

СВОЙСТВА БУФЕРНЫХ РАСТВОРОВ.

БУФЕРНАЯ ЁМКОСТЬ

ОБУЧАЮЩИЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Рассчитать pH ацетатной буферной смеси, состоящей из 100 мл 0,1 н CH_3COOH и 200 мл 0,2 н CH_3COONa . $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$

Решение: Дан кислотный буфер:

$$pH = pK + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]}; pK = -\lg K$$

$$\begin{aligned} pH &= -\lg K + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]} = -\lg 1,75 \cdot 10^{-5} + \lg \frac{200 \cdot 0,2}{100 \cdot 0,1} = \\ &= -\lg 1,75 - \lg 10^{-5} + \lg 4 = -0,243 + 5 + 0,602 = 5,359 \approx 5,36 \end{aligned}$$

Ответ: pH = 5,36

Задача № 2. Определите pH фосфатного буфера, содержащего 100 мл 0,1 М KH_2PO_4 и 100 мл 0,3 М Na_2HPO_4 . $K(\text{H}_2\text{PO}_4) = 1,67 \cdot 10^{-7}$

Решение: Фосфатный буфер состоит из двух кислых солей, это кислотный буфер. В роли кислоты выступает дигидрофосфат калия, а гидрофосфат натрия – в роли соли.

$$\begin{aligned} pH &= -\lg K + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]} = -\lg 1,67 \cdot 10^{-7} + \lg \frac{100 \cdot 0,3}{100 \cdot 0,1} = \\ &= -\lg 1,67 - \lg 10^{-7} + \lg 3 = -0,223 + 7 + 0,477 = 7,254 \approx 7,25 \end{aligned}$$

Ответ: pH = 7,25.

Задача № 3. Рассчитайте pH буфера, содержащего 10 мл 0,1 н раствора NH_4OH и 5 мл 0,01 н NH_4Cl . $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Решение: Дан основной буфер.

$$pH = 14 - pK + \lg \frac{[\text{основание}]}{[\text{соль}]}$$

$$\begin{aligned} pH_1 &= 14 + \lg 1,8 \cdot 10^{-5} + \lg \frac{10 \cdot 0,1}{5 \cdot 0,01} = 14 + 0,255 - 5 + \lg 20 = \\ &= 9,255 + 1,301 = 10,56 \end{aligned}$$

Ответ: pH = 10,56

Задача № 4. Рассчитать pH ацетатного буфера, содержащего 20 мл 0,01 н раствора CH_3COOH и 10 мл 0,01 н CH_3COONa . Чему равна величина $C(\text{H}^+)$ в этом растворе? $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,85 \cdot 10^{-5}$.

Решение: $pH = pK + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]}; pK = -\lg K$

$$\begin{aligned} pH &= -\lg K + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]} = -\lg 1,85 \cdot 10^{-5} + \lg \frac{10 \cdot 0,01}{20 \cdot 0,01} = \\ &= -\lg 1,85 - \lg 10^{-5} + \lg 1 - \lg 2 = -0,267 + 5 + 0 - 0,301 = \\ &= 4,432 \approx 4,43 \end{aligned}$$

2. Чтобы найти антилогарифм отрицательного числа, его нужно перевести в искусственную форму. Для этого нужно от характеристики отнять, а к мантиссе прибавить единицу. Характеристику снабдить знаком минус наверху. Антилогарифм находят по положительной мантиссе. В числе, найденном по таблице логарифмов, первую цифру отделить запятой и все число умножить на десять в степени характеристики со знаком минус наверху.

$$C(H^+) = \text{antilg}(-pH);$$

$$C(H^+) = \text{antilg}(-4,43) = \text{antilg} \bar{5},57 = 3,715 \cdot 10^{-5} \approx \\ \approx 3,72 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Ответ: pH = 4,43; C (H⁺) = 3,72·10⁻⁵ моль/л.

Задача № 5. Рассчитать pH и концентрацию ионов водорода в ацетатном буфере, в котором соотношение кислоты к соли равно 2:4. K (CH₃COOH) = 1,85·10⁻⁵.

Решение:

$$1. pH = -\lg 1,85 \cdot 10^{-5} + \lg \frac{4}{2} = -0,267 + 5 + 0,301 = 5,034 \approx 5,03$$

$$2. C(H^+) = \text{antilg}(-5,03) = \text{antilg} \bar{6},97 = 9,33 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

Ответ: pH = 5,03; C_{H⁺} = 9,33·10⁻⁶ моль/л

Задача № 6. К 100 мл крови для изменения pH от 7,36 до 7,0 надо добавить 36 мл 0,05 н HCl. Рассчитать буферную емкость крови по кислоте.

$$\text{Решение: } B_{\kappa} = \frac{C(\text{фэжк.HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{буф.p - pa}) \cdot \Delta pH}; \quad B_{\kappa} = \frac{0,05 \cdot 36}{100(7,36 - 7,0)} = 0,05 \text{ моль/л}$$

Ответ: B_κ = 0,05 моль/л.

Задача № 7. К 20 мл крови для изменения pH от 7,2 до 7,4 надо прибавить 1,5 мл 0,02 н NaOH. Какова буферная емкость крови по щелочи?

$$\text{Решение: } B_{\text{щ}} = \frac{C(\text{фэжк.NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{буф.p - pa}) \cdot \Delta pH}; \quad B_{\text{щ}} = \frac{0,02 \cdot 1,5}{20 \cdot (7,4 - 7,2)} = 0,0075 \text{ моль/л}$$

Ответ: B_щ = 0,0075 моль/л.

Задача № 7. Сколько щелочи нужно добавить к 1 мл эритроцитов крови, чтобы изменить pH от 7,36 до 7,5, если буферная ёмкость гемоглобинового буфера 0,0034 моль/л?

$$\text{Решение: } B_{\text{щ}} = \frac{C(\text{щ}) \cdot V(\text{щ})}{V(\text{буф.p - pa}) \cdot \Delta pH}$$

$$C(\text{щ}) \cdot V(\text{щ}) = n(\text{NaOH});$$

$$n(\text{NaOH}) = B_{\text{щ}} \cdot V(\text{буф.p - pa}) \cdot \Delta pH;$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,034 \text{ моль/л} \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot (7,5 - 7,36) = 0,00000476 \text{ моль} = 4,76 \cdot 10^{-6} \text{ моль}.$$

Ответ: n (NaOH) = 4,76·10⁻⁶ моль.

ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Задача № 1. Рассчитать pH ацетатной буферной смеси, состоящей из 50 мл 1 М раствора CH_3COOH и 150 мл 1 М раствора CH_3COONa . $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

Задача № 2. Рассчитайте pH аммиачной буферной смеси содержащей 10 мл 0,1 н раствора NH_4OH и 5 мл 0,01 н NH_4Cl . $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Задача № 3. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в ацетатной смеси, в которой соотношение соли и кислоты 6 : 1,5. $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Задача № 4. Буферная емкость крови по кислоте равна 0,05 моль/л. Какое количество соляной кислоты необходимо добавить к 1 литру крови, чтобы изменить pH от 7,36 до 7,1.

Задача № 5. К 20 мл крови для изменения pH от 7,4 до 7,2 добавили 1,5 мл 0,02 н раствора HCl . Рассчитайте буферную емкость крови по кислоте.