

ΧΗΜΕΙΑ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ 1ο

Για τις ερωτήσεις **1.1 - 1.4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1.1. Πόσα ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση του στοιχείου $_{18}\text{Ar}$ έχουν μαγνητικό κβαντικό αριθμό $m_l = -1$;

- α. 6.
- β. 8.
- γ. 4.
- δ. 2.

Μονάδες 5

1.2. Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{25}\text{Mn}^{2+}$ στη θεμελιώδη κατάσταση είναι

- α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$.
- β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$.
- γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^1$.
- δ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^4 4s^2$.

Μονάδες 5

1.3. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις έχει τους περισσότερους σ δεσμούς;

- α. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$.
- β. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$.
- γ. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$.
- δ. $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$.

Μονάδες 5

1.4. Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη αποτελεί συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης κατά Brönsted - Lowry;

- α. $\text{H}_3\text{O}^+ - \text{OH}^-$.
- β. $\text{H}_2\text{S} - \text{S}^{2-}$.
- γ. $\text{HS}^- - \text{S}^{2-}$.
- δ. $\text{HCl} - \text{H}_3\text{O}^+$.

Μονάδες 5

1.5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α.** Σύμφωνα με την κβαντομηχανική, τα ηλεκτρόνια κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα του ατόμου.
- β.** Διάλυμα που περιέχει σε ίσες συγκεντρώσεις HCl και KCl είναι ρυθμιστικό.
- γ.** Στο μόριο του αιθυλενίου, τα δύο άτομα C συνδέονται μεταξύ τους με ένα σ δεσμό του τύπου sp^2-sp^2 και ένα π δεσμό.
- δ.** Ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο της ογκομέτρησης όπου έχει αντιδράσει πλήρως η ουσία (στοιχειομετρικά) με ορισμένη ποσότητα του πρότυπου διαλύματος.
- ε.** Κατά την αντίδραση προπινίου με περίσσεια HCl, προκύπτει ως κύριο προϊόν το 1,2-διχλωροπροπάνιο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2ο

- 2.1. α.** Πόσα στοιχεία στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν τρία μονήρη ηλεκτρόνια στη στιβάδα M και ποιοι είναι οι ατομικοί τους αριθμοί; (μονάδα 1) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 4

- β.** Ένα από τα στοιχεία αυτά ανήκει στον τομέα p του περιοδικού πίνακα. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που ανήκει στην ίδια ομάδα με αυτό και έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}); (μονάδα 1) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 3

- 2.2. α.** Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των παρακάτω ενώσεων:



Δίνονται: ${}_7N$, ${}_1H$, ${}_8O$, ${}_6C$, ${}_{17}Cl$.

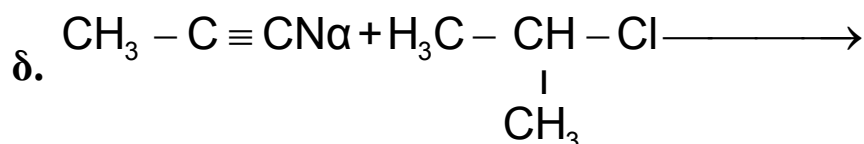
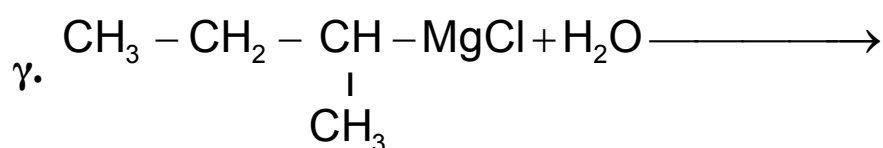
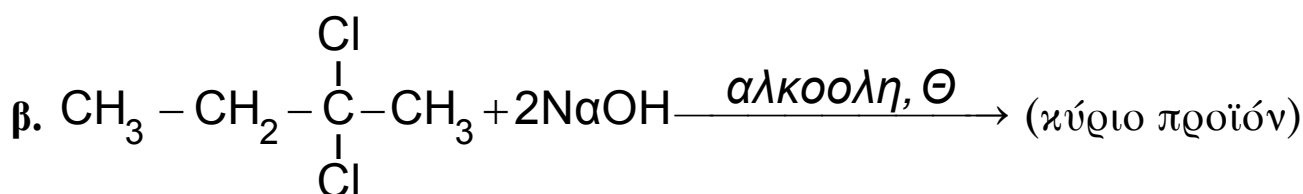
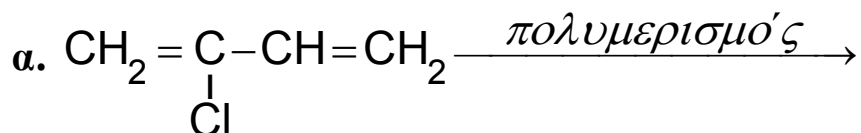
Μονάδες 6

