

# ΧΗΜΕΙΑ

## Ο.Π. ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ Α

A.1 → 1

A.2 → 3

A.3 → 1

A.4 → 3

A.5 → 3

A.6 → 2

A.7 → Λ

A.8 → Λ

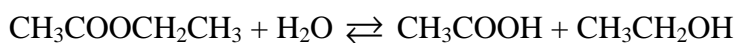
A.9 → Λ

A.10 → Λ

A.11 → Λ

#### ΘΕΜΑ Β

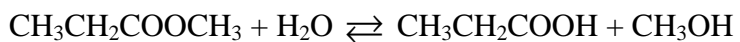
**B.1** Αρχικά, υδρολύουμε τους δύο εστέρες προς παραγωγή των αντίστοιχων αλκοολών και οξέων.



Αιθανικός  
Αιθυλεστέρας

Αιθανικό  
Οξύ

Αιθανόλη



Προπανικός  
Μεθυλεστέρας

Προπανικό  
Οξύ

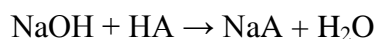
Μεθανόλη



Στη συνέχεια προσθέτουμε στα δύο διαλύματα I<sub>2</sub>/ NaOH και παρατηρούμε την δημιουργία κίτρινου ιζήματος CHI<sub>3</sub>. Από τις δύο αλκοόλες, μόνο η αιθανόλη δίνει την ιωδοφορμική αντίδραση, συνεπώς γνωρίζουμε και σε ποιο διάλυμα βρίσκεται ο αιθανικός αιθυλεστέρας.

**B.2** Στο Ι.Σ. θα ισχύει ότι  $n_{HA} = n_{NaOH}$ . Άρα,  $\frac{y \cdot x}{1000} = \frac{\omega \cdot z}{1000}$  (1)

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά την ογκομέτρηση είναι:



Όταν προστεθούν τα  $\omega/2$  mL του NaOH θα έχουμε ότι:

$$n_{NaOH} = \frac{\omega \cdot z}{2000} \text{ και } n_{HA} = \frac{y \cdot x}{1000}$$

Λόγω της εξίσωσης (1), παρατηρούμε ότι  $\frac{y \cdot x}{1000} = 2 \cdot \frac{\omega \cdot z}{2000}$  (2)

mol	NaOH	+ HA	→ NaA	+ H <sub>2</sub> O
Αρχικά	$\frac{\omega \cdot z}{2000}$	$\frac{y \cdot x}{1000}$		-
Α/Π	$-\frac{\omega \cdot z}{2000}$	$-\frac{\omega \cdot z}{2000}$		$\frac{\omega \cdot z}{2000}$
Τελικά	-	$\frac{y \cdot x}{1000} - \frac{\omega \cdot z}{2000}$		$\frac{\omega \cdot z}{2000}$

Από την εξίσωση (2) ισχύει ότι  $\frac{y \cdot x}{1000} - \frac{\omega \cdot z}{2000} = \frac{\omega \cdot z}{2000}$ , δηλαδή

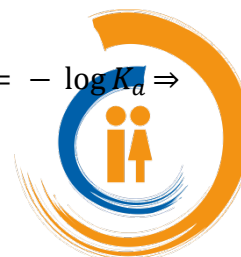
$$n_{NaA} = \frac{\omega \cdot z}{2000} = n_{HA}$$

Άρα, τελικά στο διάλυμα έχουμε:  $C_{HA} = \frac{\omega \cdot z}{2000 \cdot (\frac{\omega}{2} + x)} = C_{NaA}$ .

Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα (HA – NaA) και αφού  $\frac{K_a}{C_{οξ}} = 10^{-2}$  ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις, δηλαδή:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{οξ}}{C_{β}} \Rightarrow [H_3O^+] = K_a \Rightarrow -\log[H_3O^+] = -\log K_a \Rightarrow$$

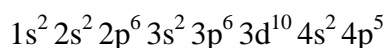
$$\Rightarrow pH = pK_a$$



### B.3

i) Αφού το στοιχείο ανήκει στα αλογόνα, τότε βρίσκεται στην 17<sup>η</sup> (VII<sub>A</sub>) Ομάδα του Π.Π, άρα έχει 7 e<sup>-</sup> σθένους και επειδή είναι το 3<sup>ο</sup> στοιχείο της Ομάδας, βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> Περίοδο, συνεπώς έχει κατειλημμένη τη στοιβάδα N.

