

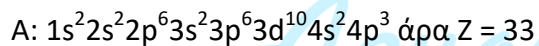
**ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ**  
**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**  
**Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ: 20-5-2022**  
**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**  
**ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΔΕΚΑ (10)**  
**ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ**

**ΘΕΜΑ Α**

- 1) **A1.** γ    **A2.** β    **A3.** α    **A4.** δ
- 2) **α.** Σωστή  
**β.** Λανθασμένη  
**γ.** Λανθασμένη  
**δ.** Σωστή  
**ε.** Λανθασμένη

**ΘΕΜΑ Β**

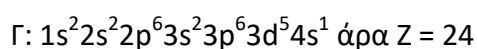
- 1) **α.** Το άτομο του στοιχείου Α θα διαθέτει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα (αφού ανήκει στην 15<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα), η οποία είναι η  $n = 4$  (αφού ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του περιοδικού πίνακα). Άρα:



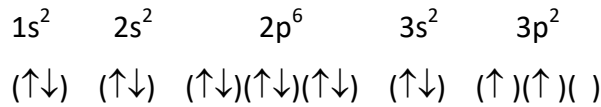
- β.** B:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Το στοιχείο Β ανήκει στον d τομέα, άρα είναι στοιχείο μετάπτωσης, δηλαδή σχηματίζει έγχρωμες ενώσεις και σύμπλοκα ιόντα. Η πρόταση είναι σωστή.

- γ.** Για να έχει το άτομο του στοιχείου Γ 6 μονήρη ηλεκτρόνια θα πρέπει να έχει ημισυμπληρωμένη την 3d υποστιβάδα και ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 4s (αφού ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του περιοδικού πίνακα). Άρα:

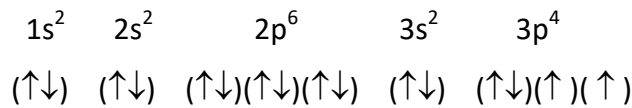


δ. Σε μια περίοδο του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά, οπότε το στοιχείο Δ βρίσκεται πιο δεξιά σε σχέση με το στοιχείο Ε. Οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των ζητούμενων στοιχείων, στην θεμελιώδη κατάσταση, είναι:



Άρα ανήκει στην 14<sup>η</sup> ή IVA ομάδα  $\Rightarrow$  Στοιχείο Ε

και



Άρα ανήκει στην 16<sup>η</sup> ή VIA ομάδα  $\Rightarrow$  Στοιχείο Δ

ε. Παρατηρούμε ότι  $E_{i3} \gg E_{i2}$ , οπότε συμπεραίνουμε ότι το ιόν  $Z^{2+}$  θα έχει την σταθερή δομή ευγενούς αερίου και μία λιγότερη κατειλημμένη στιβάδα. Άρα, το άτομο του στοιχείου Z θα έχει ηλεκτρονιακή δομή της μορφής [ευγενές αέριο] $ns^2$ . Οπότε, θα ανήκει στην 2<sup>η</sup> ή IIA ομάδα του περιοδικού πίνακα και θα έχει αριθμό οξείδωσης +2. Άρα:



2. α. Σωστή.

Αφού αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου, διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, η ποσότητα του  $A_{(g)}$  δεν μεταβάλλεται συμπεραίνουμε ότι, δεν μετατοπίζεται η θέση χημικής ισορροπίας με την μείωση της πίεσης. Αυτό συμβαίνει όταν κατά την διάρκεια της αντίδρασης δεν μεταβάλλονται τα συνολικά mol των αερίων. Έτσι, αφού με βάση την στοιχειομετρία της αντίδρασης παράγονται συνολικά 2 mol αερίων ( $\Gamma_{(g)}$  και  $\Delta_{(g)}$ ) θα καταναλώνονται συνολικά και 2 mol αερίων ( $A_{(g)}$  και  $B_{(g)}$ ), οπότε προκύπτει ότι το  $x = 1$ .

β. Σωστή.

