

**Экспериментальная работа заключительного тура олимпиады  
по химии 2012/2013 уч. г.  
9 и 10 классы**

**Определение общей жесткости водопроводной воды  
комплексометрическим титрованием**

**1 Описание метода**

В данной работе определяют общую жесткость водопроводной воды, которая показывает суммарное содержание  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде. Жесткая вода может вызывать повреждения различных устройств и труб и поэтому нужно производить мониторинг жесткости воды. Общую жесткость воды можно определять методом комплексометрического титрования с помощью EDTA (этилендиаминтетрауксусная кислота).

$\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  образуют с индикатором и EDTA комплексные соединения. Во время титрования EDTA вытесняет индикатор из комплекса, так как комплексы, образованные с EDTA, являются более стабильными. При этом цвет раствора изменяется из-за того, что высвобождающиеся (не связанные в комплекс) молекулы индикатора придают раствору другой цвет.

**2 Ход работы**

**Во время нахождения в лаборатории обязательно носить защитные очки и халат.**

**Необходимые реактивы:** Аммиачный буферный раствор (pH 9-10)  
Эриохром черный Т (индикатор)  
Раствор EDTA  
Водопроводная вода

1. Отпипетировать 100 мл водопроводной воды в коническую колбу объемом 200 мл.
2. Прибавить 2 мл аммиачного буферного раствора.
3. Прибавить немного индикатора. Образуются комплексы индикатора с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которые окрашивают раствор в красно-фиолетовый цвет.
4. Титровать изучаемый раствор стандартным раствором EDTA. Пробу нужно титровать до установления синей окраски.
5. Провести повторные титрование до получения по крайней мере трех совпадающих ( $\pm 0,05$  мл) результатов.
6. По полученным результатам рассчитать общую жесткость воды. Общую жесткость воды выражают в виде содержащегося в 1 литре воды количества миллимолей  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , вызывающих жесткость.

**7. Заполните лист для ответов**

## Лист для ответов экспериментальной работы. 9 класс

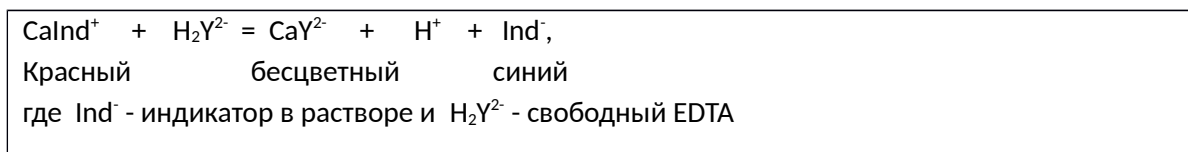
Код: .....

1. Три значения объема раствора EDTA, израсходованного на титрование пробы, и среднее значение объема (мл).

1.	2.	3.
Среднее:		

2. Рассчитанная общая жесткость.

3. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции определения общей жесткости.



4. Что показывает полученный в данной работе результат: временную или постоянную жесткость?

5. Поясните в соответствии с уравнением реакции (пункт 3), почему к раствору нельзя прибавлять слишком много индикатора?

## Лист для ответов экспериментальной работы. 10 класс

Код: .....

1. Три значения объема раствора EDTA, израсходованного на титрование пробы, и среднее значение объема (мл).

1.	2.	3.
Среднее:		

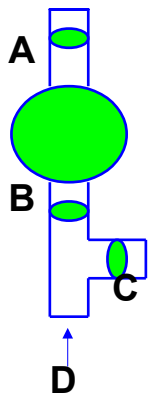
2. Рассчитанная общая жесткость.

3. Напишите уравнение протекающей реакции.

4. Что показывает полученный в данной работе результат: временную или постоянную жесткость?

5. Объясните принцип работы индикаторов в комплексонометрии.

## Использование насоса для пипетки



1. Откроем зажим **A** и выдавим воздух из насоса. При закрытии зажима **A** в насосе остается вакуум.

2. Поместите пипетку в отверстие **D**.

3. Поместите пипетку в раствор, находящийся в мерной колбе, откройте зажим **B** и заполним пипетку раствором с помощью вакуума. Когда уровень жидкости будет примерно на сантиметр выше уровня метки, закроем зажим **B**. Только после этого вынем пипетку из колбы.

4. Осторожно открывая и закрывая зажим **C** доведем мениск уровня раствора точно до метки (вытекающему раствору дайте стечь в отдельную посуду для отходов).

5. Поместите пипетку в коническую колбу таким образом, чтобы пипетка касалась стенки колбы или поверхности раствора. Откроем зажим **C** и дадим жидкости вытечь из пипетки.

**Внимание!** Держите насос таким образом, чтобы в него не попала жидкость.