Задание экспериментального тура РХО-2025 для 10 класса, г.Актау

Определение сульфат-ионов косвенным комплексонометрическим методом титрования

(Время для выполнения работы – 3 часа)

Всего – 30 баллов.

Промышленные предприятия, такие как металлургические, химические и горнодобывающие заводы, часто сбрасывают сточные воды, содержащие значительные количества **сульфат-ионов (SO_4^{2-})**. При попадании в водоемы высокие концентрации сульфатов могут вызывать закисление воды, что приводит к гибели водных организмов, разрушению водных экосистем и снижению качества воды. Кроме того, сульфаты способствуют засорению трубопроводов и очистных сооружений из-за образования нерастворимых осадков, а также увеличивают минерализацию воды, делая её непригодной для питья и промышленного использования.

Методика выполнения работы.

1-титрование задачи:

Бюретку заполняют стандартным раствором ЭДТА. Задачу в мерной колбе вместимостью 100,0 мл разбавляют до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. С помощью мерной пипетки в коническую колбу для титрования вносят аликвотную часть анализируемого раствора. Затем к аликвоту задачи прибавляют около 80 мл дистиллированной воды, 3 капли конц. HCl. Для удаления CO_2 раствор 2-3 минуты кипятят и добавляют 20,00 мл (точно!) раствора осадительной смеси ($BaCl_2$ +$MgCl_2$). Раствор хорошо перемешивают, добавляют 10 мл раствора аммиачного буфера, 2-3 капли индикатора хром-темно-синего (ХТС) и титруют раствором ЭДТА до перехода окраски раствора от красно-фиолетовой до синей.

Измеряют и записывают значение объема титранта с точностью до 0,05 мл (V^1, мл). Выполняют титрование еще несколько раз до получения воспроизводимых результатов.

2 – титрование смеси ($BaCl_2$ +$MgCl_2$).

В колбу для титрования вносят около 100 мл дист.воды, 3 капли конц. *HCl*. Раствор кипятят 2-3 минуты и добавляют 20,00 мл (точно!) раствора осадительной смеси (*$BaCl_2$ +$MgCl_2$*). Раствор охлаждают, добавляют 10 мл раствора аммиачного буфера и 2-3 капли индикатора хром-темно-синего (ХТС). Полученный раствор титруют раствором *ЭДТА* до перехода окраски раствора от красно-фиолетовой до синей.

Измеряют и записывают значение объема титранта с точностью до 0,05 мл (V^1, мл). Выполняют титрование еще несколько раз до получения воспроизводимых результатов.

Штрафные баллы: если участнику требуется дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, его заполнение (в том же варианте) производится штрафом в 5 баллов в каждом случае.

Лист ответа

Задача № _____ $C_{ЭДТА}$ = _____ ;

Результаты 1-титрования:
Объемы раствора ЭДТА (мл):

V_1^1 = _____

V_2^1 = _____

_____
V_3^1 =

Среднее V^1 = _____

5 балл.

Результаты II-титрования:
Объемы раствора ЭДТА (мл):

V_1^2 = _____

V_2^2 = _____

_____
V_3^2 = __

_____
Среднее V^2 =

5 балл.

1. Напишите уравнения (молекулярные, ионные) всех химических реакций, протекающие в ходе осаждения, обеих титрований, определите факторы эквивалентности участников всех реакции. Для реакции используйте сокращенные формулы ЭДТА (Na_2H_2Y) и индикатора ХТС (H_2Ind). Укажите реакции в эквивалентной точке титрования.

6 балл.

2. По результатам обеих титрований рассчитайте массу сульфат-ионов в граммах в исходном растворе задачи. Результаты представьте с 4 значащими цифрами.

m(SO_4^{2-}) = _____

5 балл.

3. Обясните условия определения сульфат-ионов в данной работе, почему: а) при осаждении сульфата бария раствор вначале нужно подкислять и нагревать?; б) затем при титровании с ЭДТА раствор нужно охлаждать и повышать pH до 10?

3 балл.

4. Какие индикаторы используются в комплексонометрии для установления эквивалентной точки? Объясните принцип их действия. Каким требованиям они должны удовлетворять?

2 балл.

5. Обьясните, какую роль играет хлорид магния в смеси ($BaCl_2$+$MgCl_2$) в данном титровании. Для объяснения используйте соответствующие константы устойчивости комплексов ионов бария и магния с ЭДТА и с индикатором ХТС. $lg\beta_{BaY}$=7.78; $lg\beta_{MgY}$=8.83; $lg\beta_{BaInd}$=2.0; $lg\beta_{MgInd}$=7.0;

4 балл.

Общий балл: _____

Проверяющие: _____

10 сыныпқа арналған РХО-2025 тәжірибелік турының тапсырмасы. Ақтау қаласы.

Сульфат-иондарын жанама комплексонометрлік титрлеу әдісімен анықтау

(Жұмысты орындау уақыты – 3 сағат).
Барлығы -30 балл.

Өнеркәсіптік кәсіпорындар, мысалы, металлургиялық, химиялық және тау-кен зауыттары, құрамында едәуір мөлшерде **сульфат иондары (SO_4^{2-})** бар ағынды суларды жиі шығарады. Су қоймаларына түскен кезде сульфаттардың жоғары концентрациясы судың қышқылдануына әкеліп соғады, бұл су организмдерінің жойылуына, су экожүйелерінің бұзылуына және судың сапасының төмендеуіне себеп болады. Сонымен қатар, сульфаттар ерімейтін тұнбалардың түзілуіне байланысты құбырлар мен тазарту құрылғыларының бітелуіне ықпал етеді, сондай-ақ судың минералдануын арттырады, оны ауызсу мен өнеркәсіптік пайдалану үшін жарамсыз етеді.

