

11.20

(ΑΕΙΟΥΣ ΜΕ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ)

Δ0,1M NH₃CM NH₄ClpH=9 K_bNH₃=10⁻⁵

A) Το Δλα είναι πυθλιωτικό, θεωρούμε ότι ισχύουν οι προϋποθέσεις για τη χρήση της σχέσης των Henderson-Hasselbalch:

$$pOH = pK_b + \log \frac{C_{\text{OH}^-}}{C_B}$$

$$\Rightarrow pH=9 \Rightarrow pOH=5 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{C_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{C_{\text{NH}_3}} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{C}{0,1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = \log \frac{C}{0,1} \Rightarrow C = 0,1M$$

$K_b/C_{\text{NH}_3} < 10^{-2}$; $K_a/C_{\text{NH}_4^+} < 10^{-2}$ (ισχύουν οι προϋποθέσεις)

B)

Αρχικά:

$$n_{\text{NH}_3} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ mol}$$

Τελικά:

Με προσθήκη NH₃ αυξάνεται το pH, άρα pH' = 9 + 1 = 10.

Ο όγκος του Δτος Δεν μεταβάλλεται άρα δεν μεταβάλλεται

η συγκεντρωσι του NH₄Cl. Η ποσότητα της NH₃ αλλάζει, άρα αλλάζει και η συγκεντρωσι της.

Το τελικό Δλα είναι και πάλι πυθλιωτικό. Θεωρούμε ... άρα:

$$pH' = 10 \Rightarrow pOH' = 4 \Rightarrow pOH' = pK_b + \log \frac{C_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{C'_{\text{NH}_3}} \Rightarrow$$

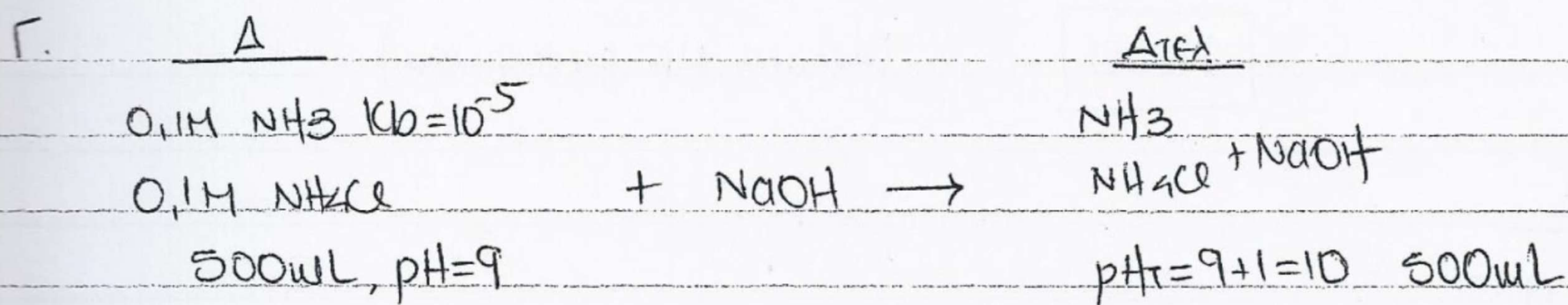
$$\Rightarrow 4 = 5 + \log \frac{0,1}{C'_{\text{NH}_3}} \Rightarrow -1 = \log \frac{0,1}{C'_{\text{NH}_3}} \Rightarrow \log 10^{-1} = \log \frac{0,1}{C'_{\text{NH}_3}}$$

$$\Rightarrow 0,1 = \frac{0,1}{C'_{\text{NH}_3}} \Rightarrow C'_{\text{NH}_3} = 1M \quad \text{και} \quad n'_{\text{NH}_3} = 1 \cdot 0,5 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$$

Άρα: $n'_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3\text{αρχ}} + n_{\text{NH}_3\text{προσθ}} \Rightarrow 0,5 = 0,05 + n_{\text{προσθ}}$

$$\Rightarrow n_{\text{προσθ}} = 0,45 \text{ mol}$$

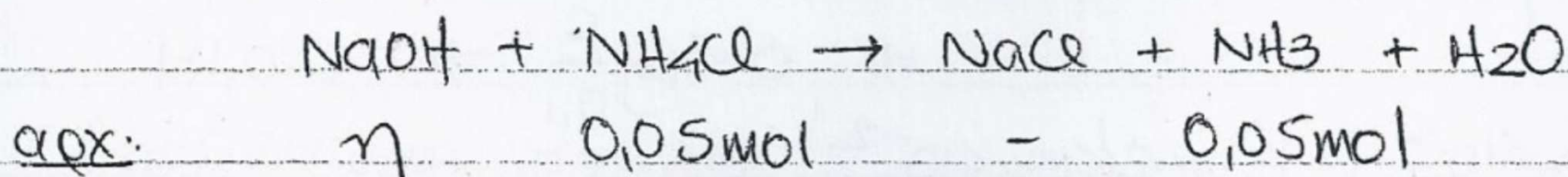
$$V_{\text{NH}_3} = 0,45 \cdot 22,4 = 10,08 \text{ L}$$



Δ : n_{NH₃} = 0,1 · 0,5 = 0,05 mol
 n_{NH₄Cl} = 0,1 · 0,5 = 0,05 mol

Ατελ: Κατά την προσθήκη NaOH έχουμε [OH⁻] ↑ άρα το pH ↑
 Άρα pH_τ = 9 + 1 = 10 και pOH = 4 ⇒ [OH⁻] = 10⁻⁴ M.