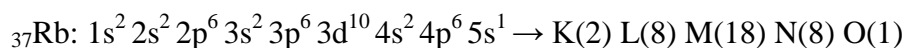
Η ηλεκτρονιακή απεικόνιση του στοιχείου είναι:



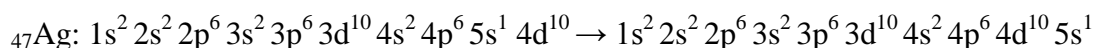
K(2) L(8) M(18) N(7)

Άρα, ο ατομικός αριθμός του στοιχείου είναι  $Z = 35$  (<sub>35</sub>Br).

ii) Η ηλεκτρονιακή κατανομή για τα δύο στοιχεία είναι:



Άρα ανήκει στην 1<sup>η</sup> (I<sub>A</sub>) Ομάδα και στην 5<sup>η</sup> Περίοδο του Π.Π.



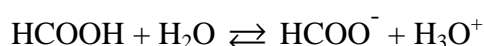
→ K(2) L(8) M(18) N(18) O(1)

Άρα ανήκει στην 11<sup>η</sup> (I<sub>B</sub>) Ομάδα και στην 5<sup>η</sup> Περίοδο του Π.Π.

Ο <sub>47</sub>Ag, εν αντιθέσει με το <sub>37</sub>Rb, έχει το τελευταία του ηλεκτρόνια στην υποστοιβάδα d (αφού η υποστοιβάδα 5s συμπληρώνεται πρότερα) και ως εκ τούτου ανήκει στα στοιχεία μεταπτώσεως, δηλαδή στις δευτερεύουσες Ομάδες του Π.Π.

### B.4

Ο ιοντισμός του οξέος είναι:



i) Προσθήκη H<sub>2</sub>O

- Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά (→).
- Το pH του διαλύματος θα αυξηθεί, καθώς η συγκέντρωση του οξέος και κατά συνέπεια των H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, μειώνεται.
- Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος θα αυξηθεί λόγω μετατόπισης της ισορροπίας προς τα δεξιά (Ostwald).

ii) Προσθήκη HCl

- Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά (←), λόγω επίδρασης κοινού ιόντος (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> λόγω ιοντισμού του HCl).

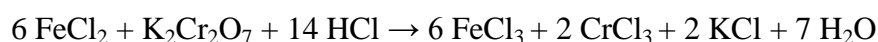


- Το pH του διαλύματος θα μειωθεί, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης των  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος θα μειωθεί, λόγω της μετατόπισης της ισορροπίας προς τα αριστερά (Le Chatelier).

### iii) Προσθήκη NaOH

- Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά, διότι μειώνεται η συγκέντρωση των  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- Το pH του διαλύματος θα αυξηθεί.
- Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος θα αυξηθεί, λόγω μετατόπισης της ισορροπίας προς τα δεξιά.

**B.5** Ο  $\text{Fe}^{+2}$  οξειδώνεται προς  $\text{Fe}^{+3}$  και το  $\text{Cr}^{+6}$  ανάγεται προς  $\text{Cr}^{+3}$ .



## ΘΕΜΑ Γ

**A.** Η ένωση (I) είναι αλκοόλη, συνεπώς ο Γ.Τ. είναι  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ .

Για του  $\sigma$  δεσμούς, έχουμε:

- Μεταξύ C (n-1)  $\sigma$  δεσμοί.
- Μεταξύ C – H (2n + 1)  $\sigma$  δεσμοί.
- Μεταξύ O – H 1  $\sigma$  δεσμός.
- Μεταξύ C – O 1  $\sigma$  δεσμός.

