

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.Ломоносова

Химический факультет

Кафедра аналитической химии

Зачетная задача по аналитической химии:

«Анализ объекта»

Студентки 20X группы

XXXXXX X.X.

Преподаватель

XXXXXX X.X.

Москва

2001

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.....	3
3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	6
3.1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕМНИЯ.....	6
3.1.1. <i>Гравиметрические методы</i>	6
3.1.1.1. Осаждение в форме двуокиси кремния SiO ₂ . [2,3]	6
3.1.1.2. Метод осаждения кремнесодержащих гетерополикислот органическими основаниями.....	7
3.1.2. <i>Титриметрические методы</i>	7
3.1.2.1. Окислительно-восстановительное титрование.....	7
3.1.2.2. Кислотно-основное титрование.....	8
3.1.2.3. Комплексонометрическое титрование.....	8
3.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА.....	8
3.2.1. <i>Гравиметрические методы определения хрома</i>	8
3.2.1.1. Осаждение в форме гидроксида хрома (III)[4].....	8
3.2.1.2. Осаждение в форме 8-оксихинолината или оксихинальдината.....	9
3.2.1.3. Осаждение комплексных фторидов хрома (III).....	9
3.2.1.4. Осаждение хроматов.....	9
3.2.2. <i>Титриметрические методы определения хрома</i>	10
3.2.2.1. Окислительно-восстановительное титрование.....	10
3.2.2.2. Комплексонометрическое титрование.....	12
3.3. Выводы.....	13
4 ВЫПОЛНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА.....	14
4.1. РАСЧЕТ НАВЕСКИ.....	14
4.2. СХЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА.....	14
4.3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗЛОЖЕНИЯ И РАСТВОРЕНИЯ НАВЕСКИ.....	14
4.4. ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРЕМНИЯ.....	15
4.5 ТИТРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА.....	15
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	17
6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	18

1. ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящей работы является качественный анализ промышленного или природного объекта и количественное определение в нём двух элементов из числа присутствующих методами гравиметрического и титриметрического анализов.

2. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.

Исследуемый образец представляет собой темно-коричневый порошок. Предварительные испытания по растворимости его в кислотах и щелочах показали, что образец плохо растворим в щелочах, в смесях различных кислот растворяется не до конца. В растворах, полученных при растворении образца в концентрированной соляной разбавленной азотной кислоте, действием роданида аммония обнаруживается железо (III). В растворе присутствует небольшое количество хрома. Нерастворимый осадок содержит оксид кремния. Из полученных результатов можно предположить, что исследуемый образец представляет собой руду. На основании практического руководства [1] была составлена схема качественного анализа, представленная в таблице 1. Полный качественный анализ проведен после сплавления навески с пиросульфатом калия. Наблюдения и выводы, сделанные в ходе качественного анализа, представлены в таблице 2.

Вывод: проведенный качественный анализ позволяет полагать, что исследуемый образец представляет собой руду, содержащую хром, железо и кремний.

3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.

3.1. Методы определения кремния.

3.1.1. Гравиметрические методы.

3.1.1.1. Осаждение в форме двуокиси кремния SiO_2 . [2,3]

Метод основан на выделении безводной полимерной двуокиси кремния. Предварительно соединения кремния разлагают, так чтобы перевести кремний в кремневую кислоту в коллоиднорастворимом состоянии, которую необходимо дегидратировать и коагулировать, или в истиннорастворенное состояние с дальнейшей полимеризацией и дегидратацией кремневой кислоты.

Основной метод – дегидратация в кислой среде. Основные операции: 1) разложение навески кислотами или сплавлением с последующим растворением плава; 2) выпаривание кислого раствора; 3) растворение оксидов сопутствующих элементов; 4) фильтрование кремневой кислоты. Выпаривать лучше два раза. Вторичное выпаривание с кислотой производят для более полного осаждения. В дальнейшем повторении операции дегидратации нет смысла, к тому же возможно загрязнение. Промывают осадок разбавленным раствором кислот для отделения соосажденных катионов и предотвращения гидролиза. Искажение результатов может произойти при быстром озолении в недостатке воздуха. Для получения более точных результатов рекомендуется отгонка фторида кремния после обработки серной и фтористоводородной кислоты. Массу остатка полуторных оксидов вычитают из общей массы. Для дегидратации используют азотную, серную, хлористоводородную, хлорную кислоты. Уксусная кислота осаждает не полно, фосфорная загрязняет осадок.

