < \text{pH} < \text{pK}_a + 1$$

ΔΕΙΚΤΗ ΔΕΙΚΤΗ

Πρέπει το $\text{pH}_{\text{I.Σ.}}$ να βρίσκεται όσο το δυνατό πιο κοντά στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη για να είναι ο καταλληλότερος δείκτης.

• Ογκομέτρηση $\text{Y}_1 \Rightarrow \text{N}_a\text{A} \rightarrow \text{N}_a^+ + \text{A}^-$



$$\left(\begin{array}{ccc} \text{A}^- & + & \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^- \\ 10^{-1} - y & & y \quad y \end{array} \right)$$

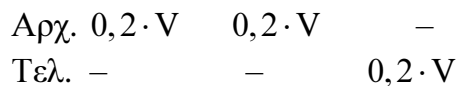
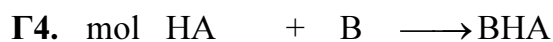
$$\left[\text{OH}^- \right] = \sqrt{10^{-8} \cdot 10^{-1}} = 10^{-4.5} \text{M}$$

$$\text{pH}_{\text{I.Σ.}} = 9,5 > 7$$

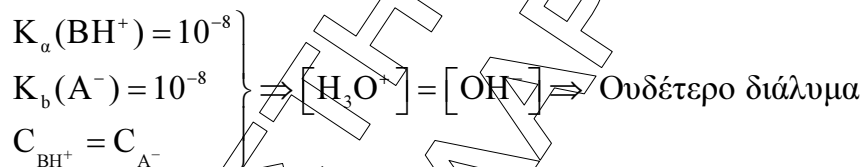
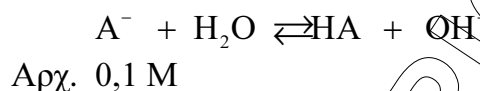
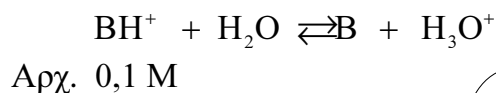
Άρα ο καταλληλότερος δείκτης είναι ο (i) κίτρινο αλιζαρίνης.

- Ογκομέτρηση Y_2 : $pH_{I.\Sigma.2} = 4,5$

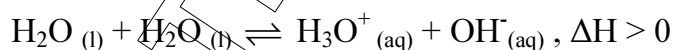
Οπότε ο καταλληλότερος δείκτης είναι ο (iii) (πέφτει μέσα στην περιοχή αλλαγής χρώματος).



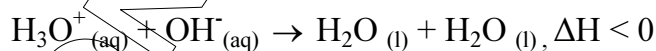
$$\text{BHA: } C = \frac{0,2V}{2V} = 0,1M$$



Γ5. Αυτοϊοντισμός H_2O :



Εξουδετέρωση (Brönsted-Lowry):



$\Delta H' = -\Delta H$ (αρχή Lavoisier - Laplace)

Αρα εκλύεται θερμότητα κατά την διάρκεια της εξουδετέρωσης οπότε αυξάνεται η θερμοκρασία του δ/τος

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

(mol)	$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3(g)$
APX.	n		n		
A/A	-x		-3x		2x
X.I.	n - x		n - 3x		2x

$$X.I.: 20\% \frac{V}{V} NH_3 \xrightarrow{P, T=ct} \frac{nNH_3}{n_{ολ.}} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$\frac{2x}{2n - 2x} = \frac{1}{5} \Leftrightarrow 2n - 2x = 10x \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2n = 12x \Leftrightarrow n = 6x \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\pi.\pi.NH_3}{\theta.\pi.NH_3} = \frac{\cancel{2}x}{\cancel{2}n} = \frac{3x}{n} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \alpha = \frac{3x}{6x} = 50\%$$

Δ2.

$$X.I.: n_{ολ} = 2n - 2x = 10 \Leftrightarrow 2(n - x) = 10$$

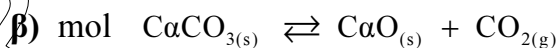
$$n - x = 5 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} 5x = 5 \quad (1)$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(\frac{2}{V_1}\right)^2}{\frac{5}{V_1} \cdot \left(\frac{3}{V_1}\right)^3} \Rightarrow \frac{20}{27} = \frac{4 \cdot V_1^2}{5 \cdot 27} \Rightarrow V_1 = 5L$$

Δ3. α) Αφού η αντίδραση είναι απλή:

$$U_1 = k_1 \quad (I) \quad \text{και}$$

$$U_2 = k_2 [CO_2] \quad (II)$$



Αρχ. 2 — —

Α/Π -ω ω ω

X.I. 2-ω ω ω

$$\alpha_{\text{διάσπασης}} = \frac{\omega^{a=0,5}}{2} \Rightarrow \omega = 1$$

$$K_c = [\text{CO}_2] - \frac{\omega}{V} = \frac{1}{1} = 1$$

$$\text{X.I.: } U_1 = U_2 \neq 0 \xRightarrow[\text{(II)}]{\text{(I)}}$$

$$k_1 = k_2 [\text{CO}_2] \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = [\text{CO}_2] = K_c = 1$$

$$k_1 = k_2 \quad (\text{III}).$$

Η μέγιστη ταχύτητα είναι τη στιγμή $t = 0$.

Αφού $U_1 = k_1 = U = 0,4 \text{ M/min} = \text{σταθ.}$

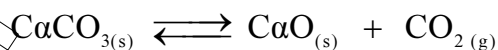
$$(\text{III}) \Rightarrow k_2 = 0,4 \text{ min}^{-1}$$

γ)

$$\left. \begin{array}{l} P \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ V, R, T = \text{σταθ.} \\ P' = \frac{P}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow n' = \frac{n}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ mol} \quad \text{ΤΕΛΙΚΑ}$$

$$\text{Άρα } [\text{CO}_2]_T = 0,5 \text{ M} \neq K_c \quad (\text{IV})$$

Δεν αποκαθίσταται ισορροπία και η αντίδραση γίνεται μονόδρομη μετά την αφαίρεση $y \text{ mol CO}_2$.



$$\text{X.I.} \quad 1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$\text{Μεταβολή} \quad - \quad - \quad -y ;$$

$$\text{Α/Π} \quad -\mu \quad +\mu \quad +\mu$$

$$\text{Τελικά} \quad 1-\mu \quad 1+\mu \quad 1-y+\mu$$

$$\text{Πρέπει } 1-\mu = 0 \Leftrightarrow \mu = 1 \Rightarrow 1-y+1 = 0,5 \Rightarrow y = 1,5 \text{ mol}$$

Διευκρίνιση: Αφαιρούμε αρχικά 1 mol, αποκαθίσταται οριακή ισορροπία ($P = ct$) και στη συνέχεια αφαιρούμε ακόμα 0,5 mol χωρίς να έχει αποκατασταθεί ισορροπία, για να γίνει η πίεση $P/2$.