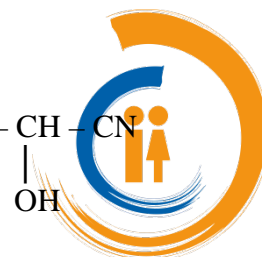
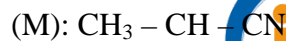
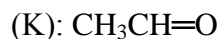
Άρα:

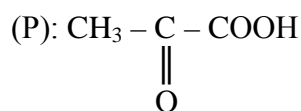
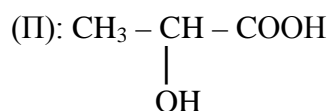
$$n - 1 + 2n + 1 + 2 = 23 \rightarrow 3n + 2 = 21 \rightarrow n = 7$$

Συνεπώς η αλκοόλη (I) είναι η  **$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$** .

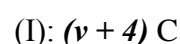
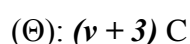
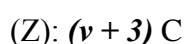
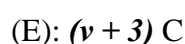
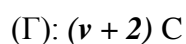
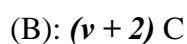
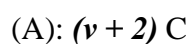
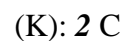
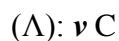
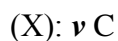
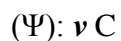
Η ένωση (II) είναι υδροξυ-οξύ, το οποίο μπορεί να οξειδωθεί, συνεπώς η ένωση (K) είναι αλδεΐδη, η οποία προέρχεται από το αλκίνιο (N).

Άρα έχουμε:



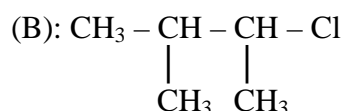
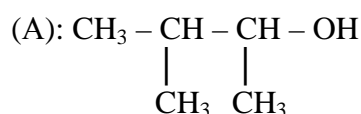
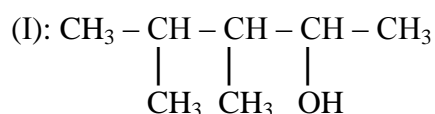
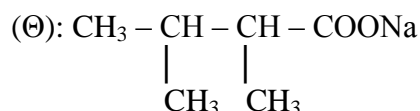
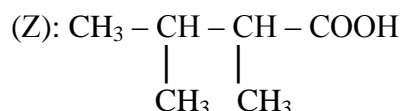
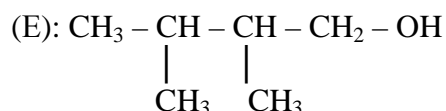
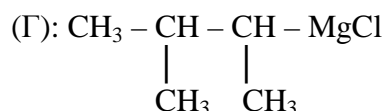
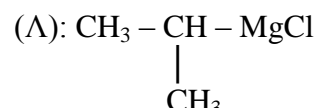
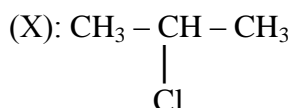
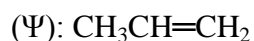


Εν συνεχεία, ξεκινώντας από την ένωση Ψ, έχουμε για τους άνθρακες:



$$\nu + 4 = 7 \rightarrow \nu = 3$$

Άρα:



## B.

ι) Αφού το μείγμα είναι ισομοριακό, τότε ισχύει ότι  $n_A = n_B$ .

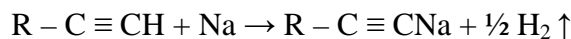
Έστω  $x \text{ mol C}_\nu\text{H}_{2\nu-2}$  (αλκίνιο Α) και  $x \text{ mol C}_\mu\text{H}_{2\mu-2}$  (αλκίνιο Β).  
Ισχύει ότι:

$$m_A + m_B = 8 \text{ g} \Rightarrow x(14\nu - 2) + x(14\mu - 2) = 8 \text{ g} \quad (1)$$



$$n_{H_2} = \frac{3,36L}{2,24 \frac{L}{mol}} \Rightarrow n_{H_2} = 0,15mol$$

Περίπτωση 1: Έστω ότι αντιδρά μόνο το Α



$$\frac{x}{2} = 0,15mol \Rightarrow x = 0,3mol$$

Άρα, λόγω της (1),  $v + \mu = 2,3$ . **Απορρίπτεται**  
 Πρέπει  $v \geq 2$  και  $\mu \geq 3$  (διότι  $M_{rA} \geq M_{rB}$ ).