β. Διάλυμα HCl και διάλυμα CH₃COOH έχουν το ίδιο pH. Ίσοι όγκοι των δύο αυτών διαλυμάτων εξουδετερώνονται πλήρως με το ίδιο διάλυμα NaOH. Σε ποια από τις δύο εξουδετερώσεις καταναλώθηκε μεγαλύτερη ποσότητα διαλύματος NaOH; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 4

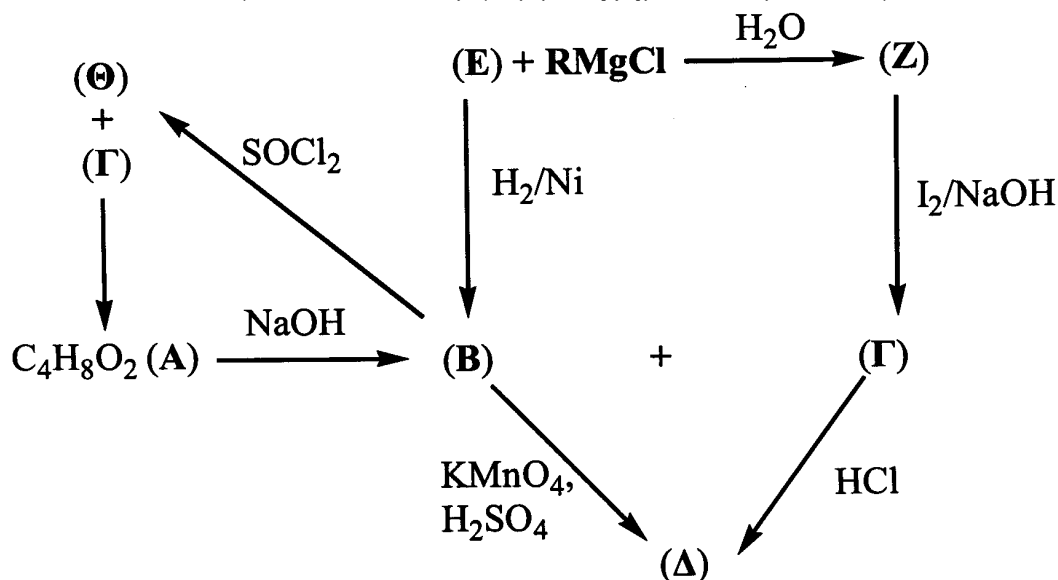
2.3. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας σωστά συμπληρωμένες (προϊόντα και συντελεστές) τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 3^ο

3.1. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **RMgCl, A, B, Γ, Δ, E, Z και Θ.**

Μονάδες 16

β. Να γράψετε αναλυτικά τα στάδια της αντίδρασης της ένωσης **Z** με το αλκαλικό διάλυμα **I₂**.

Μονάδες 3

3.2. Αλκίνιο (**C_nH_{2n-2}**) με επίδραση υδατικού διαλύματος **H₂SO₄ - HgSO₄** παράγει τελικά ένωση, η οποία με αμμωνιακό διάλυμα **AgNO₃** σχηματίζει κάτοπτρο. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του αλκινίου (μονάδες 2).

2,6 g του αλκινίου αυτού αντιδρούν με περίσσεια αμμωνιακού διαλύματος **CuCl**. Να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος που θα σχηματιστεί (μονάδες 4).

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: **C=12, H=1, Cu=63,5.**

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4^ο

Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα **CH₃NH₂**, τα **Δ₁** και **Δ₂**. Το διάλυμα **Δ₁** έχει συγκέντρωση 1M και **pH=12**. Για το διάλυμα **Δ₂** ισχύει η σχέση **[OH⁻]=10⁻⁸ [H₃O⁺]**.