Ο νόμος της ταχύτητας της προς τα δεξιά αντίδρασης είναι:

$$u_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B] \text{ οπότε } k_1 = \frac{u_1}{[A] \cdot [B]}$$

άρα για τις μονάδες της  $k_1$  ισχύει:  $\frac{\frac{mol}{L \cdot s}}{\frac{mol}{L} \cdot \frac{mol}{L}} = M^{-1} \cdot s^{-1}$

**γ. Σωστή**

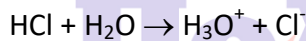
Με αύξηση της θερμοκρασίας αφού τα mol των αερίων Γ και Δ αυξάνονται, η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται προς τα δεξιά, άρα η προς τα δεξιά αντίδραση είναι ενδόθερμη, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Επίσης, ισχύει:  $K_C = \frac{[\Gamma] \cdot [\Delta]}{[A] \cdot [B]}$ , δηλαδή με την μετατόπιση της ισορροπίας αυξάνεται ο αριθμητής και μειώνεται ο παρονομαστής του κλάσματος, άρα η  $K_C$  αυξάνεται.

**δ. Λανθασμένη.**

Με αύξηση της πίεσης, οι συγκεντρώσεις των αερίων Α και Β αυξάνονται, λόγω μείωσης του όγκου. Επομένως η ταχύτητα  $u_1$  αυξάνεται.

**3. α. οξειδωτική ουσία είναι το HCl.**

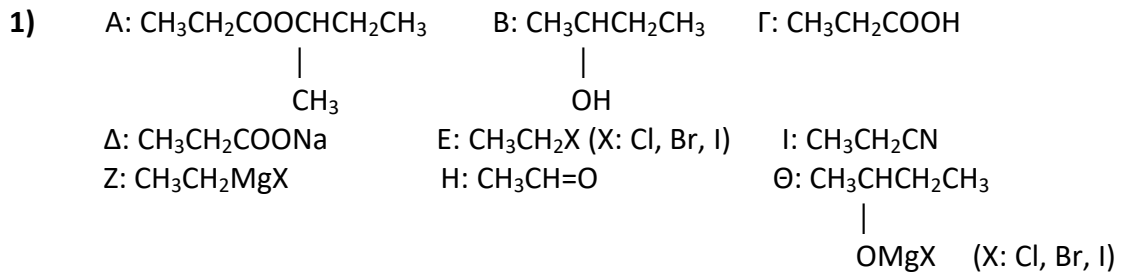
**β.** Το pH του διαλύματος καθορίζεται από το HCl, που είναι ισχυρό οξύ.



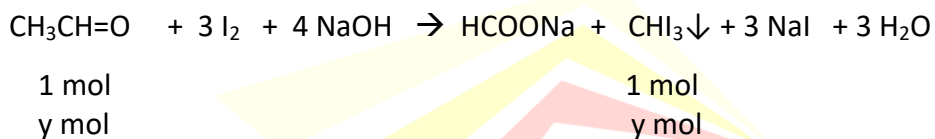
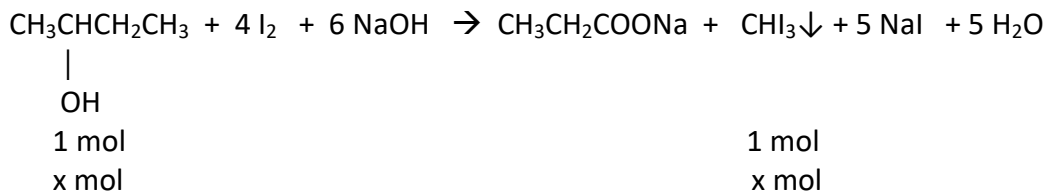
Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης, η συγκέντρωση του HCl μειώνεται, άρα θα μειώνεται και η  $[H_3O^+]$ , οπότε το pH του διαλύματος ( $pH = -\log[H_3O^+]$ ) θα αυξάνεται. Το άλας  $ZnCl_2$  που παράγεται δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος, όπως επίσης και το  $H_{2(g)}$ .

**γ.** Αν ο ψευδάργυρος προστεθεί σε λεπτότερο διαμερισμό θα αυξηθεί η επιφάνεια επαφής του, άρα θα αυξηθεί ο ρυθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων που θα πραγματοποιούνται στην επιφάνειά του, οπότε η ταχύτητά της αντίδρασης θα αυξηθεί.