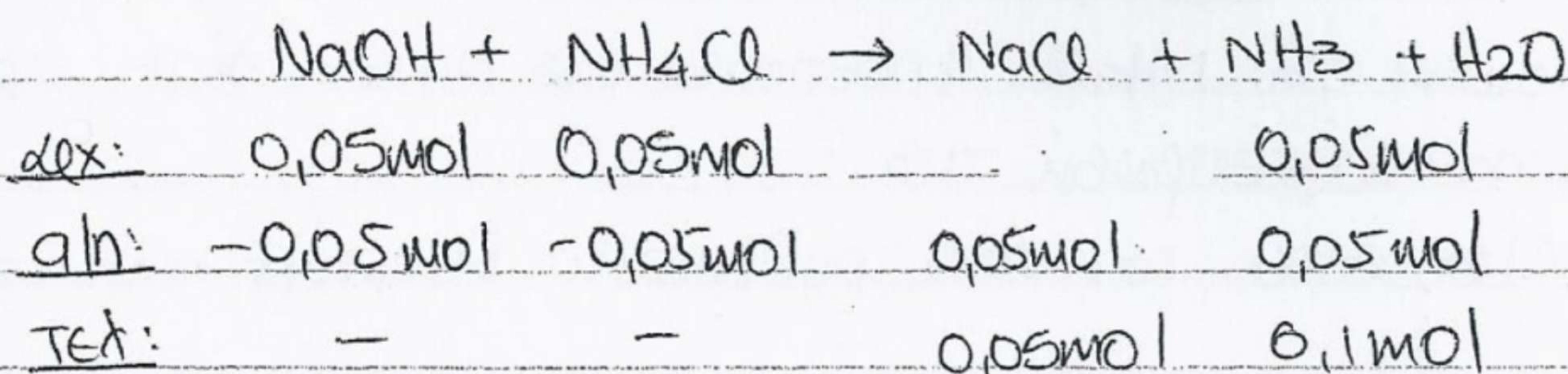
θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ :



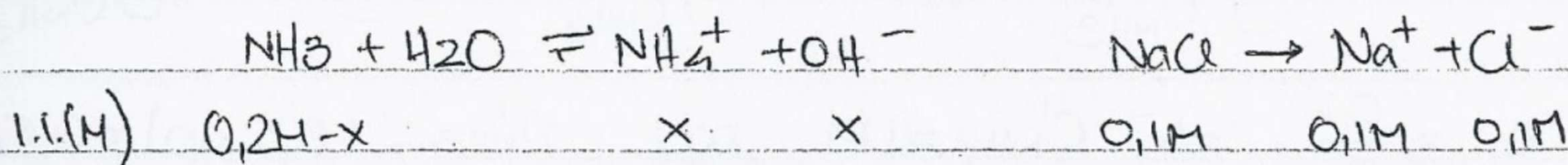
Επειδή δεν γνωρίζουμε την ποσότητα του NaOH που αντιδρά απαιτείται ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.

(i) Έστω ότι το NaOH αντιδρά στοιχειομετρικά με το NH₄Cl:

δυν. n_{NaOH} = n_{NH₄Cl} = 0,05 mol



στο τελικό Δλια: C_{NaCl} = $\frac{0,05}{0,5} = 0,1M$ και C_{NH₃} = $\frac{0,1}{0,5} = 0,2M$



K_b = $\frac{x^2}{0,2-x} \approx \frac{x^2}{0,2} = 10^{-5} \Rightarrow x = \sqrt{2 \cdot 10^{-6}} = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} M$

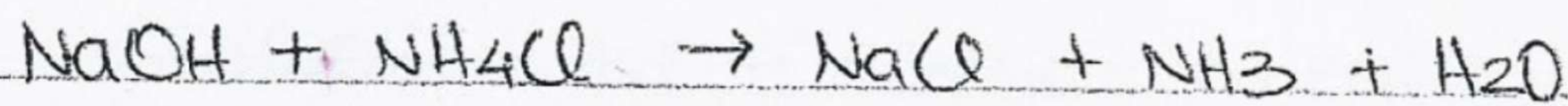
[OH⁻] = $\sqrt{2} \cdot 10^{-3} > 10^{-4} M$ άρα απορρίπτεται

(ii) εστω $n_{\text{NaOH}} > n_{\text{NH}_4\text{Cl}}$ στο τελικό Δμια θα έχουμε:

$n_{\text{NH}_3} = 0,1 \text{ mol}$ και n_{NaOH} σε περίεσθια.