4.1. α. Να υπολογίσετε την **K_b** της **CH₃NH₂**.

Μονάδες 4

β. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση της **CH₃NH₂** στο διάλυμα **Δ₂**.

Μονάδες 5

4.2. Όγκος **V₁** του διαλύματος **Δ₁** αναμιγνύεται με όγκο **V₂** του διαλύματος **Δ₂** και προκύπτει διάλυμα **Δ₃** με **pH=11,5**.

α. Να υπολογίσετε την αναλογία όγκων $\frac{V_1}{V_2}$.

Μονάδες 6

β. Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα **Δ₃**.

Μονάδες 3

4.3. Να υπολογίσετε τα mol αερίου HCl που πρέπει να προστεθούν σε 100 mL του διαλύματος Δ₁ (χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος) ώστε να προκύψει διάλυμα με pH=5.

Μονάδες 7

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Για τη λύση του προβλήματος να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Απαντήσεις

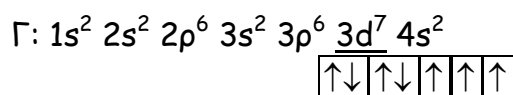
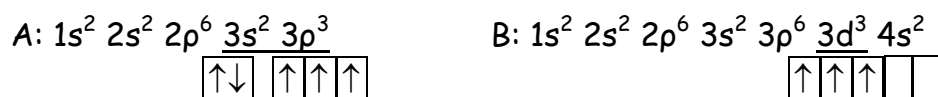
ΘΕΜΑ 1°

- 1.1. γ
- 1.2. α
- 1.3. β
- 1.4. γ
- 1.5. α. Λ
β. Λ
γ. Σ
δ. Σ
ε. Λ

ΘΕΜΑ 2°

2.1.α. 3 στοιχεία στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν 3 μονήρη e στη στιβάδα M με ατομικούς Z=15, Z=23, Z=27.

Αιτιολόγηση: Η στιβάδα M περιέχει τις υποστιβάδες 3s, 3p, 3d. Τρία μονήρη e μπορούν να υπάρχουν στην υποστιβάδα 3p (που έχει τρία τροχιακά) και στην υποστιβάδα 3d (που έχει πέντε τροχιακά) σύμφωνα με τις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές.

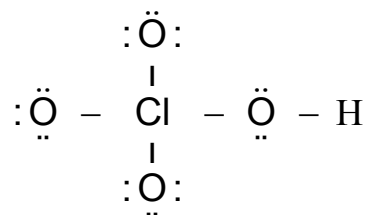
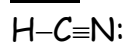
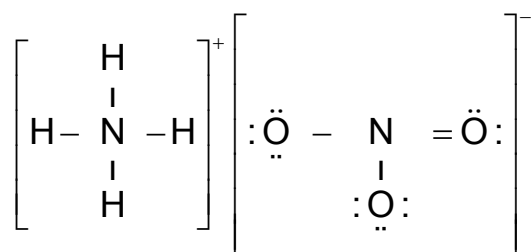


Από το άθροισμα των συνολικών e⁻ βρίσκουμε τους ατομικούς αριθμούς του κάθε στοιχείου Z_A=15, Z_B=23, Z_Γ=27.

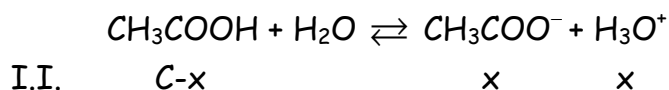
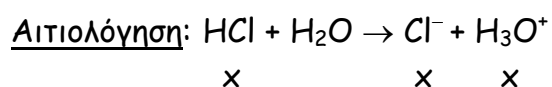
β. Το στοιχείο Α με ατομικό αριθμό $Z=15$ ανήκει στον τομέα αφού το τελευταίο e έχει τοποθετηθεί σε p τροχιακό. Επίσης ανήκει στην 3^η περίοδο (έχει συνολικά 3 στιβάδες) και στην V_A ομάδα (έχει $5e^-$ στην εξωτερική στιβάδα).