**ΘΕΜΑ Γ**

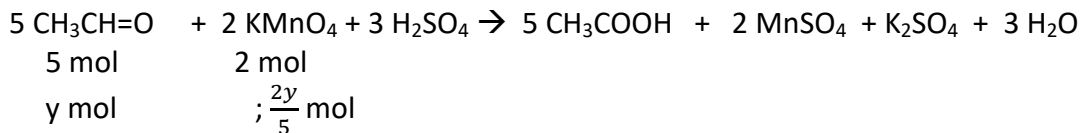
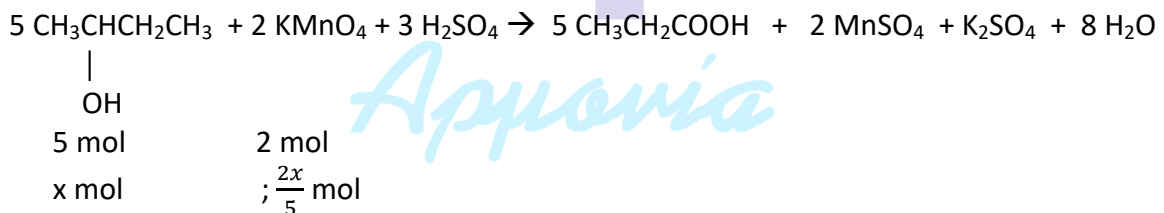


**2)** Έστω  $n_B = x \text{ mol}$  και  $n_H = y \text{ mol}$



Για το  $\text{CHI}_3$ :  $M_r = 394$  και  $n = \frac{m}{M_r \frac{g}{\text{mol}}} = 0,2 \text{ mol}$

Άρα  $x + y = 0,2$  (1)



$$n_{\text{KMnO}_4(\text{ολ})} = \left( \frac{2x}{5} + \frac{2y}{5} \right) \text{mol} = \frac{2}{5} (x + y) \text{mol} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} n_{\text{KMnO}_4(\text{ολ})} = 0,08 \text{ mol}$$

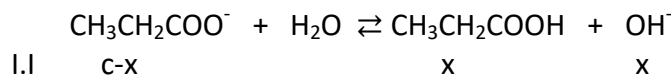
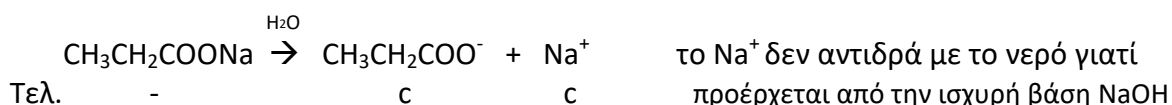
$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} \Rightarrow V = 0,2 \text{ L} \text{ διαλύματος } \text{KMnO}_4 \text{ μπορούν να αποχρωματιστούν.}$$

**3)** Στα δύο διαλύματα οι ενώσεις Β και Δ έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις έστω c.

Οι αλκοόλες είναι πολύ ασθενή οξέα και πρακτικά δεν ιοντίζονται στο νερό.

Άρα για το διάλυμα Δ<sub>1</sub> ισχύει: Π<sub>1</sub> = c · R · T (1)

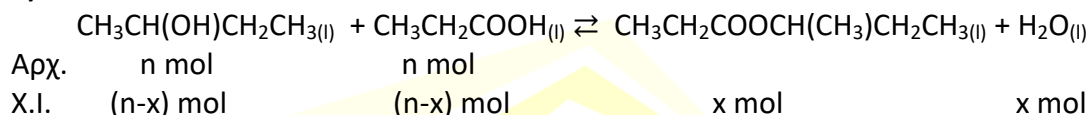
Για το διάλυμα Δ<sub>2</sub> ισχύει:



$$\text{Οπότε } \Pi_2 = (c+c-x+x+x) \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi_2 = (2c+x) \cdot R \cdot T \quad 0 < x < c$$

Άρα, συμπεραίνουμε από τις σχέσεις (1) και (2) ότι Π<sub>1</sub> < Π<sub>2</sub>, δηλαδή σωστό είναι το γ.

