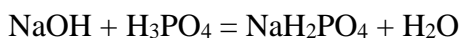
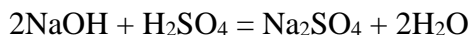
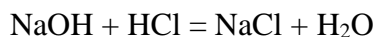


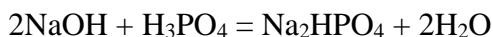
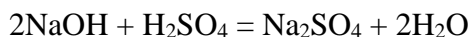
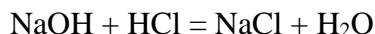
## РЕШЕНИЕ

(авторы Дмитриев Д.Н., Фурлетов А.А.)

А) Титрование с метиловым оранжевым:



Титрование с фенолфталеином:



Б) Для соляной кислоты HCl (в присутствии любого из предложенных индикаторов):

$$m(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot \bar{V}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{HCl}) \cdot V_{\text{к}}}{1000 \cdot V_{\text{а}}}$$

Для серной кислоты H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (в присутствии любого из предложенных индикаторов):

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot \bar{V}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_{\text{к}}}{2000 \cdot V_{\text{а}}}$$

Для ортофосфорной кислоты H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (в присутствии фенолфталеина):

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot \bar{V}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V_{\text{к}}}{2000 \cdot V_{\text{а}}}$$

Для ортофосфорной кислоты H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (в присутствии метилового оранжевого):

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot \bar{V}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V_{\text{к}}}{1000 \cdot V_{\text{а}}}$$

### Экспериментальное задание:

Рассмотрим возможный ход рассуждений.

1. Одинаковы ли объемы титранта, затраченного на титрование аликвоты (10.00 мл) раствора **кислоты 1** в случае титрования с метиловым оранжевым и с фенолфталеином? Если да, то в данной мерной колбе может находиться как раствор **соляной кислоты**, так и раствор **серной кислоты**. Если объемы титранта отличаются друг от друга примерно в 2 раза, то в данной мерной колбе находится раствор **ортофосфорной кислоты**.

2. Одинаковы ли объемы титранта, затраченного на титрование аликвоты (10.00 мл) раствора **кислоты 2** в случае титрования с метиловым оранжевым и с фенолфталеином? Если да, то в данной мерной колбе может находиться как раствор **соляной кислоты**, так и раствор **серной кислоты**. Если объемы титранта отличаются друг от друга примерно в 2 раза, то в данной мерной колбе находится раствор **ортофосфорной кислоты**.

3. Если в мерных колбах **нет раствора ортофосфорной кислоты**, то необходимо сравнить средние объемы титранта, затраченного на титрование аликвот (10.00 мл) растворов **кислоты 1** и **кислоты 2** с **метиловым оранжевым**. В растворе, для которого средний объем титранта получился больше, находится **серная кислота**. В оставшемся растворе находится **соляная кислота**.

4. Если в одной из мерных колб **присутствует ортофосфорная кислота**, то необходимо сравнить средние объемы титранта, затраченного на титрование аликвот (10.00 мл) раствора ортофосфорной

кислоты и оставшегося раствора с **метиловым оранжевым**. Если средний объем титранта, затраченного на титрование аликвоты оставшегося раствора примерно в 2 раза больше, чем средний объем титранта, затраченного на титрование аликвоты раствора ортофосфорной кислоты, то в оставшемся растворе находится **серная кислота**. Если средние объемы близки, то в оставшемся растворе находится **соляная кислота**.

**Система оценивания:**

- А) Уравнения реакций 0.5 б. × 6 = 3 балла  
 Б) Вывод формул 2 б. × 3 = 6 баллов  
 Установление кислоты в мерной колбе 2 б. × 2 = 4 балла

**Точность титрования** оценивается, исходя из разницы ( $\Delta V$ , мл) между величиной среднего объема гидроксида натрия, который участник затратил на титрование аликвоты раствора **кислоты 1** и аликвоты раствора **кислоты 2** в присутствии **метилового оранжевого**, и ожидаемым значением, в соответствии с таблицей:

Определение кислоты 1		Определение кислоты 2	
$\Delta V$ , мл	Баллы	$\Delta V$ , мл	Баллы
$\leq 0.10$	5	$\leq 0.10$	5
0.10 – 0.20	4	0.10 – 0.20	4
0.20 – 0.30	3	0.20 – 0.30	3
0.30 – 0.50	2	0.30 – 0.50	2
0.50 – 1.00	1	0.50 – 1.00	1
$> 1.00$	0	$> 1.00$	0

**Правильность расчета** массы **кислоты 1** и **кислоты 2** оценивается, исходя из среднего объема титранта, полученного участником, **безотносительно точности титрования** 1 б. × 2 = 2 балла

- Повторная выдача анализируемых растворов кислот – 1.5 балла (за каждый случай)  
 Порча лабораторной посуды или оборудования – 1.5 балла (за каждый случай)

**Всего** **25 баллов**