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού κατά μήκος μιας ομάδας αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω. Άρα το στοιχείο που θα ανήκει στην ίδια ομάδα με το Α και θα έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού θα βρίσκεται στη 2^η περίοδο και θα έχει δομή: $1s^2 2s^2 2p^3$. Άρα $Z=7$.

2.2.α. ${}_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$: 5e στην εξωτερική
 ${}_1H: 1s^1$: 1e στην εξωτερική
 ${}_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$: 6e στην εξωτερική
 ${}_6C: 1s^2 2s^2 2p^2$: 4e στην εξωτερική
 ${}_{17}Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$: 7e στην εξωτερική



β. Μεγαλύτερη ποσότητα διαλύματος NaOH καταναλώθηκε για την εξουδετέρωση του διαλύματος CH_3COOH .

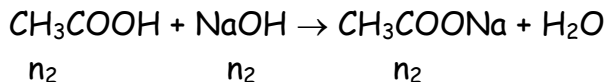
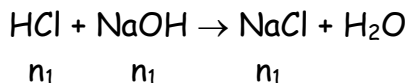


Πρέπει $x < C$.

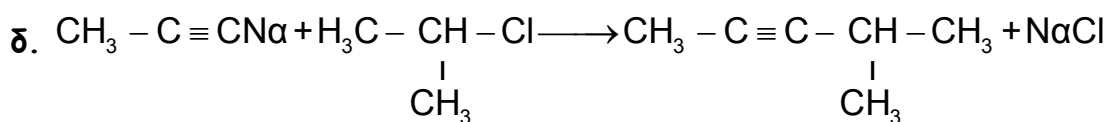
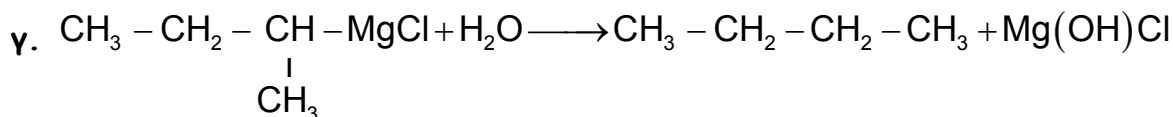
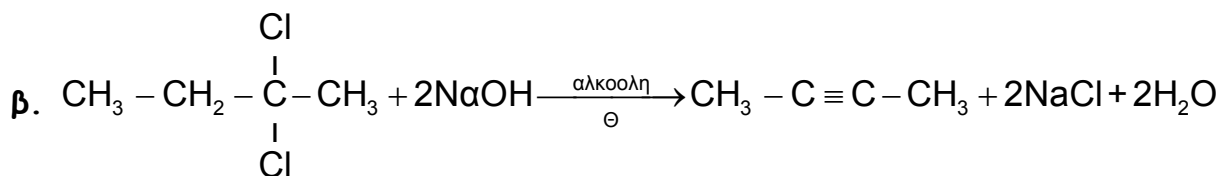
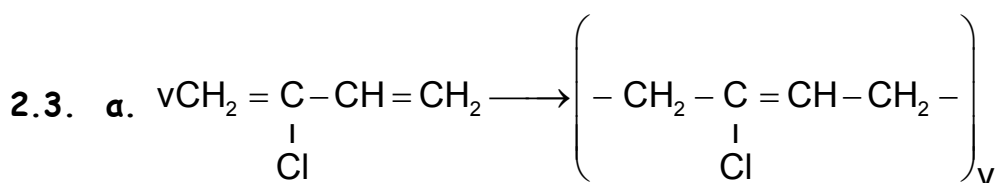
Άρα η C_1 του διαλύματος HCl είναι μικρότερη από τη C_2 του διαλύματος CH_3COOH .

Επειδή $n=C \cdot V$ συμπεραίνουμε ότι τα mol του HCl θα είναι λιγότερα από τα mol του CH_3COOH (αφού οι όγκοι είναι ίσοι και $C_1 < C_2$).