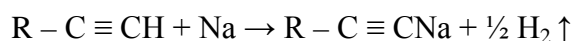
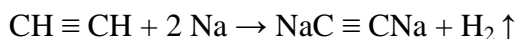
Περίπτωση 2: Έστω ότι αντιδρά μόνο το Β

Καταλήγουμε στο ίδιο συμπέρασμα με το ανωτέρω.  
 Άρα, θεωρούμε ότι αντιδρούν και τα δύο αλκίνια.  
 Άρα:

$$\frac{x}{2} + \frac{x}{2} = 0,15mol \Rightarrow 2x = 0,3mol \Rightarrow x = 0,15mol$$

Όμως λόγω της (1),  $v + \mu \approx 4$ . **Απορρίπτεται**  
 Πρέπει  $v \geq 2$  και  $\mu \geq 3$  (βλ. περίπτωση 1).

Συνεπώς, αντιδρούν και τα δύο αλκίνια και το ένα θεωρούμε ότι είναι το αιθίνιο ( $CH \equiv CH$ ).



$$x + \frac{x}{2} = 0,15mol \Rightarrow 2x + x = 0,3mol \Rightarrow x = 0,1mol$$

ii) Από (1) έχουμε ότι  $v + \mu = 6$

Για  $v = 2$ , συνεπάγεται ότι  $\mu = 4$ .

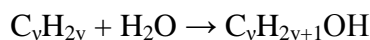
Συνεπώς, τα δύο αλκίνια είναι τα  $CH \equiv CH$  (αιθίνιο) και  $CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$  (1-βουτίνιο).



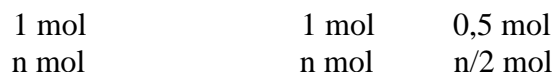
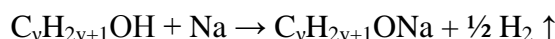
Γ.

i) Έστω  $n$  mol αλκενίου Α.

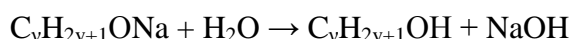
Κατά την ενυδάτωση του αλκενίου προκύπτει η αλκοόλη Β.



Κατά την προσθήκη περίσσειας Na στην ένωση Β, προκύπτει το αντίστοιχο αλκοξειδίο του νατρίου (ένωση Γ).



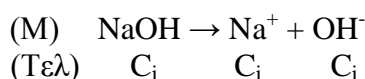
Κατά την διάλυση της ένωσης Γ προκύπτει πάλι η αρχική αλκοόλη Β.



Το pH του Δ<sub>1</sub> οφείλεται στην ύπαρξη του NaOH, το οποίο σχηματίζεται κατά την ενυδάτωση του αλκοξειδίου του νατρίου.

Το NaOH ως ισχυρή βάση διίσταται πλήρως.

Ισχύει λοιπόν για το NaOH:  $C_i = n/10$



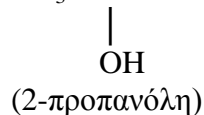
$$\begin{aligned} pH = 12 \Rightarrow pOH = 2 \Rightarrow -\log[OH^-] = 2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} M \Rightarrow C_i = 10^{-2} M \Rightarrow \\ \Rightarrow C_i = \frac{n}{10} \Rightarrow n = C_i \cdot 10 \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{Άρα, } V_{H_2} = 0,1 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{mol}}{L} \Rightarrow V_{H_2} = 2,24 L$$

ii) Για το αλκένιο Α ισχύει ότι  $Mr_A = 14v$

$$n_A = \frac{m_A}{Mr_A} \Rightarrow \frac{m_A}{Mr_A} = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow Mr_A = 42 \frac{g}{\text{mol}} \Rightarrow 14v = 42 \Rightarrow v = 3$$

Συνεπώς, το αλκένιο Α είναι το  $CH_3 - CH = CH_2$  (προπίνιο), η αλκοόλη Β είναι η  $CH_3 - CH - CH_3$  και το αλκοξειδίο του νατρίου Γ είναι το  $CH_3 - CH - ONa$



## Θέμα Δ

1) Αφού οι ποσότητες των δύο αερίων είναι ισομοριακές, τότε ισχύει ότι  $n_{N_2} = n_{H_2} = n$

mol $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$			
Αρχ.	n	n	-
Α/Π	- x	- 3x	2x
Χ.Ι.	n - x	n - 3x	2x

Απο την εκφώνηση, έχουμε για τη Χ.Ι.:  $n_{H_2} = n_{NH_3} \Rightarrow n - 3x = 2x \Rightarrow n = 5x(1)$

Τελικά στη Χ.Ι.,  $n_{N_2} = 4x$  και  $n_{H_2} = n_{NH_3} = 2x$ .

