

## Заключительный этап. Практический тур

### 10 класс

В колбах могут быть любые индивидуальные вещества и смеси, кроме смеси каустической и пищевой соды. Ее не существует – в растворе будет проходить реакция нейтрализации кислой соли щелочью. Для определения содержимого колб необходимо провести два титрования одинаковых аликвот пробы соляной кислотой с разными индикаторами, в качестве которых обычно выбирают либо фенолфталеин, либо метилоранж – лакмус имеет недостаточно четкий переход окраски. Соотношение объемов, пошедших на два титрования, зависят от аналита.

NaOH	При взаимодействии сильного основания с сильной кислотой в точке эквивалентности образуется средняя соль, $pH_{p-ра} = 7$ . Поскольку скачок на кривой титрования резкий, объемы при титровании с разными индикаторами должны дать одинаковый результат.
NaHCO <sub>3</sub>	В случае пищевой соды с фенолфталеином оттитровать раствор не удастся – наблюдается обесцвечивание слабоокрашенного раствора от одной капли титранта.
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	При титровании раствора соды вначале будет образовываться кислая соль, при этом происходит переход окраски фенолфталеина. При дальнейшем титровании будет образовываться средняя соль, эта точка эквивалентности может быть зафиксирована по переходу окраски метилоранжа. Объемы кислоты, расходуемые на титрование с различными индикаторами, равны.
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O + NaHCO <sub>3</sub>	При титровании смеси карбоната и гидрокарбоната натрия с фенолфталеином оттитровывается только карбонат натрия по первой ступени, с метилоранжем – карбонат натрия по обеим ступеням и гидрокарбонат натрия. При этом объёмы, пошедшие на титрование, соотносятся следующим образом: $V_{м-о} - V_{ф-ф} > V_{ф-ф}$
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O + NaOH	При титровании смеси гидроксида натрия и карбоната натрия с фенолфталеином оттитровывается гидроксид натрия и карбонат натрия по первой ступени, с метилоранжем – гидроксид натрия и карбонат натрия по обеим ступеням. При этом объёмы, пошедшие на титрование, соотносятся следующим образом: $V_{м-о} - V_{ф-ф} < V_{ф-ф}$

Расчет массы вещества можно осуществить по следующим формулам:

Растворы индивидуальных веществ:

**NaOH:**  $m = M \cdot C(HCl) \cdot V_{м-о}(HCl) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки} = M \cdot C(HCl) \cdot V_{ф-ф}(HCl) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O:**  $m = M \cdot C(HCl) \cdot V_{ф-ф}(HCl) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки} = M \cdot C(HCl) \cdot V_{м-о}(HCl) \cdot V_{колбы} / 2V_{пипетки}$

**NaHCO<sub>3</sub>:**  $m = M \cdot C(HCl) \cdot V_{м-о}(HCl) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

Растворы смесей веществ:

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O + NaHCO<sub>3</sub>**

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O:  $m = M \cdot C(HCl) \cdot V_{ф-ф}(HCl) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

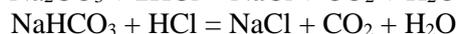
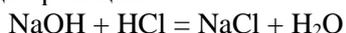
NaHCO<sub>3</sub>:  $m = M \cdot C(HCl) \cdot (V_{м-о}(HCl) - 2V_{ф-ф}(HCl)) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O + NaOH**

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O:  $m = M \cdot C(HCl) \cdot (V_{м-о}(HCl) - V_{ф-ф}(HCl)) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

NaOH:  $m = M \cdot C(HCl) \cdot (2V_{ф-ф}(HCl) - V_{м-о}(HCl)) \cdot V_{колбы} / V_{пипетки}$

2. В ходе анализа протекали следующие реакции:



#### Рекомендации к оцениванию:

1. Формулы веществ по 0.5 балла 1.5 балла
2. Указание на невозможность существования смеси пищевой и каустической соды – 0.5 балла  
0.5 балла

3.	Методика количественного анализа	1.5 балла
4.	Уравнения реакций по 0.5 балла	1.5 балла
5.	Обоснование метода определения состава раствора по 2 балла (без расчетов pH в точке эквивалентности по 1 баллу)	10 баллов
6.	Объем титранта с учетом ошибки	8 баллов
	0 – 3% - 8 баллов	
	4 – 6% - 4 балла	
	7 – 9% - 2 балла	
	10 – 12% - 1 балл	
	более 12% - 0 баллов	
7.	Результат качественного анализа содержимого колб по 1 баллу	2 балла
8.	Масса содержимого (с расчетом) по 1 баллу	2 балла
9.	Соблюдение правил техники безопасности: 3 балла каждое нарушение – минус 1 балл	3 балла

**ИТОГО: 30 баллов**