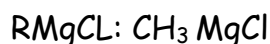
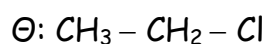
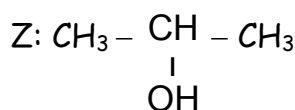
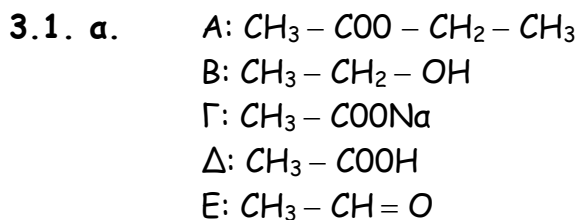
Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων εξουδετέρωσης

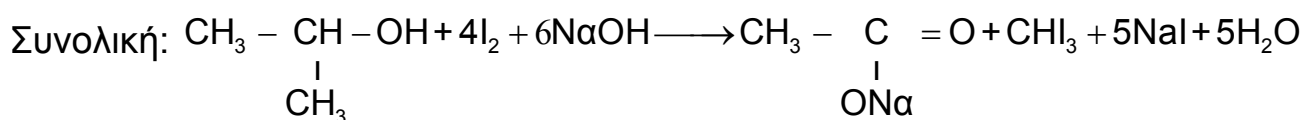
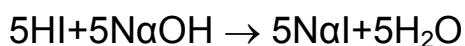
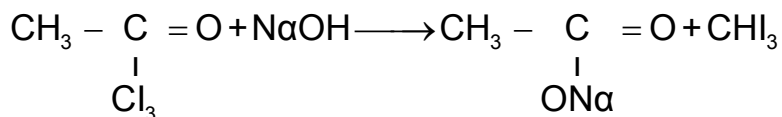
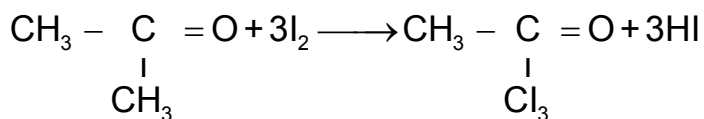
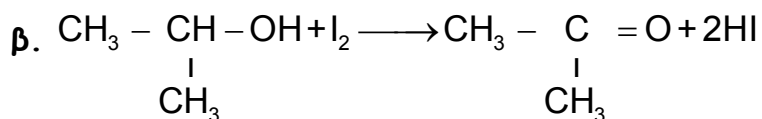


συμπεραίνω ότι σε κάθε μια τα mol του οξέος θα είναι ίσα με τα mol της βάσης. Άρα απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα NaOH για το CH_3COOH που έχει περισσότερα mol.

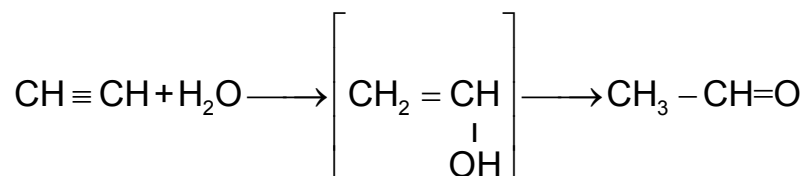


ΘΕΜΑ 3°



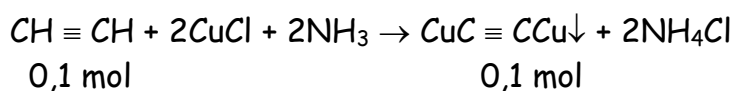


3.2. Με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 (Tollens) αντιδρούν μόνο οι αλδεΐδες. Μοναδική περίπτωση με προσθήκη νερού σε αλκίνιο να πάρουμε αλδεΐδη είναι εάν το αρχικό αλκίνιο είναι το αιθίνιο. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση προσθήκης νερού σε αλκίνιο το αποτέλεσμα είναι κετόνη.



Συντακτικός τύπος: $\text{CH} \equiv \text{CH}$

$$\text{CH} \equiv \text{CH} \quad : \quad n = \frac{m}{M_r} = \frac{2,6}{26} = 0,1 \text{ mol} \quad M_r = 2 \cdot 12 + 2 = 26$$

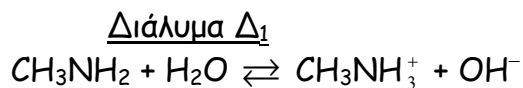


$$\text{CuC} \equiv \text{C Cu} : M_r = 2 \cdot 12 + 63,5 \cdot 2 = 151$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 0,1 \cdot 151 = 15,1 \text{ g}$$

ΘΕΜΑ 4°

4.1. α.