άρα $[\text{OH}^-] > 10^{-4} \text{ M}$ Δηλ. απορρίπτεται.

(iii) Άρα το NaOH είναι σε έλλειψη:

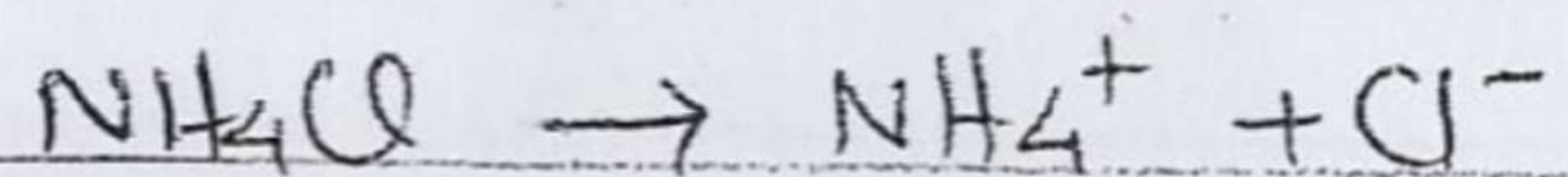


οξοκ: n $0,05 \text{ mol}$ $-$ $0,05 \text{ mol}$

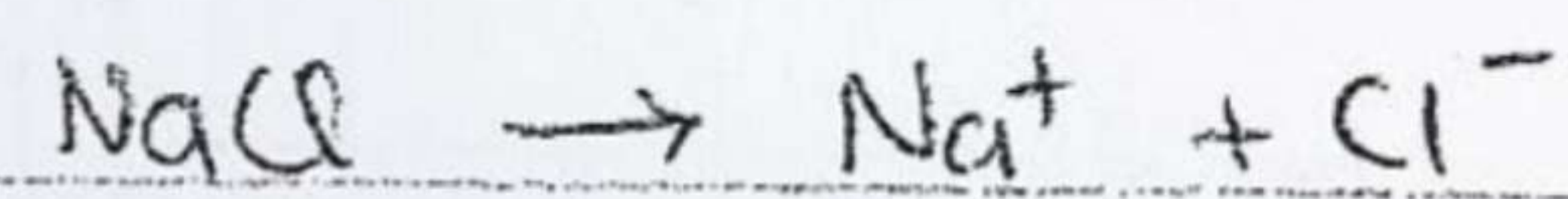
αλη: $-n$ $+n$ $+n$ $+n$

Τελ: $-$ $(0,05-n) \text{ mol}$ $+n$ $(0,05+n) \text{ mol}$

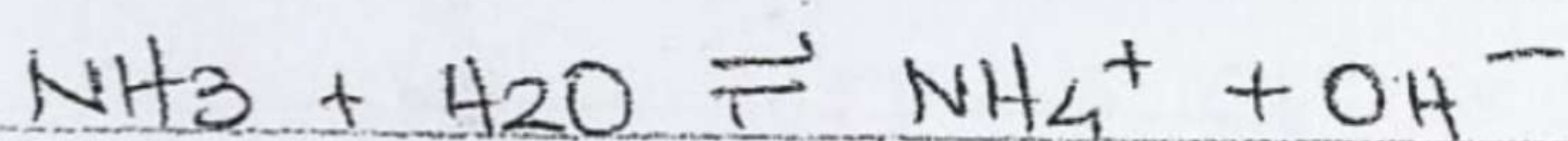
στο τελ. Δμια: $C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{0,05-n}{0,5} = C_1 \text{ M}$ και $C_{\text{NH}_3} = \frac{0,05+n}{0,5} = C_2 \text{ M}$



$C_1 \text{ M}$ $C_1 \text{ M}$ $C_1 \text{ M}$



$\frac{n}{0,5} \text{ M}$ $\frac{n}{0,5} \text{ M}$ $\frac{n}{0,5} \text{ M}$



Ι.Ι. (M): $C_2 - x$ $x + C_1$ x

$$K_b = \frac{(x+C_1) \cdot x}{C_2 - x} \Rightarrow K_b = \frac{C_1 \cdot x}{C_2} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_1}{C_2} \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 10^{-1} \Rightarrow C_1 = 0,1 \cdot C_2 \Rightarrow \frac{0,05-n}{0,5} = 0,1 \cdot \frac{0,05+n}{0,5}$$

$$\Rightarrow 0,05 - n = 0,005 + 0,1n \Rightarrow 0,045 = 1,1n$$

$$\Rightarrow n = \frac{0,045}{1,1} = \frac{9}{220} \text{ mol}$$

(εναλυθείσθμε μέσω των C_1 και C_2 ότι ισχύουν οι προσεγγίσεις)