

### Задача:

Для описания обратимых химических реакций используется понятие константы равновесия, связывающей концентрации исходных веществ и продуктов реакции к моменту достижения равновесия. Так, например, для описания диссоциации электролитов в растворе используется константа диссоциации  $K_d$ :  $\text{MX} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{X}^-$

$$K_d = \frac{c_{\text{M}^+} \cdot c_{\text{X}^-}}{c_{\text{MX}}}$$

Целый ряд свойств растворов зависит только от суммарной концентрации частиц в растворе и не зависят от их типа. Такие свойства называют коллигативными. Определенная с их помощью концентрация будет равна общей концентрации частиц, т.е. у 0,001М раствора NaCl общая концентрация частиц будет примерно такой же, как у 0,002М раствора сахарозы. Кажущаяся (т.е. общая концентрация частиц всех типов) концентрация 2М раствора некоторой кислоты составляет 2,4М, а 0,2М раствора – 0,3М. Какой будет кажущаяся концентрация 0,02М раствора?

### Решение:

Для расчёта нужно понять, как диссоциирует кислота. Предположим, что кислота одноосновная. Тогда в растворе кислоты HA будут находиться частицы самой кислоты HA, анионы  $\text{A}^-$  и катионы  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Исходная концентрация кислоты составляет 2М.

Если диссоциировала какая-то часть кислоты, её концентрация стала  $(2-x)$ М, а концентрации анионов и катионов будут по  $x$ М.

Тогда суммарная концентрация всех частиц будет  $\text{скаж} = c(\text{HA}) + c(\text{H}^+) + c(\text{A}^-) = 2 - x + x + x = 2 + x$ . Отсюда  $x = 0,4$ М,  $c(\text{HA}) = 1,6$ М,  $c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) = 0,4$ М. Из этих данных можем рассчитать константу диссоциации кислоты:

$$K = 0,4 \cdot 0,4 / 1,6 = 0,1$$

Повторим расчёты для 0,2М раствора:

$\text{Скаж} = 0,2 + x$ . Отсюда  $x = 0,1$ М,  $c(\text{HA}) = 0,1$ М,  $c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) = 0,1$ М.

$$K = 0,1 \cdot 0,1 / 0,1 = 0,1$$

Рассчитанные константы совпали, т.е. кислоту можно считать одноосновной. [В случае не одноосновной кислоты при меньших концентрациях кажущаяся концентрация будет выше ожидаемой за счёт диссоциации по второй и большим степеням. Тогда рассчитанные константы не совпадут.]

Для расчёта кажущейся концентрации 0,02М раствора кислоты нужно составить уравнение

$$K = 0,1 = x^2 / (0,02 - x)$$

Решая квадратное уравнение, находим  $x = 0,017$ , т.е.  $\text{Скаж} = 0,02 + x = 0,037$ М