4) α. Έστω n<sub>B</sub> = n<sub>F</sub> = n mol



Στην Χ.Ι.  $K_C = \frac{\frac{x}{V} \cdot \frac{x}{V}}{\frac{n-x}{V} \cdot \frac{n-x}{V}} \Rightarrow 2^2 = \frac{x^2}{(n-x)^2}$  οπότε προκύπτει n = 1,5x (1) δεκτή ή n=0,5x

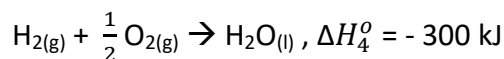
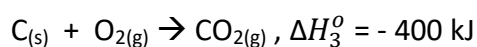
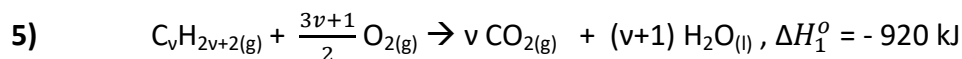
απορρίπτεται γιατί πρέπει 0 < x < n

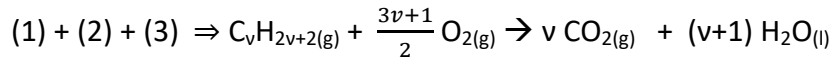
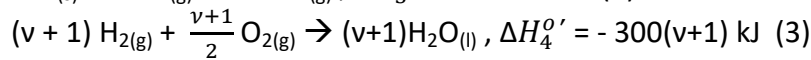
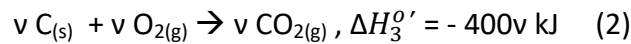
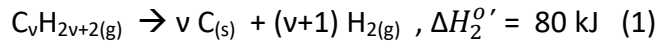
$\alpha = \frac{x}{n} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \alpha = \frac{x}{1,5x} \Rightarrow \alpha \approx 0,667$ , οπότε η απόδοση είναι 66,7%

β. Προσθέτοντας αφυδατική ουσία, μειώνεται η συγκέντρωση του H<sub>2</sub>O. Οπότε, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η θέση χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά γιατί το σύστημα τείνει να αναιρέσει την μεταβολή που επιφέραμε.

Άρα, αφού  $\alpha = \frac{n_{\text{προϊοντος(πρακτ.)}}}{n_{\text{προϊοντος(θεωρ.)}}$  και τα mol του προϊόντος που παράγονται πρακτικά

αυξάνονται, ενώ τα mol του προϊόντος που παράγονται θεωρητικά παραμένουν σταθερά, η απόδοση θα αυξηθεί.





Οπότε σύμφωνα με τον νόμο του Hess:  $\Delta H_1^o = \Delta H_2^{o'} + \Delta H_3^{o'} + \Delta H_4^{o'} \Rightarrow v = 1$

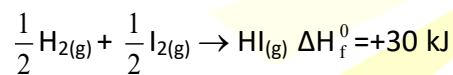
Άρα, το αλκάνιο είναι το  $CH_4$ .

### ΘΕΜΑ Δ

1. i.  $v = k \cdot [Cl_2]$

ii. Αντιδρούν 4 g  $H_{2(g)}$  ή από  $n = \frac{m}{Mr} = \frac{4g}{2 \frac{g}{mol}} = 2 \text{ mol } H_{2(g)}$

Δίνεται ότι  $\Delta H_f^o (HI_{(g)}) = +30 \text{ kJ/mol}$ . Άρα

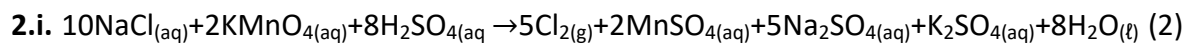


Όταν αντιδρά  $\frac{1}{2} \text{ mol } H_2$  απορροφάται θερμότητα ίση με 30 kJ

2 mol ; 120 kJ

Από (1): Όταν παράγονται 2 mol  $NaCl_{(s)}$  εκλύονται 400 kJ

x; 120 kJ  
x = 0,6 mol  $NaCl_{(s)}$



ii. 10 mol  $NaCl$  αντιδρούν με 2 mol  $KMnO_4$

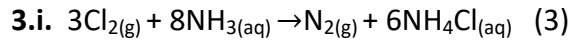
0,6 mol  $NaCl$  ; 0,12 mol  $KMnO_4$

Για το διάλυμα  $KMnO_4$ :  $c = \frac{n}{V} = \frac{0,12 \text{ mol}}{0,12 \text{ L}} = 1 \text{ M}$

iii. Από (2) έχουμε:

Όταν αντιδρούν 10 mol  $NaCl$  παράγονται 5 mol  $Cl_{2(g)}$

0,6 mol  $\phi = 0,3 \text{ mol } Cl_2$



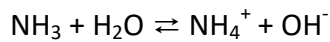
ii. 3 mol  $\text{Cl}_2$  αντιδρούν με 8 mol  $\text{NH}_3$  και παράγονται 6 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$

0,3 mol  $\text{Cl}_2$  ; 0,8 mol  $\text{NH}_3$  ; 0,6 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$

Επομένως το διάλυμα  $\text{NH}_3$  περιέχει 0,8 mol  $\text{NH}_3$  και έχει όγκο 800mL.