<u>Жұмысты орындау әдістемесі.</u>

1-титрлеу (есеп):

Бюретка *ЭДТА* титрантының стандартты ерітіндісімен толтырылады. 100,0 мл өлшеуіш колбадағы есеп ерітіндісі дистилденген сумен колба белгісіне дейін сұйылтылып, мұқият араластырылады. Өлшеуіш пипетка көмегімен талданатын ерітіндінің аликвоты конусты титрлеу колбасына көшіріледі. Содан кейін ерітіндінің аликвотына шамамен 80 мл-дей дистилденген су және 3 тамшы концентрлі *HCl* қосылады. Ерітіндіден CO_2-газын кетіру үшін оны 2-3 минуттай электр плиткасында қайнатады және оған 20,00 мл (*дәл!*) 0,01 М ($BaCl_2$+$MgCl_2$) тұндырғыш қоспасы ерітіндісін қосып, жақсылап араластырады. Салқындатылған ерітіндіге 10 мл аммиак буфері ерітіндісі, 2-3 тамшы хромды-қара көк (ХҚК) индикаторы қосылады. Алынған ерітінді түсі қызыл-күлгіннен көкке өзгергенше *ЭДТА* ерітіндісімен титрленеді.

Титрлеуге кеткен титранттың көлемі 0,05 мл (V^2, мл) дәлдікпен өлшеніп жазып алынады. Титрлеу жақсы қайталанатын нәтижелер алынғанша тағы бірнеше рет жүргізіледі.

II – тұндырғыш қоспаны ($BaCl_2$ +$MgCl_2$) титрлеу.

Титрлеу колбасына шамамен 100 мл-дей дистилденген су және 3 тамшы концентрлі *HCl* ерітіндісі қосылады. Ерітінді 2-3 минут қайнатылады және оған өлшегіш пипеткамен 20,00 мл (дәл!) тұндырғыш қоспа ерітіндісі ($BaCl_2$+$MgCl_2$) қосылады. Ерітінді салқындатылады, әрмен қарай оған 10 мл аммиак буфері ерітіндісі және 2-3 тамшы хромды-қара көк (ХҚК) индикаторы қосылады. Алынған ерітінді *ЭДТА* ерітіндісімен ерітіндінің түсі қызыл-күлгіннен көкке өзгергенше титрленеді.

Титрлеуге кеткен титранттың көлемі 0,05 мл (V^2, мл) дәлдікпен өлшеніп жазып алынады. Титрлеу жақсы қайталанатын нәтижелер алынғанша тағы бірнеше рет жүргізіледі.

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 № _____ $C_{ЭДТА.}$=_____;

1-титрлеу нәтижелері:
ЭДТА көлемдері (мл):

V_1^1 = _ _____

V_2^1 = _____ _____

V_3^1 = _____

Орташа V^1 = **5 балл.**

2-титрлеу нәтижелері:
ЭДТА көлемдері (мл):

V_1^2 = _____

V_2^2 = _____

V_3^2 = _____

Орташа V^2 = _____ **5 балл.**___

1. Тұндыру және титрлеулер кезінде жүретін барлық химиялық реакциялардың теңдеулерін (молекулалық, иондық) жазыңыз. Барлық реакцияларға қатысушылардың эквиваленттік коэффициенттерін анықтаңыз. Реакциялар үшін *ЭДТА* (Na_2H_2Y) мен ХҚК индикаторының (H_2Ind) қысқартылған формулаларын пайдаланыңыз. Титрлеудің эквивалентті нүктесіндегі реакцияларды көрсетіңіз.

6 балл.

2. Екі титрлеу нәтижелері бойынша бастапқы есептегі сульфат иондарының массасын граммен есептеңіз. Нәтижені 4 мәнді цифрмен келтіріңіз.
   Есептеу:

m(SO_4^{2-}) = _____ **5 балл.**

3. Осы жұмыстағы сульфат иондарын анықтау жағдайларын түсіндіріңіз, не себебті: а) барий сульфатын тұндыру кезінде ерітіндіні алдымен қышқылдандыру және қыздыру қажет? б) содан соң ЭДТА-мен титрлеу кезінде ерітіндіні суытып, оның pH мәнін 10-ға дейін көтереді?

3 балл.

4. Комплексометрияда эквивалентті нүктені анықтау үшін қандай индикаторлар қолданылады? Олардың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз. Олар қандай талаптарға сай болуы керек?

2 балл.

5. Осы титрлеуде қолданылатын ($BaCl_2$+$MgCl_2$) қоспасында магний хлориді қандай рөль атқаратынын түсіндіріңіз. Түсіндіру үшін барий, магний иондарының ЭДТА және ХҚК индикаторымен беретін комплекстерінің сәйкес тұрақтылық константаларын пайдаланыңыз.
$lg\beta_{BaY}$=7.78; $lg\beta_{MgY}$=8.83; $lg\beta_{BaInd}$=2.0; $lg\beta_{MgInd}$=7.0;

4 балл.

Жалпы балл: _____

Тексерушілер: _____