

### Десятый класс (автор: Саморукова О.Л.)

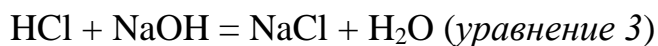
Середина области перехода (то есть рН, при котором изменения цвета наиболее заметны) для метилового оранжевого примерно равна 4. Данная величина больше  $pK_{a,1}$ , но меньше  $pK_{a,2}$  фосфорной кислоты, которые равны 2.1 и 7.2 соответственно. Это означает, что  $H_3PO_4$  будет титроваться с этим индикатором по первой ступени:



Для фенолфталеина середина области перехода составляет примерно 9, что больше  $pK_{a,2}$ , но меньше  $pK_{a,3}=11.9$ . Поэтому с этим индикатором  $H_3PO_4$  будет титроваться по двум ступеням:



Поэтому объем раствора NaOH, пошедший на титрование  $H_3PO_4$  с фенолфталеином будет примерно в два раза больше, чем с метиловым оранжевым. Объемы раствора NaOH, пошедшие на титрование раствора одноосновной HCl, с обоими индикаторами будут примерно одинаковыми:



Именно разница в объемах титранта для двух индикаторов является критерием при определении того, какая из кислот находится в каждой колбе.

Расчет количества каждой кислоты в колбе (моль) произведем из среднего по результатам точных титрований с метиловым оранжевым. Поскольку титруемое вещество и титрант реагируют в соотношении 1:1, их количества, пошедшие на реакцию (моль) равны. Следовательно, количество кислоты в аликвоте (моль):

$$V_{\text{к-ты в аликвоте}} = v_{NaOH} = c_{NaOH} \cdot V_{NaOH} / 1000,$$

где  $c_{NaOH}$  – точная концентрация NaOH (моль/л),  $V_{NaOH}$  – объем NaOH, пошедший на титрование (мл).

*ВсОШ по химии, Региональный этап  
2018–2019 учебный год  
Решения задач экспериментального тура*

Тогда количество кислоты в мерной колбе будет равно:

$$V_{\text{к-ты в колбе}} = V_{\text{к-ты в аликвоте}} \cdot V_{\text{колбы}} / V_{\text{аликвоты}} = V_{\text{к-ты в аликвоте}} \cdot 100/10 = 10v_{\text{к-ты в}}$$

аликвоте

**Система оценивания:**

Установление природы кислот – 2 по 2 балла 4 балла

Уравнения реакций – 3 уравнения по 2 балла 6 баллов

Точность определения количества (моль) каждой кислоты оценивается, исходя из абсолютной погрешности ( $\Delta v$ , моль), то есть разницы между величиной, полученной участником, и истинным значением, в соответствии со следующей таблицей:

<b>HCl</b>		<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	
<b><math>\Delta v</math>, моль</b>	<b>Баллы</b>	<b><math>\Delta v</math>, моль</b>	<b>Баллы</b>
$\leq 0.0002$	15	$\leq 0.0002$	15
0.0002 – 0.0004	12	0.0002 – 0.0004	12
0.0004 – 0.0006	9	0.0004 – 0.0006	9
0.0006 – 0.0010	6	0.0006 – 0.0010	6
$\geq 0.001$	3	$\geq 0.001$	3
<b>ИТОГО: 40 баллов</b>			