Давно используются методы коагуляции кремневой кислоты органическими соединениями. В качественном анализе с целью идентификации растворами малахитового зеленого, метиленового синего, сафранина. Другие коагулянты – столярный клей, альбумин, казеин, агар-агар. Наиболее распространена желатина. При использовании желатинного метода нет необходимости выпаривать несколько раз обрабатывать осадок HF и H_2SO_4 . Ускорение достигается благодаря быстроте фильтрования. Недостаток – истиннорастворенная кремневая кислота желатиной не осаждается.

3.1.1.2. Метод осаждения кремнесодержащих гетерополикислот органическими основаниями.

Метод основан на осаждении главным образом кремне-12-молибденовой кислоты органическими реагентами[2]. Он требует перевода кремневой кислоты в мономерную формы, что достигается сплавлением навески с щелочами или карбонатами щелочных металлов.

8-Оксихинолин осаждает кремне-12-молибденовую кислоту при рН 1,3 – 1,5.

Для пород, содержащих 40 – 70% оксида кремния, точные результаты дает осаждение 2,4-диметилхинолин.

Осаждение 2% раствором хинолина в форме кремне-12-молибдата хинолина рекомендовано при различных содержаниях оксида кремния. Продолжительность определения 3 часа. Мешают определению фосфор, ванадий, мышьяк.

При осаждении пиридином образуется осадок с низкой растворимостью, хорошо фильтрующийся.

Возможно осаждение амидопирином, гексиламином, триметиламином, диантипирилметан.

3.1.2. Титриметрические методы

Прямое титрование кремневой кислоты неприменимо, так как эта кислота очень слабая и трудно найти подходящий индикатор. В основном титриметрические методы основаны на свойствах кремнемолибденовой кислоты.

3.1.2.1. Окислительно-восстановительное титрование.

Количество восстанавливающего агента, требуемого для восстановления кремнемолибденовой кислоты, пропорционально количеству кремния, идущего на образование гетерополикислоты.

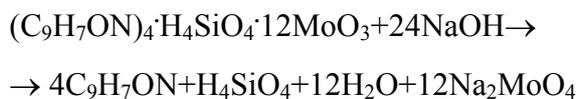
1) Кремнемолибденовую кислоту восстанавливают иодидом калия с последующим титрованием выделившегося иода раствором тиосульфата.

2) Восстановление кремнемолибденовой кислоты с использованием сульфита натрия и последующее титрование восстановленной молибденовой сини раствором перманганата калия. Определению кремния мешают железо и ниобий.

3) Осаждение кремнемолибденовой кислоты оксихинолином и титрование его избытка осадителя бромит-броматным методом. Ошибка метода не превышает 0,2%.

3.1.2.2. Кислотно-основное титрование.

Метод заключается в осаждении кремнемолибденовой кислоты 8-оксихинолином. Осадок растворяют в щелочи, избыток которой оттитровывают.



Определению мешают фосфор, мышьяк, германий.

3.1.2.3. Комплексометрическое титрование.

1) Силикат-ион переводят в кремнемолибденовую кислоту. Ее отделяют экстракцией изоамиловым или бутиловым спиртом, а затем разрушают под действием щелочей, в результате чего образуется молибдат-ион, который определяют комплексометрически. Определению мешают германий, фосфор мышьяк.

2) Второй способ основан на осаждении кремневой кислоты в щелочном ацетоновом растворе в форме $CoSi_4O_9$ раствором $Co(NO_3)_2$. Осадок отделяют, промывают раствором метанола и растворяют в аммиачном растворе ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровывают раствором соли магния.

3.2. Методы определения хрома

3.2.1. Гравиметрические методы определения хрома

3.2.1.1. Осаждение в форме гидроксида хрома (III)[4]

Осадок гидроксида хрома (III) выпадает количественно из растворов солей хрома (III) при действии аммиачного буфера. Осадителем является аммиак: Возможно осаждение органическими осадителями, например, анилином или уротропином.