Ισορροπία: $C_1 - x \approx C_1$ x x

$$\text{pH}=12 \Rightarrow \text{pOH}=2 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-2}=x$$

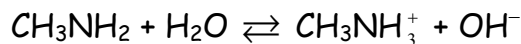
$$K_b = \frac{x^2}{C_1} = \frac{(10^{-2})^2}{1} \Rightarrow \boxed{K_b = 10^{-4}}$$

β.

Διάλυμα Δ₂

$$\left. \begin{array}{l} [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]=10^{-14} \\ [\text{OH}^-]=10^8[\text{H}_3\text{O}^+] \end{array} \right\} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot 10^8[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-14}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = \frac{10^{-14}}{10^8} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-11} \Rightarrow \text{pH} = 11 \text{ και } \text{pOH}=3$$



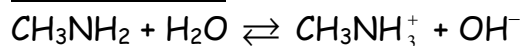
Ισορροπία: $C_2 - \gamma$ γ γ

$$\text{Όμως } \text{pOH}=3 \Leftrightarrow [\text{OH}^-]=10^{-3}=\gamma$$

$$\text{Άρα } K_b = \frac{\gamma^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{\gamma^2}{K_b} \Rightarrow C_2 = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-4}} \Rightarrow \boxed{C_2 = 10^{-2} \text{ M}}$$

4.2.

Τελικό διάλυμα



$$C_{\text{TEΛ}} - \omega \approx C_{\text{TEΛ}} \quad \omega \quad \omega$$

$$\text{pH}=11,5 \Rightarrow \text{pOH}=2,5 \Rightarrow \omega=10^{-2,5}$$

$$K_b = \frac{\omega^2}{C_{\text{TEΛ}}} \Rightarrow C_{\text{TEΛ}} = \frac{\omega^2}{K_b} \Rightarrow C_{\text{TEΛ}} = \frac{(10^{-2,5})^2}{10^{-4}} = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\alpha. \text{ Ανάμιξη διαλυμάτων: } C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_{\text{TEΛ}} \cdot V_{\text{TEΛ}}$$

$$\Rightarrow C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_{\text{TEΛ}} (V_1 + V_2)$$

$$\Rightarrow V_1 + 10^{-2} \cdot V_2 = 10^{-1} V_1 + 10^{-1} V_2$$

$$\Rightarrow 0,9 V_1 = 0,09 V_2$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{10}}$$

$$\beta. [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = 10^{-2,5} \text{ M}$$

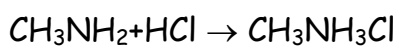
$$[\text{OH}^-] = 10^{-2,5} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-11,5} \text{ M} \quad (\text{pH}=11,5)$$

4.3. Το HCl αντιδρά με την αμίνη οπότε υπολογίζουμε τα mol

$$\text{CH}_3\text{NH}_2 : n = C \cdot V = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{HCl} : y \text{ mol}$$

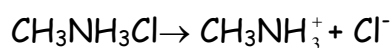


$$0,1 \quad y \quad -$$

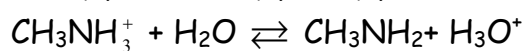
Διερεύνηση: Έστω ότι η αμίνη αντιδρά πλήρως με το HCl, δηλαδή έστω ότι $y = 0,1 \text{ mol}$.

Τότε από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης το τελικό διάλυμα θα περιέχει $0,1 \text{ mol CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ με

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{0,1} = 1\text{M}$$



$$1\text{M} \quad 1\text{M} \quad 1\text{M}$$



$$\text{Ισορροπία} \quad C-x \quad \quad \quad x \quad x$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$\text{Άρα } \frac{K_a}{C} = \frac{10^{-10}}{1} = 10^{-10} \leq 10^{-2} \quad \text{επομένως} \quad C-x \approx C$$

$$K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} = \sqrt{10^{-10} \cdot 1} = 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Άρα $\text{pH}=5$. Επομένως η υπόθεση μου είναι σωστή και $y=0,1 \text{ mol HCl}$.

Εάν περίσσευε HCl το διάλυμα θα έβγαινε πιο όξινο $\text{pH} < 5$. Άρα **απορρίπτεται**.

Εάν περίσσευε CH_3NH_2 , το $\text{pH} > 5$. **Απορρίπτεται**.