Άρα η συγκέντρωση της  $\text{NH}_3$  στο διάλυμα είναι  $c_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,8\text{mol}}{0,8\text{L}} = 1\text{M}$

Η  $\text{NH}_3$  είναι ασθενής βάση και ιοντίζεται:



Ιον-Π  $\gamma$   $\gamma$   $\gamma$

Τελικές συγκεντρώσεις:  $[\text{NH}_3] = 1 - \gamma \approx 1\text{M}$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = \gamma \text{ M}$$

Όμως το διάλυμα έχει  $\text{pH} = 11,5$

Στους  $25^\circ\text{C}$  ισχύει:  $\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 2,5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2,5} \text{ M} = \gamma$

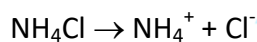
Οπότε μπορούμε να υπολογίσουμε τη σταθερά ιοντισμού της  $\text{NH}_3$ .

$$K_b = \frac{10^{-2,5} \cdot 10^{-2,5}}{1} \Rightarrow K_b = 10^{-5}$$

Το διάλυμα  $\Delta_2$  έχει όγκο 6L και περιέχει 0,6 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Η συγκέντρωση του  $\text{NH}_4\text{Cl}$  στο  $\Delta_2$  είναι  $c_2 = \frac{n}{V} = \frac{0,6\text{mol}}{6\text{L}} = 0,1\text{M}$

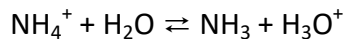
Το  $\text{NH}_4\text{Cl}$  δίσταται:



0,1M 0,1M 0,1M

Το  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρά πρακτικά με το  $\text{H}_2\text{O}$  γιατί είναι συζυγής βάση ισχυρού οξέος, του

$\text{HCl}$ . Το  $\text{NH}_4^+$  αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$  ως συζυγές οξύ ασθενούς βάσης, της  $\text{NH}_3$ .



Αν-Π  $z$   $z$   $z$

Τελικές συγκεντρώσεις:  $[\text{NH}_4^+] = 0,1 - z \approx 0,1\text{M}$

$$[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = z \text{ M}$$

Για κάθε συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης (εδώ  $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$ ) ισχύει ότι:  $K_a \cdot K_b = K_w$

Άρα για το  $\text{NH}_4^+$ :  $K_a = 10^{-9}$

$$K_a = \frac{z^2}{0,1} \Rightarrow z = 10^{-5} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{Και } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH}_{\Delta 2} = 5$$

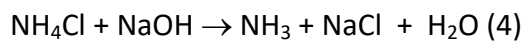
4. Το Δ2 είναι ένα διάλυμα  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1M με όγκο 6L.

Γνωρίζουμε ότι τα 6L του διαλύματος αυτού περιέχουν 0,6 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Έτσι καθένα από τα τρία ίσα μέρη θα έχει όγκο 2 L και θα περιέχει 0,2 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$

i. Έστω ότι προσθέτουμε n mol NaOH

Γίνεται η αντίδραση:



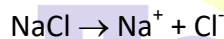
Έστω ότι  $n = 0,2 \text{ mol}$

Τότε από (4):

0,2 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  αντιδρούν με 0,2 mol NaOH και παράγονται 0,2 mol  $\text{NH}_3$  και 0,2 mol NaCl.

Αμέσως μετά την αντίδραση το διάλυμα περιέχει: 0,2 mol  $\text{NH}_3$  και 0,2 mol NaCl

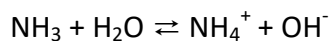
Το NaCl δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος γιατί:



Το  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$  γιατί προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH. Το  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$  γιατί είναι συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HCl.

