10 сыныпқа арналған РХО-2026 тәжірибелік турының тапсырмасы. Алматы қаласы.

H_3PO_4 және *NaH_2PO_4* қоспасын қышқыл-негіздік титрлеу әдісімен анықтау

(Жұмысты орындау уақыты – 180 минут).
Барлығы -30 балл.

Фосфор қышқылы (H_3PO_4) және оның қышқыл тұздары, мысалы натрий дигидрофосфаты (NaH_2PO_4), химия, тағам және фармацевтика өнеркәсібінде, сондай-ақ су дайындау және тыңайтқыштар өндірісінде кеңінен қолданылады. Бұл заттар ерітіндіде бірге болған жағдайда олардың мөлшерлік қатынасын дәл анықтау маңызды, өйткені бұл орта қышқылдығына, ерітіндінің буферлік қасиеттеріне және технологиялық процестердің тиімділігіне әсер етеді. Компоненттердің дұрыс емес қатынасы технологиялық режимдердің бұзылуына, өнім сапасының төмендеуіне және жүйенің химиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкелуі мүмкін.

Ортофосфор қышқылы – үшнегізді қышқыл, су ерітіндісінде ол сатылы түрде диссоциацияланады. Қышқылдың сәйкес диссоциация константалары келесідей:

$K_{a_1}=7\cdot10^{-3}$; $K_{a_2}=6\cdot10^{-8}$; $K_{a_3}=5\cdot10^{-13}$;

<u>Жұмысты орындау әдістемесі.</u>

1-титрлеу:

Бюретканы алдымен бірнеше рет дистилденген сумен, содан кейін титранттың аз мөлшерімен (~5–10 мл) шаяды. Бюретка стандартты NaOH ерітіндісімен толтырылады және ұшынан ауа шығарылады.

100,0 мл өлшеуіш колбадағы зерттелетін ерітінді дистилденген сумен белгісіне дейін жеткізіледі, колба мұқият араластырылады. Зерттелетін ерітіндіден пипеткамен 10 мл аликвот алып, титрлеу колбасына құяды, оған шамамен 15–20 мл дистилденген су және 1 тамшы метилді қызғылт сары индикаторы қосылады.

Ерітінді стандартталған NaOH ерітіндісімен түсі қызғылттан ашық қызғылт-сарыға өзгергенге дейін титрленеді. Титрлеу куәгер қатысында жүргізіледі.*

**Куәгер ретінде 0,033 М NaH_2PO_4 ерітіндісі қолданылады. Оны дайындау үшін конусты колбаға өлшеуіш цилиндрмен шамамен 40 мл NaH_2PO_4 ерітіндісі алынып, оған 1 тамшы метилді қызғылт сары қосылады.*

Бюретка бойынша сілті ерітіндісінің жұмсалған көлемі (V_1) белгіленеді. Титрлеу үш өзара жақын нәтиже алынғанға дейін қайталанады.

2-титрлеу:

Анализденетін ерітіндінің 10 мл аликвоталық бөлігін пипеткамен алып, титрлеуге арналған колбаға құяды, оған 5-7 тамшы тимолфталеин индикаторын қосады. Ерітіндіні стандартталған NaOH ерітіндісімен әлсіз көгілдір түстің пайда болғанына дейін титрлейді.

Бюретка бойынша титрлеуге жұмсалған сілті ерітіндісінің көлемін (V_2) жазады.

Титрлеуді үш бір-біріне жақын нәтиже алынғанға дейін қайталайды, ал есептеулер үшін олардың арифметикалық орташа мәнін алады.

1-ші және 2-ші титрлеу нәтижелерін пайдаланып, бастапқы ерітіндідегі *H_3PO_4* және NaH_2PO_4 заттарының мөлшерін (m, г) анықтайды.

Айыппұл ұпайлары: егер қатысушыға реактивтің немесе талданатын ерітіндінің қосымша мөлшері қажет болса, оны толтыру (сол нұсқада) әр жағдайда 5 балл айыппұлмен жүргізіледі**.**

Жауап парағы

Есеп № _____ C_{NaOH}=_____;

1-титрлеу нәтижелері:
NaOH ерітіндісінің көлемі (мл):

V_1^1 = _____

V_2^1 = _____

_____
V_3^1 =

Орташа V^1 = _____

4 б.

2- титрлеу нәтижелері:
NaOH ерітіндісінің көлемі (мл):

V_1^2 = _____

V_2^2 = _____

_____
V_3^2 = __

_____
Орташа V^2 =

4 б.

1. 1-ші және 2-ші титрлеу барысында жүретін барлық химиялық реакциялардың теңдеулерін (молекулалық және иондық түрде) жазыңыз. Реакцияға қатысатын барлық заттардың эквиваленттік факторларын көрсетіңіз.

2 б.

2. Қоспаның титрлеуге дейінгі (барлық қажетті концентрацияларды 0,1 моль/л деп есептеңіз) (а), сондай-ақ 1-ші (б) және 2-ші (в) титрлеудің эквиваленттік нүктелеріндегі pH мәндерін есептеңіз.

3 б

3. Қышқыл-негіздік титрлеуде индикаторды қандай көрсеткіштер бойынша таңдайды? Осы титрлеу үшін метилоранж (pT=4) және тимолфталеин (pT=9,6) индикаторларын таңдауды негіздеңіз.

2 б

4. Көпнегізді қышқылдарды сатылы титрлеу үшін қандай талаптар сақталуы керек? Осы қоспада фосфор қышқылын оның диссоциациясының үшінші сатысы бойынша титрлеуге бола ма? Неліктен?

1 б

5. NaOH титранты екіншілік стандартты ерітінді болып табылады, неге? Оны стандарттау үшін қандай заттарды қолдануға болады? Тиісті реакцияларды келтіріңіз.

1 б

6. Буферлік сыйымдылыққа анықтама беріңіз және оның математикалық өрнегін жазыңыз.

2 б

7. 1,0 л буферлі ерітіндінің құрамында 0,10 моль H_3PO_4 және 0,10 моль NaH_2PO_4 бар.
а) Берілген жүйенің максималды буферлік сыйымдылығын есептеңіз.

б) Осы буферге 0,02 моль NaOH қосылды. Жүйенің буферлік қасиеті сақталуын анықтаңыз.

в) Осы буферге 0,12 моль HCl қосылды. Жүйенің буферлік қасиеті сақталуын анықтаңыз.

1б+2б+2 б

8. 1-ші және 2-ші титрлеу нәтижелері бойынша бастапқы ерітіндідегі H_3PO_4 және NaH_2PO_4 заттарының мөлшерін (m, г) есептеңіз.

3 б+3 б