

7. Степень диссоциации (α) – это понятие, характеризующее долю продиссоциировавшего слабого электролита. Так как от концентрации ионов в растворе зависит электропроводность (Λ), степень диссоциации можно выразить следующим образом: $\alpha = \Lambda/\Lambda_0$, где Λ_0 – максимально возможная электропроводность для данного электролита при бесконечном разбавлении.

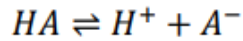
- 1) Выведите выражение, связывающее константу кислотности (K_a) очень слабой одноосновной кислоты НА с её концентрацией (c) через электропроводность (при выводе пренебрегите диссоциацией самой кислоты).
- 2) Используя метод линеаризации (построения искомой зависимости в виде прямой в выбранных координатах), предложите графический способ определения константы кислотности, если известен параметр Λ_0 .
- 3) Используя экспериментальные данные об электропроводности изучаемых растворов слабой кислоты (см. таблицу), рассчитайте значение K_a , если $\Lambda_0 = 390.7 \text{ см}^2 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Ом}^{-1}$.

$c, \text{ моль/л}$	0.1	0.05	0.0125
$\Lambda, \text{ см}^2 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Ом}^{-1}$	5.1	7.3	14.6

- 4) Рассчитайте pH 0.1 М раствора этой кислоты.

№ 7

1) Запишем процесс диссоциации слабой кислоты:



Константа равновесия такого процесса будет называться константой кислотности:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Степень диссоциации в таком случае можно выразить в следующем виде:

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C} = \frac{[A^-]}{C}$$

Т.к. диссоциация мала, равновесную концентрацию кислоты можно выразить как $[HA] = C$. Подставив равновесные концентрации в выражение для константы кислотности, получим хорошо известное уравнение связи константы диссоциации очень слабой кислоты со степенью диссоциации:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(\alpha C)^2}{C} = \alpha^2 C$$

Сделав замену переменной α , как предложено в условии, получим:

$$K_a = \left(\frac{\Lambda}{\Lambda_0}\right)^2 C = \frac{\Lambda^2 C}{\Lambda_0^2}$$

2) Для линеаризации, например, прологарифмируем полученное выражение:

$$\Lambda = \sqrt{\frac{K_a \Lambda_0^2}{C}}$$

$$\log \Lambda = \log(\sqrt{K_a \Lambda_0}) - \frac{1}{2} \log C$$

Преобразуем к виду $y(x) = kx + b$:

$$y(x) \stackrel{\text{def}}{=} \log \Lambda \quad x \stackrel{\text{def}}{=} \log C \quad b \stackrel{\text{def}}{=} \log(\sqrt{K_a \Lambda_0})$$

Тогда, зная Λ_0 , можно рассчитать K_a из отрезка, отсекаемого от оси ординат:

$$K_a = \left(\frac{10^b}{\Lambda_0}\right)^2$$

3) Расчет константы кислотности возможен двумя способами.

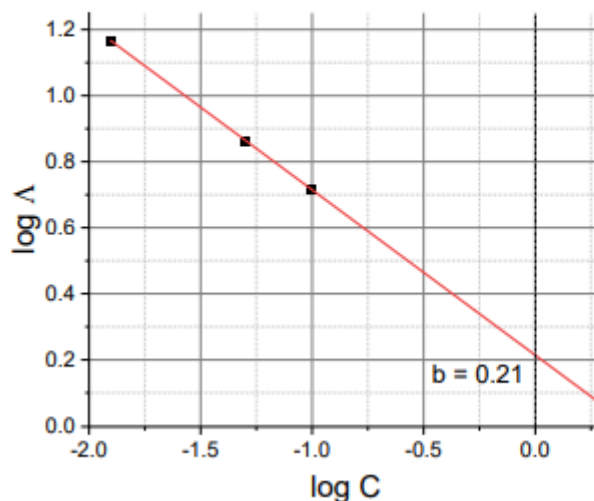
а) Расчет по аналитическому выражению K_a для любой точки

$$K_a = \frac{5.1^2 0.1}{(390.7)^2} = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{14.6^2 0.0125}{(390.7)^2} = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

Тогда $K_a = 1.5 \cdot 10^{-5}$.

б) графический способ расчета



Тогда

$$K_a = \left(\frac{10^b}{\Lambda_o} \right)^2 = \left(\frac{10^{0.21}}{390.7} \right)^2 = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

4) Для расчета pH воспользуемся следующей формулой:

$$[H^+] = \alpha C = \sqrt{\frac{K_a}{C}} C = \sqrt{K_a C}$$

Тогда получим, что

$$pH \cong -\log \sqrt{1.7 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1} = 2.88$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|---------|
| 1. Получено выражение $K_a = f(\Lambda, C)$ | 3 балла |
| 2. Предложена линеаризация искомой зависимости | 2 балла |
| 3. Выведено выражение для графического расчета K_a | 2 балла |
| 4. Рассчитана константа кислотности (любым способом) | 2 балла |
| 5. Рассчитан pH | 1 балл |
| ИТОГО: 10 баллов | |