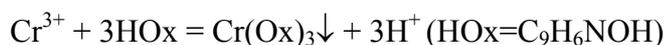


Ионы аммония предотвращают осаждение магния, переход хрома в раствор в виде гидроксокомплексов и способствуют коагуляции коллоидного раствора гидроксида. Выделившийся аморфный осадок промывают на фильтре раствором нитрата аммония и прокаливают при $900^\circ C$ для получения гравиметрической формы – Cr_2O_3 . Под конец тигель следует прокаливать в атмосфере водорода, иначе результаты получаются завышенными вследствие окисления хрома в процессе прокаливания. Мешают определению хрома все ионы, чьи гидроксиды осаждаются в тех же условиях. Метод

совершенно не избирателен и может применяться лишь в тех случаях, когда раствор не содержит посторонних ионов.

3.2.1.2. Осаждение в форме 8-оксихинолината или оксихинальдината

В слабокислом растворе хрома (III) (рН=5-6) при добавлении спиртового раствора оксихинолина происходит реакция:



Кислотность обычно регулируют добавлением раствора аммиака и раствора ацетата аммония. Осаждение проводят медленно и из горячих растворов. Осадок сушат при 105-110°C для получения формы $\text{Cr}(\text{Ox})_3$ или прокаливают при 700-750°C до Cr_2O_3 . Определению не мешают ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} . Из всех гравиметрических методов определения хрома, описанный метод является самым распространенным.

При использовании вместо 8-оксихиналина для осаждения хрома 2-метил-8-оксихинолина (оксихинальдин) специфичность повышается и позволяет определять хром в системах, содержащих Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} и Al^{3+} .

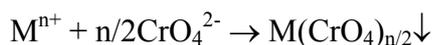
3.2.1.3. Осаждение комплексных фторидов хрома (III).

Стоит упомянуть метод осаждения комплексных фторидов хрома(III) с катионами аммония (типа $(\text{NH}_4)_3\text{CrF}_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Осаждение проводят в щелочных фторидных средах при нагревании, гравиметрическая форма – оксид хрома(III). Метод малораспространен из-за высоких потерь и токсичности выделяющегося при прокаливании фторида аммония.

3.2.1.4. Осаждение хроматов.

В данном методе используют низкую растворимость хроматов бария, стронция, свинца и серебра (возможно также использование в качестве осадителя солей одновалентной ртути).

Суммарная реакция данного метода такова:



Осаждение ведут из щелочных растворов при нагревании. Гравиметрическая форма идентична осаждаемой.

При осаждении в форме хромата серебра не мешают большие количества сульфатов, двукратные количества магния и равные количества $\text{Mn}(\text{II})$, $\text{Fe}(\text{III})$, $\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Ti}(\text{IV})$, Zr , Ni и Co . При этом мешают определению арсенаты, вольфраматы, ванадаты и галогениды.

При использовании в качестве осадителя солей бария (стронция), галогениды не мешают, но мешают сульфаты.

При использовании свинца мешают и галогениды, и сульфаты.

Хроматы можно осаждать декамин-пероксокобальти-кобальтехлоридом. В результате прибавления 10 % раствора реагента выпадает желто-зеленый осадок $[(\text{NH}_3)_5\text{CoO}_2 \text{Co}(\text{NH}_3)_5]_2(\text{Cr}_2\text{O}_3)_5$.

3.2.2. Титриметрические методы определения хрома

Для определения хрома также используется как редокс-титрование, так и комплексонометрия.

Окислительно-восстановительные методы определения хрома основаны на использовании следующего процесса:



В наиболее распространенных методах определения хрома реакция протекает в направлении восстановления бихромат-иона. Рассмотрим некоторые из подобных методов.

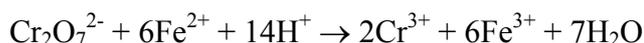
3.2.2.1. Окислительно-восстановительное титрование

В окислительно-восстановительном титровании хрома применяется следующая реакция:

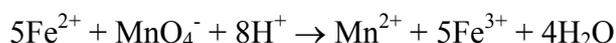


Наиболее распространено титрование кислых растворов хрома (VI) растворами восстановителей, поэтому присутствующие в растворе ионы хрома (III) должны быть предварительно окислены до хрома (VI). В качестве окислителей используют двуокись свинца, хлорную кислоту в присутствии оксида ртути, перманганат калия, висмутат калия, гидроксид кобальта (III), перекись водорода в щелочной среде и персульфат аммония в присутствии нитрата серебра.

