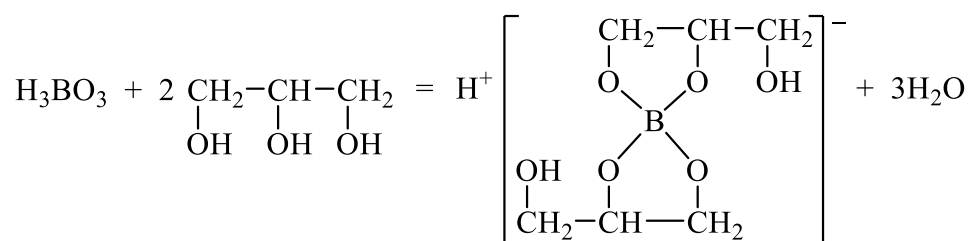


## 10 КЛАСС

Борная кислота представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, имеющее слоистое строение. Растворимость борной кислоты в воде относительно мала (2.52 г на 100 г воды при 0 °С), поэтому ее можно встретить в природе в виде минерала сассолина. Водные растворы борной кислоты используют для приготовления боратного буфера, а водно-спиртовой раствор — борный спирт — применяют в медицине как дезинфицирующее средство.

В водном растворе при концентрации ниже 0.025 М борная кислота является слабой одноосновной кислотой Льюиса ( $K_a = 5.62 \cdot 10^{-10}$ ), поэтому ее нельзя оттитровать напрямую щелочью. Однако при добавлении в раствор борной кислоты глицерина образуется более сильная комплексная кислота ( $K_a = 2.00 \cdot 10^{-6}$ ), концентрацию которой уже можно определить прямым титрованием стандартным раствором щелочи:

**Теоретические задания:**

1. Напишите уравнение реакции, объясняющее поведение борной кислоты в водном растворе как одноосновной.

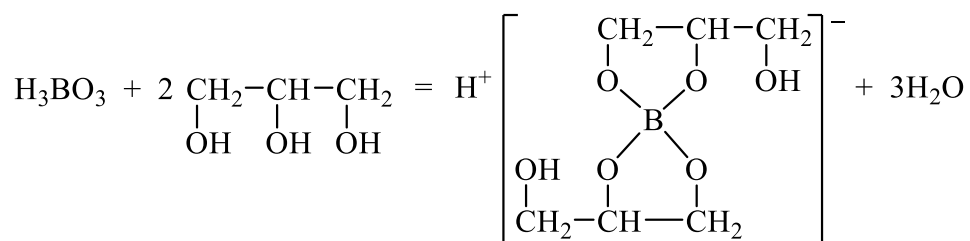
2. При нейтрализации борной кислоты раствором гидроксида натрия из полученного раствора может выпадать устойчивый кристаллогидрат, содержащий 71.2 % кислорода. Запишите уравнение реакции нейтрализации борной кислоты. Определите формулу кристаллогидрата и приведите его тривиальное название.

3. При постепенном нагревании борной кислоты сначала образуется циклический тример  $\text{X}_1$ , который далее превращается в кислоту  $\text{X}_2$ , содержащую 4 атома бора. Полная дегидратация  $\text{X}_2$  достигается только выше 500 °С. Запишите уравнения реакций, протекающих при нагревании борной кислоты (всего 3 уравнения), и изобразите структурные формулы кислот  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$ .

## 10 КЛАСС

Борная кислота представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, имеющее слоистое строение. Растворимость борной кислоты в воде относительно мала (2.52 г на 100 г воды при 0 °С), поэтому ее можно встретить в природе в виде минерала сассолина. Водные растворы борной кислоты используют для приготовления боратного буфера, а водно-спиртовой раствор — борный спирт — применяют в медицине как дезинфицирующее средство.