Άρα, το  $H_2$  είναι σε έλλειψη.

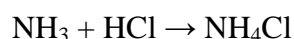
Συνεπώς, έχουμε για την απόδοση της ισορροπίας:

$$\alpha = \frac{n_{NH_3 \text{πρακτικά}}}{n_{NH_3 \text{θεωρητικά}}} = \frac{2x}{\frac{2n}{3}} = \frac{2x}{\frac{10x}{3}} = 0,6 \Rightarrow \alpha = 0,6 \Rightarrow \alpha = 60\%.$$

2)

i) Έχουμε για την  $NH_3$  στο διάλυμα  $\Delta_1$ :  $C_1 = \frac{2x}{20} = 0,1x$

Η αντίδραση της ογκομέτρησης είναι:



Στο Ι.Σ. ισχύει ότι  $n_{NH_3} = n_{HCl} \Rightarrow 0,1L \cdot x \cdot 0,1M = 0,2M \cdot 0,05L \Rightarrow x = 1 \text{ mol} (2)$

Άρα, λόγω της (1),  $n = 5 \text{ mol}$ .

Συνεπώς οι αρχικές ποσότητες των  $N_2$  και  $H_2$  είναι  $n_{N_2} = n_{H_2} = 5 \text{ mol}$ .

ii) Για την σταθερά της αντίδρασης στο ερώτημα α, έχουμε:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^2}{\left(\frac{4}{2}\right) \cdot \left(\frac{2}{2}\right)^2} \Rightarrow K_c = 0,5$$



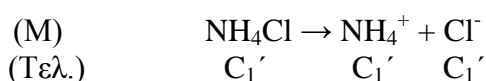


iii) Για την αντίδραση ογκομέτρησης,  $n_{NH_3} = 0,01\text{mol} = n_{HCl}$  (βλ. εξίσωση 2)

mol $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$			
Αρχ.	0,01	0,01	-
Α/Π	- 0,01	- 0,01	0,01
Τελικά	-	-	0,01

Τελικά στο διάλυμα υπάρχει  $NH_4Cl$ , με συγκέντρωση  $C_1' = \frac{0,01\text{mol}}{1L} = 0,01M$

Το  $NH_4Cl$  δίσταται σύμφωνα με την εξίσωση:



Το παραγόμενο  $NH_4^+$  ιοντίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:

M	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$			
Αρχ.	$C_1'$	-	-	-
Α/Π	x	-	x	x
Ι.Σ.	$C_1' - x$	-	x	x

Ισχύει για τη σταθερά του οξέος:

$$K_\alpha = \frac{x^2}{C_1' - x} \approx \frac{x^2}{C_1'} \quad (3)$$

Για τον δείκτη ΗΔ έχουμε:

$$K_{H\Delta} = \frac{[\Delta^-] \cdot [H_3O^+]}{[H\Delta]} = \frac{[H_3O^+]}{\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]}} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{[H_3O^+]}{10^{2,5}} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5,5}M$$

Λόγω της εξίσωσης (3) προκύπτει:

$$K_\alpha = \frac{x^2}{C_1'} \Rightarrow K_\alpha = \frac{(10^{-5,5})^2}{0,01} \Rightarrow K_\alpha = 10^{-9}$$

Όμως,  $K_\alpha \cdot K_b = K_w$ .



Συνεπώς,  $K_{bNH_3} = 10^{-5}$ .

