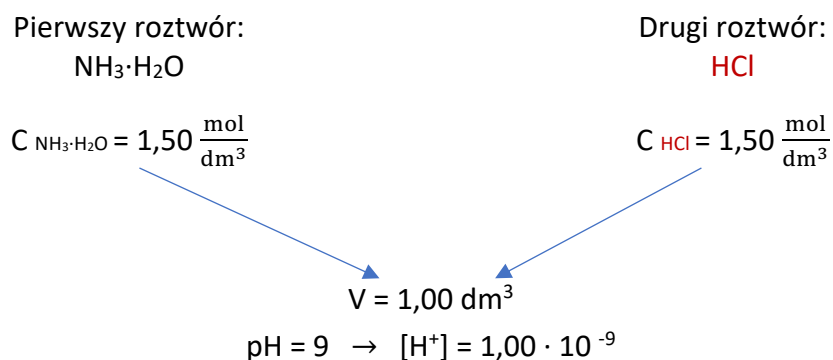


Dane:



UWAGA: jeżeli w treści zadania nie jest wskazane inaczej, wartości stałych równowag przyjmujemy jak dla siły jonowej $I = 0$:

$$\text{p}K_{\text{W}} = 14 \text{ i wtedy } \text{pOH} = \text{p}K_{\text{W}} - \text{pH} = 5 \rightarrow [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{p}K_{\text{b}} = 4,75 \rightarrow K_{\text{b}} = 1,00 \cdot 10^{-4,75} = 1,778 \cdot 10^{-5}$$

Szukane:

$$V_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = ? [\text{cm}^3]$$

$$V_{\text{HCl}} = ? [\text{cm}^3]$$

Rozwiązanie:

PRZYPOMNIENIE:

roztwory buforowe, zwyczajowo nazywane **BUFORAMI** to roztwory zawierające mieszaniny słabych kwasów i soli tych kwasów z mocnymi zasadami lub słabych zasad i soli tych zasad z mocnymi kwasami, bądź też dwóch soli wieloprotonowego kwasu z mocną zasadą;

pH roztworów buforowych prawie się nie zmienia po dodaniu niewielkich ilości mocnych kwasów lub zasad, ani po znacznym rozcieńczeniu wodą.

1. w wyniku zmieszania roztworów $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i HCl zajdzie reakcja:
2. chcąc otrzymać roztwór buforowy, w przygotowanym roztworze muszą być obecne: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ oraz NH_4Cl ,
oznacza to, że liczność amoniaku użyta do przygotowania roztworu musi być większa od liczności kwasu solnego ($n_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} > n_{\text{HCl}}$)
3. w takim przypadku, część początkowej liczności $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ przereaguje z dodanym HCl , a reszta pozostanie w niezmienionej formie; w roztworze będą obecne następujące jony:



(zaznaczone na czerwono dla zwrócenia uwagi, że liczność tej soli będzie równa liczności HCl dodanego do roztworu: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$)

NH_4^+ z dysocjacji $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

OH^- z dysocjacji $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

oraz oczywiście jony Cl^- , które nie są przedmiotem naszego zainteresowania.

W roztworze będą również obecne niezdisocjowane cząsteczki $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

4. równowagę w tak przygotowanym roztworze opisywać będzie stała dysocjacji wodorotlenku amonu w roztworze, czyli:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]}$$

a dokładniej:

$$K_b = \frac{([\text{NH}_4^+] \text{ z zas} + [\text{NH}_4^+] \text{ z soli}) \cdot [\text{OH}^-]}{C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl} - [\text{NH}_4^+] \text{ z zas (bo tyle zdysocjowało)}}$$

5. jeżeli w roztworze nie ma innych elektrolitów zmieniających stężenie OH^- , czyli jedynym źródłem jonów OH^- jest dysocjacja $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, to:

$$[\text{NH}_4^+] \text{ z zas} = [\text{OH}^-] \text{ z zas} = [\text{OH}^-]$$

wtedy:

$$K_b = \frac{([\text{OH}^-] + [\text{NH}_4^+] \text{ z soli}) \cdot [\text{OH}^-]}{C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl} - [\text{OH}^-]}$$

6. ponieważ z danych wiemy, że stężenie równowagowe jonów OH^- w roztworze, czyli $[\text{OH}^-]$, jest bardzo małe (rzędu 10^{-5}), możemy założyć, że:

$$\begin{aligned} [\text{NH}_4^+] \text{ z soli} &\gg [\text{OH}^-] \\ C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl} &\gg [\text{OH}^-] \end{aligned}$$

UWAGA: poczynione założenia TRZEBA sprawdzić

a wtedy wyrażenie na K_b upraszcza się do postaci:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \text{ z soli} \cdot [\text{OH}^-]}{C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl}}$$

$$\text{a nawet: } K_b = \frac{c_{\text{NH}_4\text{Cl}} \cdot [\text{OH}^-]}{c_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl}}$$

7. co więcej równowaga dotyczy soli i zasady obecnych w tym samym roztworze, dla którego:

$$V = 1,00 \text{ dm}^3$$

zatem możemy zapisać:

$$K_b = \frac{n_{\text{NH}_4\text{Cl}} \cdot [\text{OH}^-]}{n_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl}}$$

8. wiemy również, że:

$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$n_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{ po reakcji z HCl} = n_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}^{\text{początkowe}} - n_{\text{HCl}} = C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} - C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

oraz że:

$$V = 1,00 \text{ dm}^3 = V_{\text{HCl}} + V_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}$$

9. zatem, podstawiając zależności z punktu 7. do wyrażenia na K_b z punktu 6. otrzymujemy:

$$K_b = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot [\text{OH}^-]}{C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \cdot (V - V_{\text{HCl}}) - C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}$$

10. z równania otrzymanego w punkcie 8., po podstawieniu danych, proszę obliczyć: V_{HCl}

11. następnie proszę obliczyć: $V_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}$

Bardzo proszę pamiętać o podaniu odpowiedzi:

$$V_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = \dots \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{HCl}} = \dots \text{ cm}^3$$