Титрование раствором соли Мора.[4, 5] Определение может производиться двумя способами. Первый способ – прямое титрование кислого раствора бихромата раствором соли Мора с дифениламином в качестве индикатора.



Второй – обратное титрование избытка двухвалентного железа перманганатом или бихроматом.



Для проведения определения по этому методу хром(III) предварительно окисляют в растворе до Cr(VI) персульфат-серебряным методом. При этом в растворе протекает реакция:

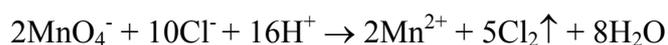


Ионы серебра в процессе окисления играют роль катализатора. Окисление проводят в среде 2н серной кислоты, иногда с добавлением фосфорной кислоты.

Стоит отметить, что в случае присутствия в исходном растворе марганца в указанных условиях образуются перманганат-ионы:



При этом раствор приобретает малиновую окраску. Т.к. перманганат образуется после полного окисления бихромата, появление малиновой окраски говорит о полноте протекания процесса окисления. Иногда к смеси даже специально добавляют соли марганца для своеобразной индикации. Перманганат удаляют нагреванием полученного раствора с твердым хлоридом натрия:



Бихромат в таких условиях не восстанавливается.

В качестве окислителя также можно использовать висмутат натрия (эффективнее всего в азотнокислой среде), гидроксид кобальта (III), пероксид водорода в щелочной среде и пр.

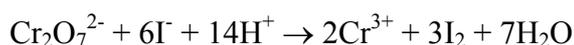
Определению не мешают 100-кратные количества Mn^{2+} и Fe^{3+} , 12-ти кратные Al^{3+} . Более чем 20-ти кратные количества Ni^{2+} и Cu^{2+} , а также 3-х кратные Co^{2+} мешают из-за окраски солей. В 3-9М H_2SO_4 не мешают 10-кратные количества Mo(IV).

Мешают элементы, образующие в таких же условия анионы – окислители (ванадий и т.п.). Эти элементы мешают всем редокс-определениям.

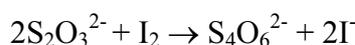
Этот метод определения хрома является наиболее эффективным и лишен существенных недостатков.

Иодометрический метод.[4. 6]

К раствору хромата, предварительно окисленного перманганатом калия, добавляют избыток йодида калия. При этом протекает реакция:



Выделившийся йод оттитровывают тиосульфатом натрия по реакции:



В качестве индикатора используют крахмал, образующий с йодом адсорбционное соединение интенсивно синего цвета. Определению мешают железо, медь, мышьяк,

ванадий, молибден, выделяющие иод в подкисленных растворах иодида калия. Данный метод требует больших затрат времени.

Титрование раствором SnCl_4^{2-} [4].

Данный метод основан на реакции:



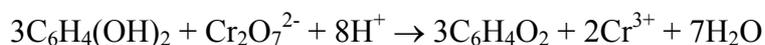
Реакция восстановления происходит количественно и достаточно быстро в солянокислом растворе при комнатной температуре. Обычно бихромат титруют в 3-3,5М HCl в присутствии дифениламина, как индикатора. Основной недостаток данного метода – нестойкость раствора титранта, приводящая к необходимости проводить стандартизацию перед каждым определением.

Титрование раствором пероксида водорода.[4]

Метод основан на восстановлении хроматов избытком раствора пероксида водорода, который потом оттитровывают перманганатом калия. Метод обладает хорошей воспроизводимостью и малой погрешностью.

Титрование раствором гидразина.[4] Данный метод используется лишь при совместном присутствии хрома (IV) и ванадия (V). В других случаях добиться сходимости не удастся. Титрование проводится в присутствии дифениламинсульфоната бария и OsO_4 в качестве катализатора. Мешает определению нитрат-ионы.

Титрование раствором гидрохинона.[4] Данный метод основан на реакции:



В качестве индикаторов можно использовать дифениламин или ферроин. Титрование проводят в сернокислой среде. Основное достоинство данного метода – отсутствие влияния Fe(III) на результаты определения, недостатки – плохая воспроизводимость результатов

3.2.2.2. Комплексометрическое титрование

При pH=4-5 (ацетатный буфер) ион Cr^{3+} образует с ЭДТА устойчивые ($\lg\beta=24$) инертные комплексы CrY^- фиолетового цвета. Т.к. из-за инертности соединения прямое титрование раствором ЭДТА невозможно, то применяют косвенное титрование, заключающееся в добавлении к раствору соли хрома избытка комплексона и оттитровывании избытка ЭДТА растворами солей висмута (III), меди (II), железа (III), никеля(II), свинца(II), цинка (II).