3)

i) Έχουμε απο το διάλυμα Δ<sub>1</sub> για την NH<sub>3</sub>: C<sub>1</sub> = 0,1 M και V<sub>1</sub> = 0,1 L

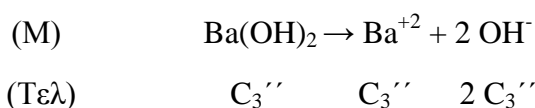
Για το διάλυμα Ba(OH)<sub>2</sub>: C<sub>3</sub> = 0,05 M και όγκος V L

Μετά την ανάμειξη, ισχύει για το διάλυμα Δ<sub>3</sub> ότι V<sub>3</sub> = V<sub>1</sub> + V

$$NH_3: C_1 \cdot V_1 = C_1'' \cdot (V_1 + V) \Rightarrow C_1'' = \frac{0,1M \cdot 0,1L}{VL + 0,1L}$$

$$Ba(OH)_2: C_3 \cdot V = C_3'' \cdot (V_1 + V) \Rightarrow C_3'' = \frac{0,05M \cdot VL}{VL + 0,1L}$$

Η διάσταση του Ba(OH)<sub>2</sub> είναι:



Η διάσταση της NH<sub>3</sub> είναι:

M	NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O ⇌ NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>			
Αρχ.	C <sub>1</sub> ''	-	-	2 C <sub>3</sub> ''
Α/Π	y	-	y	y
Ι.Σ.	C <sub>1</sub> '' - y	-	y	2 C <sub>3</sub> '' + y

$$[OH] = 0,05M \Rightarrow 2C_3'' = 0,05M \Rightarrow C_3'' = 0,025M \Rightarrow \frac{0,05V}{V+0,1} = 0,025 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 0,1L$$

ii) Απο τη σταθερά ιοντισμού της NH<sub>3</sub>:

$$K_{bNH_3} = 10^{-5} \Rightarrow \frac{2C_3'' \cdot y}{C_1''} = 10^{-5} \Rightarrow 10^{-5} = 2C_3'' \cdot \alpha_{NH_3} \Rightarrow \alpha_{NH_3} = \frac{10^{-5}}{0,05} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{NH_3} = 2 \cdot 10^{-4}$$

4) Μετά την προσθήκη ισχύει για τις διάφορες ενώσεις:

$$NH_3: C_1'' = \frac{0,01}{0,2} M$$



$$\text{Ba(OH)}_2: C_3'' = \frac{0,005}{0,2} M$$

$$n_{\text{NH}_3} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ba(OH)}_2} = 0,005 \text{ mol}$$

Έστω ότι προστίθενται  $n$  mol HCl. Αυτό θα εξουδετερώσει πρώτα όλο το  $\text{Ba(OH)}_2$  και εν συνεχεία θα εξουδετερώσει μέρος της  $\text{NH}_3$ , διότι το τελικό διάλυμα θα έχει  $\text{pH} = 9$ .

Δε μπορεί να περισσεύει ούτε το  $\text{Ba(OH)}_2$ , διότι τότε θα ήταν  $\text{pH} \gg 9$ , αλλά ούτε και να μην περισσεύει  $\text{NH}_3$ , γιατί στο τελικό διάλυμα θα υπήρχε  $\text{NH}_4\text{Cl}$  με  $\text{pH} < 7$ .

Άρα, αν αρχικά είχα  $n$  mol HCl, τότε θα έδινε 0,01 mol για το  $\text{Ba(OH)}_2$ .

mol	$\text{Ba(OH)}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$			
Αρχικά	0,005	0,01	-	
Α/Π	- 0,005	- 0,01	0,005	
Τελικά	-	-	0,005	

mol	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$		
Αρχικά	0,01	$n - 0,01$	
Α/Π	$0,01 - n$	$0,01 - n$	
Τελικά	$0,02 - n$	-	$n - 0,01$

Στο διάλυμα τελικά έχουμε:

$$\text{NH}_3: C_4 = \frac{0,02-n}{0,2}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl}: C_5 = \frac{n-0,01}{0,2}$$

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό, με  $\text{pH} = 9$ . Συνεπώς,  $\text{pOH} = 5$  και  $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$ .

$$\text{Άρα, } [\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{C_4}{C_5} \Rightarrow C_4 = C_5 \Rightarrow 0,02 - n = n - 0,01 \Rightarrow 2n = 0,03 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 0,015 \text{ mol}$$

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:**

**ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΙΝΟΣ – ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

