

**Задание экспериментального тура РХО–2023 для 10 класса  
г. Шымкент**

**10 сыныпқа арналған РХО-2023 тәжірибелік турының тапсырмасы.  
Шымкент қаласы.**

**Фосфор қышқылы мөлшерін қышқыл-негіздік титрлеу әдісімен 2 индикатор қолданып  
анықтау**

**(Жұмысты орындау уақыты 2,5 сағат).**

**Барлығы 30 балл.**

**Анықтау жолы.** Бюретка жуылып, алдымен дистилденген сумен, содан соң титранттың аз мөлшерімен (~5-10 мл) бірнеше рет шайқалады. Бюретка стандартты NaOH ерітіндісімен толтырылады және оның ұшындағы ауа ығыстырылып шығарылады. Өлшеуіш колбадағы (100,0 мл) фосфор қышқылының анализденетін ерітіндісі колба белгісіне дейін дистилденген сумен сұйылтылып, мұқият араластырылады.

**1-титрлеу:** Көлемі 250 мл конусты колбаға пипеткамен анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігі көшіріліп, оған цилиндрмен ~15-20 мл-дей дистилденген су құйылады. Колбадағы ерітіндіге 1 тамшы метилді қызғылт-сары индикаторы қосылып, ол NaOH ерітіндісімен түсі қызғылттан әлсіз қызғылт-сарыға ауысқанша титрленеді\*.

*\*Титрлеуді “күәгер” ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) қатысында жүргізген жөн. Оны дайындау үшін конусты колбаға цилиндрмен ~30-40 мл-дей 0,033 М  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ерітіндісін және 1 тамшы метилді- қызғылт-сары индикаторын қосу керек.*

Титрлеуге кеткен NaOH көлемі өлшеніп, жазып алынады ( $V^I$ , мл). Титрлеу бірнеше рет жақсы қайталанатын нәтиже алынғанша жүргізіледі.

**2-титрлеу:** Көлемі 250 мл конусты колбаға пипеткамен анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігі көшіріліп, оған цилиндрмен ~15-20 мл-дей дистилденген су және 1 тамшы фенолфталеин индикаторы құйылады. Колбадағы ерітінді NaOH ерітіндісімен бояуы ~30 секунд ішінде жойылмайтын қызғылт түске ауысқанша титрленеді.

Титрлеуге кеткен титранттың көлемі өлшеніп, жазып алынады ( $V^{II}$ , мл).

***Екі титрлеу нәтижелері бойынша фосфор қышқылының алғашқы ерітіндідегі (өлшеуіш колбадағы) массасы (грамм) 4 мәнді цифрларға дейін өрнектеліп есептелінеді. (20 балл)***

**Қосымша сұрақтар:**

**10 балл**

1. Фосфор қышқылының сулы ерітіндісінде орын алатын сатылай протолиттік тепе-теңдік теңдеулерін және оларға сәйкес диссоциациялану константаларын жазыңыз. Бұл тепе-теңдіктерде қандай қосарласқан қышқыл-негіздік жұптар бар?
2. Фосфор қышқылы ерітіндісін метилді қызғылт-сары (а) және фенолфталеин (б) индикаторлары қатысында натрий гидроксидімен титрлеу кезінде жүретін реакция теңдеулерін (молекулалық, иондық) жазыңыз. Бұл титрлеуге қатысатын заттардың эквиваленттік факторларын және эквиваленттерінің мольдік массаларын ( $M_{\text{э}}$ ) көрсетіңіз.
3. Титрлеудің әр түрлі нүктелеріндегі (эквивалентті нүктелер, эквивалентті нүктелерге дейін және олардан кейін) ерітінді құрамын көрсетіңіз.
4. 0,1 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ерітіндісін 0,1 М NaOH ерітіндісімен титрлеуге сәйкес эквиваленттік нүктелердегі рН мәндерін есептеңіз ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  үшін:  $K_1=7 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2=6 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3=5 \cdot 10^{-13}$ ).
5. Бұл титрлеуге метилді қызғылт-сары (рТ=4) және фенолфталеин (рТ=9) индикаторларын қолдану себептерін түсіндіріңіз. Осы мақсатта «метилді-қызыл» (рТ=5) және «тимолфталеин» (рТ=9,6) индикаторларын фосфор қышқылын анықтауға қолдануға бола ма? Дәлелді жауап беріңіз.

## Жауап беру парағы

Есеп аликвотын титрлеу:  $V_{\text{өлш.колба}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_{\text{пип.}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $C(\text{NaOH}) = \underline{\hspace{2cm}}$

NaOH ерітіндісінің көлемдері:  $V_1^1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_2^1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_3^1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  
 $V_1^{11} = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_2^{11} = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_3^{11} = \underline{\hspace{2cm}}$ ;

1. Фосфор қышқылының сулы ерітіндісінде орын алатын сатылай протолиттік тепе-теңдік теңдеулерін және оларға сәйкес диссоциациялану константаларын жазыңыз (а). Бұл тепе-теңдіктерде қандай қосарласқан қышқыл-негіздік жұптар бар? (б)

а)

б)

**2 б.**  
**(1+1)**

2. Фосфор қышқылы ерітіндісін метилді қызғылт-сары (а) және фенолфталеин (б) индикаторлары қатысында натрий гидроксидімен титрлеу кезінде жүретін реакция теңдеулерін (молекулалық, иондық) жазыңыз. Бұл титрлеуге қатысатын заттардың эквиваленттік факторларын және эквиваленттерінің мольдік массаларын ( $M_{\text{э}}$ ) көрсетіңіз.

а)

б)

**2 б.**  
**(1+1)**

3. Титрлеудің әр түрлі нүктелеріндегі (эквивалентті нүктелер, эквивалентті нүктелерге дейін және олардан кейін) ерітінді құрамын көрсетіңіз.

**2 б.**

4. 0,1 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ерітіндісін 0,1 М  $\text{NaOH}$  ерітіндісімен титрлеуге сәйкес эквиваленттік нүктелердегі рН мәндерін есептеңіз ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  үшін:  $K_1=7 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2=6 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3=5 \cdot 10^{-13}$ ).

**2 б.**

5. Бұл титрлеуге метилді қызғылт-сары (рТ=4) және фенолфталеин (рТ=9) индикаторларын қолдану себептерін түсіндіріңіз. Осы мақсатта «метилді-қызыл» (рТ=5) және «тимолфталеин» (рТ=9.6) индикаторларын фосфор қышқылын анықтауға қолдануға бола ма? Дәлелді жауап беріңіз.

**2 б.**

6. Алғашқы есептегі (өлшем колбасы)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  мөлшерін (граммен) есептеу:

а) 1-титрлеу:

**10 б.**

б) 2-титрлеу:

**10 б.**

**Барлығы:**