Άρα το pH του διαλύματος θα καθορίζεται μόνο από την  $\text{NH}_3$ .

$$\text{Η συγκέντρωση της } \text{NH}_3 \text{ στο διάλυμα είναι: } c_3 = \frac{n}{V} = \frac{0,2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$



$$\text{Ion-Π} \quad \xi \quad \quad \quad \xi \quad \quad \xi$$

Τελικές συγκεντρώσεις:  $[\text{NH}_3] = 0,1 - \xi \approx 0,1 \text{ M}$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = \xi \text{ M}$$

$$K_b = \frac{\xi^2}{0,1} \Rightarrow \xi = 10^{-3} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{Άρα } \text{pOH} = 3$$

$$\text{Και επειδή } \text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 11$$

Άρα η αρχική μας υπόθεση ήταν σωστή. Για να προκύψει διάλυμα με  $\text{pH} = 11$ , πρέπει να προσθέσουμε 0,2 mol NaOH.



ii. Έστω ότι προσθέτουμε  $n$  mol NaOH

Αν  $n > 0,2$  mol, τότε (όπως φαίνεται από την (4)), το τελικό διάλυμα θα περιείχε  $\text{NH}_3$  και NaOH που θα περίσσειε. Τότε το διάλυμα θα ήταν πιο βασικό από (i), δηλαδή θα είχε  $\text{pH} > 11$ .

Άρα πρέπει  $n < 0,2$  mol

Τότε από (4):

$n$  mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  αντιδρούν με  $n$  mol NaOH και παράγονται  $n$  mol  $\text{NH}_3$  και  $n$  mol NaCl.

Αμέσως μετά την αντίδραση το διάλυμα περιέχει:

$n$  mol NaCl που δεν επηρεάζουν το pH

$n$  mol  $\text{NH}_3$  που παράγονται

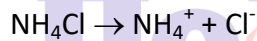
$(0,2-n)$  mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  που περισσεύουν

Οι συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών στο διάλυμα που προκύπτει είναι:

$$\text{Για την } \text{NH}_3 \quad c_4 = \frac{n}{2} \text{ M}$$

$$\text{Για το } \text{NH}_4\text{Cl} \quad c_5 = \frac{0,2-n}{2} \text{ M}$$

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό.



Δίνεται ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις, άρα:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{c_{\text{NH}_3}}{c_{\text{NH}_4^+}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{c_{\text{NH}_3}}{c_{\text{NH}_4^+}} \Rightarrow c_{\text{NH}_3} = c_{\text{NH}_4^+} \Rightarrow \frac{n}{2} = \frac{0,2-n}{2} \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol}$$

Άρα για να προκύψει διάλυμα με  $\text{pH}=9$ , πρέπει να προσθέσουμε  $0,1$  mol NaOH.

iii. Αρχικά έχουμε 2L διαλύματος  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $0,1\text{M}$  που περιέχουν  $0,2$  mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

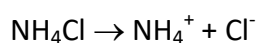
Το διάλυμα αυτό έχει  $\text{pH}=5$ .

Όταν αραιώνουμε διάλυμα οξέος ( $\text{NH}_4^+$ ), το pH του διαλύματος αυξάνεται.

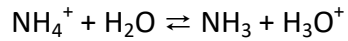
Άρα το αραιωμένο διάλυμα θα έχει  $\text{pH}=5,5$  ή  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,5}\text{M}$ .

Αραίωση:  $n = \text{σταθερά} = 0,2$  mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$

Έστω  $c_6$  η συγκέντρωση του  $\text{NH}_4\text{Cl}$  στο αραιωμένο διάλυμα.



$$c_6 \quad c_6 \quad c_6$$



$$\text{A-Π} \quad \lambda \quad \quad \quad \lambda = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Τελικές συγκεντρώσεις:  $[\text{NH}_4^+] = c_6 \cdot 10^{-5,5} \approx c_6$

$$[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,5} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{10^{-5,5} \cdot 10^{-5,5}}{c_6} \Rightarrow c_6 = 10^{-2} \text{ M}$$

$$c_6 = \frac{n_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{V_6} \Rightarrow V_6 = \frac{0,2}{10^{-2}} = 20 \text{ L}$$

Άρα πρέπει να προσθέσουμε  $20 - 2 = 18 \text{ L H}_2\text{O}$ .