Стоит упомянуть метод определения хрома (III)⁷ в присутствии хрома (VI), основанный на использовании такого комплексона, как транс-1,2-диаминоциклогексантауксусная кислота при pH=3-5. Этот комплексон, в отличие от

ЭДТА, хромом (VI) не окисляется. При этом также используют косвенное титрование (соль Cu (II) с индикатором кальцеином).

3.3. Выводы

На основании проделанного литературного обзора можно сделать выводы о целесообразности определения содержания кремния в образце гравиметрическим методом путем осаждения двуокиси кремния кислотой после сплавления образца с пиросульфатом калия. А определение содержания хрома в образце рационально проводить путем титрования раствором соли Мора, поскольку данные методики наилучшим образом удовлетворяют целям данной работы и составу образца.

4 ВЫПОЛНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА.

4.1. Расчет навески.

Образец содержит примерно 40% хрома и 20% кремния.

Рассчитаем массу навески для титриметрического определения хрома.

$$m_{\text{навески}} = \frac{C_{Cr_2O_3} M_{Cr_2O_3} V_{\text{кол.}} f_{\text{экв}} \cdot 100\%}{\% Cr_2O_3 \cdot 1000} = \frac{0,125 \cdot 151,990 \cdot 50 \cdot \frac{1}{6} \cdot 100\%}{40\% \cdot 1000} \approx 0,392$$

Эта навеска для сплавления с пиросульфатом калия. После обработки кислотой в раствор перейдут хром и железо, а кремний не раствориться и будет определяться гравиметрически.

4.2. Схема количественного анализа.

4.3. Выполнение разложения и растворения навески.

Так как навеска полностью не растворяется ее необходимо сплавлять с пиросульфатом калия.[6] Для этого в фарфоровый тигель насыпали на дно примерно 1г пиросульфата калия, затем навеску массы 0,3715г из стаканчика ($m_{\text{ст+нав}}=14,6143$, $m_{\text{пус ст}}=14,2428$ г), а сверху еще один слой пиросульфата калия 1,5г. Сплавление проводили в

двух тиглях сначала при слабом пламени до вспенивания., затем при сильном до появления белых паров. Обработку проводили около 3 часов.

После охлаждения тигель опустили в стакан с водой и серной кислотой и поставили на песчаную баню. Тигель вынули и промыли, когда плав отошел от стенок тигля. В стакане находился зеленоватый раствор и осадок. В осадке наблюдались черные точки.

4.4. Гравиметрический анализ кремния.

Содержимое стакана дважды упарили на песчаной бане с серной кислотой. Остаток вновь растворили в воде. Не растворившийся осадок отфильтровали на фильтре синяя лента и промыли. Раствор с осадка и промывные воды собрали в чистый стакан. Осадок с фильтром поместили во взвешенный и прокаленный тигель.

$$m_1=13,2267 \text{ г}$$

$$m_2=13,2259 \text{ г}$$

$$m_3=13,2259 \text{ г}$$

Фильтр озолили, осадок прокалили. Масса тигля с осадком составила

$$m_1=13,3166 \text{ г}$$

$$m_2=13,3163 \text{ г}$$

$$m_3=13,3163 \text{ г}$$

Таким образом, масса осадка составила

$$m=0,0904 \text{ г}$$

$$\% SiO_2 = \frac{m_{SiO_2}}{m_{навески}} = 24,33\%$$

4.5 Титриметрическое определение хрома.

Раствор с осадка и промывные воды, оставшиеся после гравиметрического определения кремния, упарили, поместили в колбу и разбавили до 100 мл.

Определение хрома проводили титрованием раствором соли Мора с предварительным окислением хрома персульфатно-(серебряным-) методом.

Реактивы

- нитрат серебра (1% водный раствор),
- персульфат аммония (твердый),
- раствор соли Мора с известной концентрацией ($C_{Fe} = 0,0400M$),
- серная кислота, конц.,
- серная кислота, 2н,
- фосфорная кислота, конц.

- индикатор: дифениламин (1% раствор в серной кислоте, конц.)