В водном растворе при концентрации ниже 0.025 М борная кислота является слабой одноосновной кислотой Льюиса ( $K_a = 5.62 \cdot 10^{-10}$ ), поэтому ее нельзя оттитровать напрямую щелочью. Однако при добавлении в раствор борной кислоты глицерина образуется более сильная комплексная кислота ( $K_a = 2.00 \cdot 10^{-6}$ ), концентрацию которой уже можно определить прямым титрованием стандартным раствором щелочи:



Получить борную кислоту в лаборатории можно по **следующей методике**. Навеску декагидрата тетрабората натрия массой 2 г помещают в термостойкий химический стакан, добавляют мерным цилиндром 10 мл дистиллированной воды и нагревают раствор при перемешивании стеклянной палочкой до полного растворения навески. К полученному горячему раствору осторожно при перемешивании добавляют 5 мл концентрированной соляной кислоты ( $\omega = 36\%$ ,  $d = 1.18$  г/мл). Реакционную смесь медленно охлаждают сначала под струей водопроводной воды, а затем в бане со льдом. Выпавший осадок борной кислоты фильтруют на стеклянном пористом фильтре под вакуумом, промывают 2–3 раза небольшими порциями дистиллированной воды, а затем 3 мл этилового спирта. Осадок на фильтре оставляют сушиться в токе воздуха в течение 3–5 мин при включенном водоструйном насосе. Затем с помощью пластикового шпателя переносят полученный осадок борной кислоты с фильтра в химический стакан.

## **Методика эксперимента:**

**1. Приготовление стандартного раствора  $H_2C_2O_4$ .** Растворенную в мерной колбе объемом 100.0 мл навеску щавелевой кислоты (*масса навески указана на Вашем рабочем месте или на мерной колбе*) разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают колбу пробкой и тщательно перемешивают полученный раствор, многократно переворачивая колбу. Рассчитывают молярную (моль/л) концентрацию приготовленного раствора  $H_2C_2O_4$ . Результат расчета молярной концентрации раствора  $H_2C_2O_4$  записывают с точностью до четырех значащих цифр.

**2. Стандартизация раствора  $NaOH$ .** В коническую колбу для титрования емкостью 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл стандартного раствора щавелевой кислоты  $H_2C_2O_4$ , добавляют 20 мл дистиллированной воды, 2–3 капли фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с. Титровать нужно по возможности быстро, а раствор не следует перемешивать слишком интенсивно во избежание поглощения раствором  $CO_2$  из воздуха. По бюретке измеряют объем раствора  $NaOH$ , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты записывают, усредняют и используют для расчета молярной (моль/л) концентрации раствора  $NaOH$ . Результат расчета молярной концентрации раствора  $NaOH$  записывают с точностью до четырех значащих цифр.

**3. Приготовление анализируемого раствора борной кислоты.** На Вашем рабочем месте находится мерная колба объемом 100.0 мл, в которой находится навеска борной кислоты. Растворите навеску в небольшом объеме дистиллированной воды, разбавьте полученный раствор до метки дистиллированной водой, закройте колбу пробкой и тщательно перемешивайте раствор, многократно переворачивая колбу.

**4. Определение борной кислоты.** В коническую колбу для титрования объемом 100 мл помещают аликвоту 10.00 мл раствора борной кислоты, добавляют мерным цилиндром 10 мл глицерина, тщательно перемешивают, прибавляют 6–7 капель фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с. По бюретке измеряют объем раствора  $NaOH$ , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов,

попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты записывают, усредняют и используют для расчета массы борной кислоты в мерной колбе. Результат расчета массы (г) борной кислоты в мерной колбе записывают с точностью до четырех значащих цифр.

**Практические задания:**

4. Приведите уравнение реакции получения борной кислоты по описанной в тексте задания методике.

5. Рассчитайте максимальную массу борной кислоты, которую теоретически можно получить из навески декагидрата тетрабората натрия массой 2 г по описанной в тексте задания методике.

6. Приведите уравнение реакции, протекающей при титровании борной кислоты.

7. По полученным экспериментальным данным рассчитайте массу (г) борной кислоты в выданном Вам растворе.