

### Задания для отработки навыков.

Для выполнения Заданий для отработки навыков, необходимо:

- прочитать раздел 3 «Протолитическое равновесие в буферных растворах» теоретическая часть;
- выписать основные формулы расчета водородного показателя для буферных растворов и буферная емкость;
- посмотреть примеры выполнения заданий для отработки навыков;
- решить и выписать ответы ситуационных задач, которые будут необходимы вам для выполнения раздела 3 «Протолитическое равновесие в буферных растворах» оценочная часть.

Выполнение данной части (раздел 3 «Протолитическое равновесие в буферных растворах» практическая часть) рассчитано на 4 академических часа.

#### Пример:

Как изменится рН фосфатного буферного раствора, содержащего 100 мл 0,1 М раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  и 100 мл 0,3 М раствора  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  при добавлении 10 мл 0,2 М раствора КОН?

#### Решение

В исходном растворе буферные свойства раствора обуславливаются наличием равновесия в системе, которое характеризуется второй константой диссоциации кислоты ( $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ,  $pK_2 = 7,21$ ):

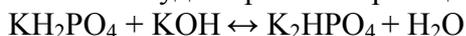


Смесь двух солей представляет буферную систему. Ион  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  играет роль кислоты, а ион  $\text{HPO}_4^{2-}$  – сопряженного основания.

При смешивании двух растворов увеличивается объем раствора. Следовательно, концентрации исходных веществ в этом общем растворе изменятся, а количество вещества (в моль) останется прежним. Поэтому для того, чтобы не пересчитывать концентрации исходных веществ под знаком логарифма, вместо отношения концентраций можно взять отношение количества вещества в моль или ммоль. Для исходной буферной смеси рН раствора можно определить по уравнению:

$$\begin{aligned} pH &= pK_2 + \lg \frac{C(\text{акцептора})}{C(\text{донора})} = pK_2 + \lg \frac{C(\text{K}_2\text{HPO}_4)}{C(\text{KH}_2\text{PO}_4)} = pK_2 + \lg \frac{v(\text{K}_2\text{HPO}_4)}{v(\text{KH}_2\text{PO}_4)} = \\ &= 7,21 + \lg \frac{0,3 \cdot 100(\text{ммоль})}{0,1 \cdot 100(\text{ммоль})} = 7,21 + \lg 3 = 7,69 \end{aligned}$$

При добавлении 10 мл КОН в системе будет протекать реакция:



Концентрация иона  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  уменьшится, а концентрация иона  $\text{HPO}_4^{2-}$  – увеличится. Вычислим значение рН, соответствующее новому равновесию в системе:

$$pH = pK_2 + \lg \frac{v(\text{K}_2\text{HPO}_4)}{v(\text{KH}_2\text{PO}_4)} = 7,21 + \lg \frac{0,3 \cdot 100 + 0,2 \cdot 10 (\text{ммоль})}{0,1 \cdot 100 - 0,2 \cdot 10 (\text{ммоль})} = 7,21 + \lg \frac{32}{8} = 7,81$$

Следовательно, после добавления щелочи в исходный буфер произойдет незначительное изменение рН раствора, равное:

$$\Delta pH = 7,81 - 7,69 = 0,12$$

#### Задачи для самоконтроля.

- 1 В 200 мл воды растворено 2,4563 г дигидрофосфата калия. К раствору добавлено 50 мл 0,1078 М раствора соляной кислоты. Вычислите рН полученного раствора.

- 2 Сколько мл 0,5 М раствора нитрата аммония надо добавить к 10 мл 0,12 М раствора аммиака, чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 9,2$ ?
- 3 К 25 мл 0,2 М раствора гидрофосфата натрия добавили 15 мл 0,2 М раствора дигидрофосфата натрия. Полученную смесь разбавили до 50 мл. Вычислите  $\text{pH}$  полученного раствора.
- 4 К 100 мл 0,1 М раствора фтороводородной кислоты прибавлено 5 г фторида натрия. Вычислите  $\text{pH}$  полученного раствора.
- 5 К 15 мл 0,28 М раствора гидрокарбоната натрия добавлено 30 мл 0,14 М раствора гидроксида натрия. Вычислить  $\text{pH}$  полученного раствора.
- 6 К 20 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты добавлено 5 мл 0,3 М раствора гидроксида натрия. Вычислить  $\text{pH}$  полученной смеси.
- 7 Сколько мл 1 %-го раствора формиата натрия надо добавить к 100 мл 0,05 М раствора  $\text{HCl}$ , чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 3,7$ ? Чему равна буферная емкость полученного буферного раствора.
- 8 Сколько мл 1 %-го раствора гидроксида натрия надо добавить к 25 мл 0,3 М раствора фосфорной кислоты, чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 2,5$ ?
- 9 Вычислите  $\text{pH}$  раствора, если к 500 мл воды прибавили 1 г муравьиной кислоты и 1 г формиата натрия?
- 10 Вычислить  $\text{pH}$  буферной смеси  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOK}$ , содержащей по 0,1 М каждого из веществ. Показать, как изменится  $\text{pH}$  при добавлении к 1  $\text{дм}^3$  смеси:
  - а) 0,01 М раствора  $\text{HCl}$
  - б) 0,01 М раствора  $\text{NaOH}$ .