Три аликвоты (10 мл) исследуемого раствора поместили в конические колбы на 200 мл, добавили 20 мл 2н серной кислоты, 1,5 мл фосфорной кислоты разбавили 20 мл воды, накрыли часовым стеклом и нагрели на песчаной бане до кипения. В каждую из колб налили по 1 мл нитрата серебра и добавляли твердого персульфата аммония. Все три колбы прокипятили до исчезновения пузырьков кислорода и еще пять минут. К охлажденному раствору добавили по 4 мл серной и фосфорной концентрированных кислот, 2 капли дифениламина и титровали солью Мора до изменения окраски из синей в зеленую.

Результаты титрования:

$$V_1 = 2,17 \text{ мл,}$$

$$V_2 = 2,15 \text{ мл,}$$

$$V_3 = 2,19 \text{ мл.}$$

$$V_{\text{ср}} = 2,17 \text{ мл.}$$

$$C_{\text{Cr}^{3+}} = \frac{c_{\text{FeSO}_4} \cdot V_{\text{FeSO}_4}}{V_{\text{алик}}} = 0,0086 \text{ M}$$

$$\% \text{Cr}_2\text{O}_3 = \frac{c_{\text{Cr}^{3+}} \cdot V_{\text{колб}} \cdot M_{\text{Cr}_2\text{O}_3}}{m_{\text{навески}}} = 35,18 \%$$

Приготовление стандартного раствора бихромата калия. На аналитических весах берем навеску бихромата калия массой 0,4904 г. Навеску растворяем в воде в мерной колбе на 200 мл и доводим до метки.

$$C_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{m_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot 1000}{V_{\text{кол}} \cdot M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot f_{\text{эkv}}} = 0,0500 \text{ M } (\frac{1}{6} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$$

Стандартизация раствора соли Мора.[7]

Использовали готовый раствор соли Мора (0,25M), в котором необходимо установить концентрацию ионов железа. Раствор титровали бихроматом калия.

Реактивы

- стандартный раствор бихромата калия ($C_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 0,0500 \text{ M}, f = \frac{1}{6}$),
- серная кислота, конц.,
- фосфорная кислота, конц.
- индикатор: дифениламин (1% раствор в серной кислоте, конц.)

В коническую колбу 100 мл поместили 5 мл раствора соли Мора. Добавили 4 мл серной кислоты, охладили и добавили 5 мл фосфорной кислоты, 20 мл воды и 2 капли

дифениламина. Раствор титровали стандартным раствором бихроматом калия до появления темно-синей окраски раствора.

$$V_1 = 19,98 \text{ мл,}$$

$$V_2 = 19,96 \text{ мл,}$$

$$V_3 = 20,00 \text{ мл.}$$

$$V_{\text{ср}} = 19,98 \text{ мл.}$$

$$C_{\text{FeSO}_4} = \frac{c_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{алик}}} = 0,1998\text{M}$$

Концентрация раствора соли Мора очень большая, поэтому для удобства использования раствор разбавили в 5 раз. Для этого в колбу 50 мл пипеткой перенесли 10 мл раствора соли Мора и разбавили водой до метки. Таким образом, концентрация раствора стала $c=0,0400\text{M}$

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведен качественный анализ образца. Проведено количественное кремния и хрома в образце.

$$\omega(\text{SiO}_2) = 24,43\%$$

$$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 35,18\%$$

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Методы обнаружения и разделения элементов (практическое руководство) под ред. И.М.Алимарина. М.:МГУ. 1984, с.126-150.
2. Мышляева Л.В., Краснощекоев В.В. Аналитическая химия кремния. М.:Наука. 1972, с.51 –61, с.66 –75.
3. Алимарин И.П., Фрид Б.Н., Количественный микрохимический анализ минералов и руд. М.; Госхимиздат, 1961, с.132.
4. Лаврухина А.К., Юкина Л.В. Аналитическая химия хрома. М.:Наука, 1979, с.30-35.
5. Дымов А.М. Технический анализ руд и металлов. М.: Металлургиздат, 1949, с.192.
6. Анализ минерального сырья. Под ред. Книпович Ю.Н., Морачевского Ю.В. Л.: Госхимиздат. 1959, с.386.
7. Белявская Т.А. Практическое руководство по гравиметрии и титриметрии. М.:Ньюдиамед. 1996, с.38-39, с.156.