

## Одиннадцатый класс

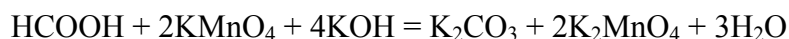
Проведите количественный анализ выданного раствора, содержащего муравьиную и уксусную кислоты. Предложите схему определения кислот. Напишите уравнения реакций. Установите значение фактора эквивалентности муравьиной кислоты.

**Реактивы:** NaOH (0,1 М), KMnO<sub>4</sub> (0,01 М), KOH (2 М), H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,025 М), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 М), индикатор фенолфталеин.

**Оборудование:** бюретка (25 мл, 1-2 шт.), мерная колба (100 мл), колбы для титрования (100 мл, 2 шт.), пипетка Мора (10 мл), воронка, универсальная индикаторная бумага.

### Решение

При взаимодействии смеси муравьиной и уксусной кислот с избытком перманганата калия в щелочной среде окисляется только формиат-ион, ацетат-ион остается без изменения:



При титровании кислот раствором щелочи будет титроваться сумма кислот.

### Методика определения муравьиной кислоты

Исследуемый раствор в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. 10 мл раствора переносят в колбу для титрования, добавляют сначала 20 мл раствора перманганата калия, а затем раствор гидроксида калия до pH = 12. После завершения реакции окисления муравьиной кислоты (10-15 мин.) раствор подкисляют серной кислотой до pH = 1÷2 медленно и титруют при энергичном перемешивании непрореагировавший раствор перманганата калия стандартным раствором щавелевой кислоты до обесцвечивания.

$$m(\text{НСООН}) = \frac{(5C_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} - 2C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4})}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{п}}} \cdot 23, \text{ где}$$

$C_{\text{KMnO}_4}$  – молярная концентрация KMnO<sub>4</sub>, моль/л

$C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – молярная концентрация H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, моль/л

$V_{\text{KMnO}_4}$  – объем KMnO<sub>4</sub>, добавленный к пробе V = 20 мл;

$V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – объем H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, израсходованной на титрование, мл;

$V_{\text{к}}$  – объем колбы; 250 мл

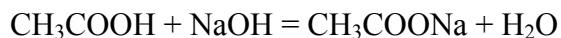
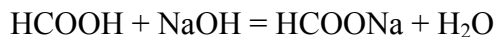
$V_{\text{п}}$  – объем пипетки, 10 мл;

23 – молярная масса эквивалента муравьиной кислоты, г/моль.

### Методика определения уксусной кислоты

Аликвотную часть раствора (10 мл) переносят в колбу для титрования, добавляют индикатор фенолфталеин и титруют раствором гидроксида натрия до бледно-розовой окраски.

Титрование протекает согласно следующим уравнениям реакций:



Расчет содержания уксусной кислоты проводят по формуле:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{(C_{\text{NaOH}}V_{\text{NaOH}} - C_{\text{KMnO}_4}V_{\text{KMnO}_4} + C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}) \cdot 60}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{п}}}, \text{ где}$$

$C_{\text{NaOH}}$  – молярная концентрация NaOH, моль/л

$V_{\text{NaOH}}$  – объем NaOH, пошедший на титрование, мл

$V_{\text{KMnO}_4}$  – 20 мл

$V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – объем, израсходованный на титрование остатка  $\text{KMnO}_4$ , после его взаимодействия с  $\text{HCOOH}$ , мл

$V_{\text{к}}$  – объем колбы; 100 мл

$V_{\text{п}}$  – объем пипетки, 10 мл;

60 – молярная масса эквивалента уксусной кислоты, г/моль.