

10 класс

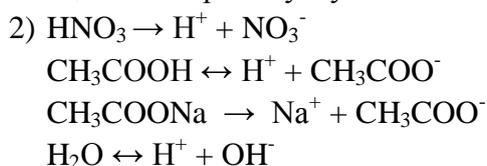
Методика определения pH раствора

- 1) Снимите с pH-метра защитный колпачок и поместите его на 20 минут в дистиллированную воду.
- 2) Поместите pH метр в стакан с раствором № 1. Считайте показания через 3 и 5 минут. Если показания совпадают в пределах 0.1, запишите значение pH. Если показания не совпадают, подождите ещё 2 минуты и затем запишите среднее значение по результатам двух последних измерений.
- 3) Промойте электрод pH-метра дистиллированной водой.
- 4) Разбавьте раствор № 1 в 10 раз. Повторите действия, описанные в п. 2 и п. 3.
- 5) Повторите действия, описанные в п. 2-4. для стаканов с растворами № 2 и № 3.
- 6) При необходимости, смешайте растворы из стаканов в определенных соотношениях и измерьте pH полученных растворов, проделав действия, описанные в п. 2 и п. 3.

На основе полученных Вами экспериментальных данных определите, раствор какого вещества или смеси веществ находится в каждом стакане, а также определите концентрации веществ в растворах.

Ответы на теоретические вопросы

1) Идентифицировать каждый раствор можно исходя из того, как будет изменяться pH при разбавлении. При разбавлении азотной кислоты в 10 раз pH уменьшится на 1, при разбавлении уксусной кислоты в 10 раз pH уменьшится на 0,5, а при разбавлении смеси ацетата натрия и уксусной кислоты (буферный раствор) в 10 раз pH не изменится.



3) $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

$K_w(\text{H}_2\text{O}) = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$

4) 0.1 М HNO_3 :

$[\text{H}^+] = C_0(\text{HNO}_3) = 0.1 \text{ М}$

$\text{pH}(0.1 \text{ М } \text{HNO}_3) = -\lg(0.1) = 1$

0.1 М CH_3COOH :

Уксусная кислота – слабая, для слабой кислоты $[\text{H}^+] = \sqrt{K_d \cdot C_0}$

$[\text{H}^+] = \sqrt{1.8 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1} = 1.34 \cdot 10^{-3}$

$\text{pH}(0.1 \text{ М } \text{CH}_3\text{COOH}) = -\lg(1.34 \cdot 10^{-3}) = 2.87$

Практическое задание:

pH всех растворов составляет 4.0 $[\text{H}^+] = 0.0001 \text{ М}$ в каждом растворе

$C(\text{HNO}_3) = [\text{H}^+] = 0.0001 \text{ М}$,

$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = [\text{H}^+]^2 / K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.00056 \text{ М}$ (т.к. для слабой кислоты $[\text{H}^+] = \sqrt{K_d \cdot C_0}$)

Смесь ацетата натрия и уксусной кислоты является буферным раствором, для которого концентрация ионов водорода рассчитывается по формуле

$$[\text{H}^+] = \frac{C_0(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot K_d(\text{CH}_3\text{COOH})}{C_0(\text{CH}_3\text{COONa})}$$

Можно рассчитать соотношение уксусной кислоты и ацетата натрия:

$$\frac{C_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{C_0(\text{CH}_3\text{COONa})} = \frac{[\text{H}^+]}{K_d} = 5.6$$

Значит $C_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 5.6 C_0(\text{CH}_3\text{COONa})$

Для нахождения концентрации смешиваем по 40 мл 0.00056 М уксусной кислоты и 10 мл ацетатного буфера

Получим pH = 3.85

Соотношение уксусной кислоты и ацетатного буфера теперь стало 7.8

Составим уравнение:

$$\frac{C_0(\text{CH}_3\text{COOH}) * \frac{1}{5} + 0.00056 * \frac{4}{5}}{C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) * \frac{1}{5}} = 7.8$$

$$\frac{5.6 * C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) * \frac{1}{5} + 0.00056 * \frac{4}{5}}{C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) * \frac{1}{5}} = 7.8$$

$$5.6 * C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) + 0.00224 = 7.8 * C_0(\text{CH}_3\text{COONa})$$

$$C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0.001$$

$$C_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 5.6C_0(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0.0056$$

Если смешаем по 10 мл 0.00056 М уксусной кислоты и 40 мл ацетатного буфера, то получим рН = 3.99 (практически не изменилось) – значит концентрация кислоты в буферном растворе значительно выше 0.00056 М.

Рекомендации к оцениванию:

Теоретические вопросы

- | | |
|--|----------|
| 1. Методика определения содержимого стаканов (через разбавление): | 5 баллов |
| 2. Уравнения реакций по 1 баллу | 4 балла |
| 3. Уравнения констант равновесия по 1 баллу | 2 балла |
| 4. Расчет рН растворов 0.1 М азотной и уксусной кислоты с концентрацией по 2 балла | 4 балла |

Практическая часть

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Определение содержимого стаканов | 5 баллов |
| Правильное определение содержимого 3 стаканов – 5 баллов | |
| Правильное определение содержимого 1 стакана – 2 балла | |
| 2. Определение концентраций по 2 балла | 8 баллов |
| Определение концентрации азотной кислоты в пределах(0.00005 -0.00015 М) | |
| Определение концентрации уксусной кислоты в пределах(0.0003 М -0.0009 М) | |
| Определение концентрации уксусной кислоты в смеси в пределах(0.003 М – 0.009 М CH ₃ COOH) | |
| Определение концентрации ацетата натрия в смеси в пределах(0.0005 М – 0.0015 М CH ₃ COONa) | |
| *Определение только соотношения ацетата натрия и уксусной кислоты (без концентраций) в пределах $\frac{C_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{C_0(\text{CH}_3\text{COONa})} = 3 - 8$ | 2 балла вместо 4 возможных |
| 7. Соблюдение правил техники безопасности: 2 балла | 2 балла |
| каждое нарушение – минус 0,5 балла | |

ИТОГО: 30 баллов