

**Республиканская олимпиада  
по химии 2019  
Заключительный этап**

Практический тур

10 класс

Решения

## Таблица оценивания:

*Эта страница предназначена для членов жюри. Пожалуйста, не пишите ничего на этой странице.*

Задача	Изначальный балл	Апелляция	Конечный балл	Вес Задачи	Финальный балл
№1 (Определение фосфорной и серной кислоты)				30	
Суммарно				30	

(эта страница намеренно оставлена пустой)

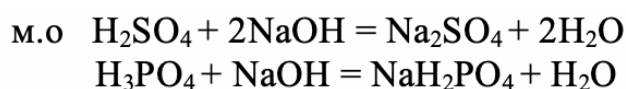
## Задача №1. Определение содержания фосфорной и серной кислоты при их совместном присутствии в растворе методом кислотного-основного титрования

V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	Всего	% от общего
5	5	1	1	5	5	6	1	1	30	30
										30

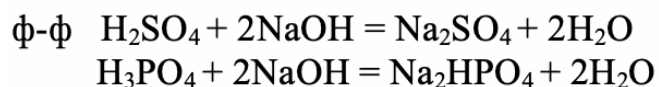
1. Введите числовые данные

Общие данные		V <sup>1</sup> <sub>титранта</sub>		V <sup>1</sup> <sub>ср</sub>	V <sup>2</sup> <sub>титранта</sub>		V <sup>2</sup> <sub>ср</sub>
C(NaOH)		V <sub>1</sub>			V <sub>1</sub>		
V <sub>аликвоты</sub>		V <sub>2</sub>			V <sub>2</sub>		
V <sub>мерной колбы</sub>		V <sub>3</sub>			V <sub>3</sub>		

2. Напишите уравнения (молекулярные, ионные) химических реакций, протекающих при титровании серной и фосфорной кислоты в присутствии индикаторов метилоранжа и фенолфталеина по данной методике.



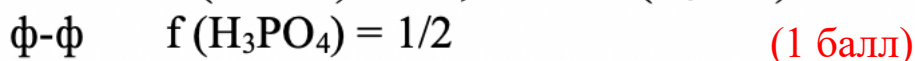
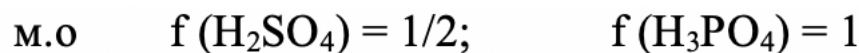
(1 балл)



$$V(\text{H}_3\text{PO}_4) = V^2 - V^1; f(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 \quad \text{или} \quad 2(V^2 - V^1); f(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1/2$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = (2V^1 - V^2)$$

3. Укажите факторы эквивалентности веществ в данных реакциях.



4. Найдите массу серной кислоты в задаче (в граммах)

а) Масса серной кислоты:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_T \cdot (2V^1 - V^2) \cdot M_{\text{ЭКВ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_{\text{М.К}} / V_{\text{ал}} \cdot 1000$$

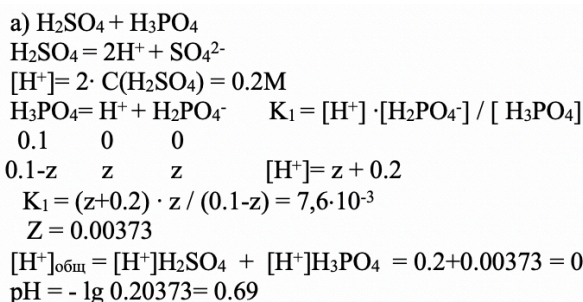
(5 баллов)

5. Найдите массу фосфорной кислоты в задаче (в граммах)

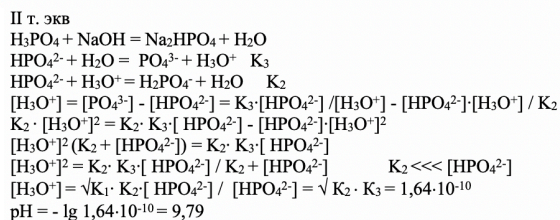
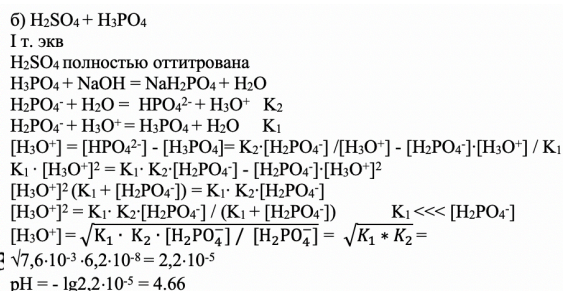
$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = C_T \cdot (V^2 - V^1) \cdot M_{\text{ЭКВ}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V_{\text{М.К}} / V_{\text{ал}} \cdot 1000$$

(5 баллов)

6. Рассчитайте pH растворов 0,1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 0,1M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> при титровании 0,1M NaOH: а) в начальной точке титрования (до титрования); б) в эквивалентной точке титрования (для H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> K<sub>a1</sub> = 7,6·10<sup>-3</sup> (pK<sub>a1</sub>=2.12); K<sub>a2</sub> = 6,2·10<sup>-8</sup> (pK<sub>a2</sub>=7.21); K<sub>a3</sub> = 4,4·10<sup>-13</sup> (pK<sub>a3</sub>=12.36)).

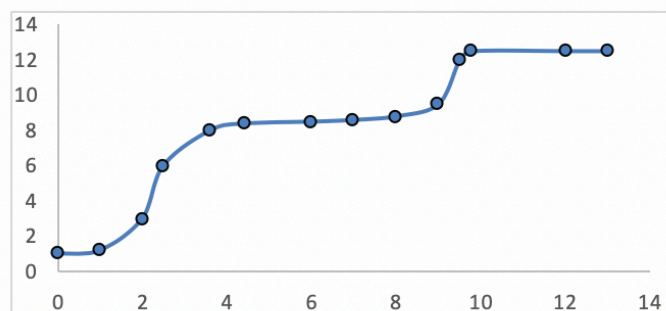


(3 балла)



(3 балла)

7. Схематически представьте кривую титрования смеси (серной и фосфорной) кислот. Обоснуйте выбор индикаторов (фенолфталеин и метилоранж) для выполнения данного титрования.



Для определения  $H_2SO_4$  м.о и ф-ф  $\rightarrow$  входят рТ в скачок титрования;  
Для определения  $H_3PO_4$  м.о  $\rightarrow NaH_2PO_4$ ; ф-ф  $\rightarrow Na_2HPO_4$  (1 балл)

8. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот (или многоосновных кислот по ступеням)?

Если  $K_1 / K_2$  не менее  $10^4$

Например:  $H_3PO_4$

I.  $K_1 / K_2 = 7,6 \cdot 10^{-3} / 6,2 \cdot 10^{-8} = 1,2 \cdot 10^5$

II.  $K_2 / K_3 = 6,2 \cdot 10^{-8} / 4,4 \cdot 10^{-13} = 1,4 \cdot 10^5$

III.  $K_3 = 4,4 \cdot 10^{-13}$  мала, по 3-й ступени  $H_3PO_4$  в водном растворе оттитровать невозможно (1 балл)