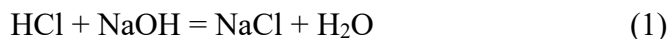


10 класс

1. Идентификация кислоты – теоретическая часть:

10 мл выданной кислоты в мерной колбе вместимостью 100 мл, следует разбавить дистиллированной водой до метки и перемешать. При этом концентрация раствора уменьшится в 10 раз и станет соответственно 0,07 – 0,12 моль/л.

При взаимодействии кислот с раствором гидроксида натрия протекают реакции:



Из уравнений 1 и 2 видно, что на титрование одинакового объема серной и соляной кислот одинаковой концентрации объем гидроксида натрия различается в 2 раза.

Соответственно, объем раствора NaOH, затраченный на титрование 10 мл разбавленного раствора соляной кислоты вычисляется по формуле:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{C(\text{NaOH})}$$

И находится в интервале 7 – 12 мл:

$$V_1 = 0,07 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ мл} : 0,1 \text{ моль/л} = 7 \text{ мл}; \quad V_2 = 0,12 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ мл} : 0,1 \text{ моль/л} = 12 \text{ мл}.$$

Объем раствора NaOH, затраченный на титрование 10 мл разбавленного раствора серной кислоты вычисляется по формуле:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{2C(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)}{C(\text{NaOH})}$$

И находится в интервале 14 – 24 мл:

$$V_3 = 2 \cdot 0,07 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ мл} : 0,1 \text{ моль/л} = 14 \text{ мл}; \quad V_4 = 2 \cdot 0,12 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ мл} : 0,1 \text{ моль/л} = 24 \text{ мл}.$$

2. Идентификация кислоты и определение ее концентрации

Бюретку промывают и заполняют раствором NaOH.

По условию в колбе находятся 10 мл концентрированного раствора кислоты, его следует разбавить до метки дистиллированной водой и перемешать. *Раствор разбавлен в 10 раз.*

Мерную пипетку ополаскивают разбавленным раствором кислоты. В три конические колбы для титрования с помощью мерной пипетки помещают по 10,00 мл разбавленного раствора кислоты, добавляют индикатор и титруют раствором NaOH до изменения окраски индикатора.

Вычисляют средний объем гидроксида натрия $\bar{V}(\text{NaOH})$, затраченный на титрование:

$$\bar{V}(\text{NaOH}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}, \text{ мл}$$

По результатам титрования делают вывод о выданной кислоте: если объем гидроксида натрия находится в интервале 14-24 мл – выдана серная кислота.

Вывод расчетной формулы:

$$T(\text{H}_2\text{SO}_4) = C(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \quad (a);$$

Из уравнения реакции (2) молярная концентрация разбавленного раствора серной кислоты:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot \bar{V}(\text{NaOH})}{2 \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)} \quad (б)$$

Подставив уравнение (б) в уравнение (а) и добавив коэффициент 10, учитывающий разбавление раствора в мерной колбе получаем расчетную формулу для вычисления титра раствора серной кислоты $T(H_2SO_4)$:

$$T(H_2SO_4) = 10 \cdot \frac{C(NaOH) \cdot \bar{V}(NaOH)}{2 \cdot V(H_2SO_4)} \cdot M(H_2SO_4), \text{ г/л};$$

Где 10 – коэффициент, учитывающий разбавление раствора;

$C(NaOH)$ – концентрация раствора гидроксида натрия, моль/л;

$\bar{V}(NaOH)$ - средний объем гидроксида натрия, затраченный на титрование 10,00 мл кислоты;

$V(H_2SO_4)$ - объем раствора серной кислоты, взятый для титрования (объем мерной пипетки), мл;

$M(H_2SO_4) = 98,00$ г/моль – молярная масса серной кислоты.

Выбор индикатора:

Титровать раствор H_2SO_4 раствором $NaOH$ можно с любым из предложенных индикаторов. В результате реакций 1 и 2 в точке эквивалентности образуются соли сильных кислот и сильного основания - хлорид или сульфат натрия. Обе соли не подвергаются гидролизу в водном растворе, раствор имеет нейтральную среду. Поэтому для фиксации точки эквивалентности возможно использование как метилового оранжевого, так и фенолфталеина. (Принимается любое разумное объяснение)

Система оценивания

| | | Баллы |
|-------|---|-------|
| 1. | Предложен разумный способ идентификации кислоты, подтвержден расчетом, без расчета – 2 балла | 6 |
| 2. | Правильно идентифицирована кислота по результатам титрования | 2 |
| 3. | Любое разумное обоснование выбора индикатора, без обоснования 0 баллов | 2 |
| 4. | Уравнения реакций 1-2 по 1 баллу за каждое | 2 |
| 5 | Представлены результаты тех параллельных титрований (результат должен содержать 2 знака после запятой, мл) Результаты не представлены – 0 баллов | 2 |
| 6. | Найдено среднее значение | 2 |
| 7. | Выведена формула для расчета титра кислоты | 2 |
| 8. | Представлен расчет титра (Т) кислоты | 2 |
| 9. | Точность* определения титра кислоты | 10 |
| | *Максимальный балл за относительную погрешность $\leq 2\%$, при больших ошибках снижать по одному баллу за каждый процент свыше 2%. | |
| Всего | | 30 |