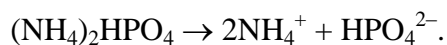


Концентрация $C((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0.100 \text{ M}$.



Гидролиз гидрофосфата идет немного сильнее, чем иона аммония, поэтому среда ожидается слабощелочной. В такой среде надо учитывать существование 6 частиц: NH_3 , NH_4^+ , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H^+ и OH^- . Для концентраций этих частиц будет 6 уравнений: три константы равновесия, два уравнения материального баланса и одно уравнение электронейтральности.

$$K_a(\text{NH}_4^+) = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = 10^{-9.24} \quad (1)$$

$$K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6.3 \cdot 10^{-8} \quad (2)$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \cdot 10^{-14} \quad (3)$$

$$[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] = 2C = 0.200 \text{ M} \quad (4)$$

$$[\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = C = 0.100 \text{ M} \quad (5)$$

$$[\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] = 2[\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{OH}^-] \quad (6)$$

В уравнении (6) выразим все через $[\text{H}^+]$. Из (1) и (4) находим:

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{2C}{1 + \frac{K_a(\text{NH}_4^+)}{[\text{H}^+]}} = \frac{2C[\text{H}^+]}{[\text{H}^+] + K_a(\text{NH}_4^+)}.$$

Из (2) и (5) получаем:

$$2[\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = C + [\text{HPO}_4^{2-}] = C + \frac{C}{1 + \frac{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{[\text{H}^+]}} = C \left(1 + \frac{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + [\text{H}^+]} \right)$$

Окончательно, с учетом (3) получаем из (6) ТОЧНОЕ уравнение относительно $[\text{H}^+]$:

$$2C \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+] + K_a(\text{NH}_4^+)} + [\text{H}^+] = C \left(1 + \frac{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + [\text{H}^+]} \right) + \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

В левой части можно пренебречь $[\text{H}^+]$, а в правой – $K_w/[\text{H}^+]$. После этого C сокращается и получается хорошо известный результат: в не слишком разбавленном растворе pH амфолита не зависит от концентрации:

$$\frac{2[\text{H}^+]}{[\text{H}^+] + K_a(\text{NH}_4^+)} = 1 + \frac{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + [\text{H}^+]}$$

Подставляя константы, находим: $[\text{H}^+] = 8.81 \cdot 10^{-9}$, **pH = 8.06**.