

## ХИМИЯ В ИСТОРИИ МОНЕТ

Сорокина Т.Е.

*с. Сеченово, МБОУ Сеченовская средняя школа, 10 «Б» класс*

*Руководитель: Шишканова В.К., с. Сеченово, МБОУ Сеченовская средняя школа,  
учитель химии высшей квалификационной категории*

*Изучение монет проливает свет на искусство, промышленность и быт древних и пополняет наши сведения о лицах, событиях и хронологии минувших эпох.*

Брокгауз

Тема исследования была вызвана проблемой ситуацией – необходимостью очистки найденных старинных монет.

Цель моего исследования: доказать, что существует взаимосвязь химической науки с нумизматикой.

Объекты моего исследования: монеты прошлых лет.

Гипотеза: очистка монет зависит от состава, степени ее сохранности, характера загрязнений.

Задачи исследования:

1. Изучить литературу, интернет – источники по данной теме.
2. Выяснить, что изучает нумизматика.
3. Узнать, какие металлы и сплавы используют для получения монет.
4. На практике доказать взаимосвязь химии с нумизматикой.

Методами моего исследования стали: изучение литературы, сравнение, анализ, эксперимент.

### 1. Что изучает нумизматика?

Нумизматика – историческая наука, изучающая монеты; на латыни *numisma* и есть «монета». Слово же *Moneta* у римлян служило эпитетом богини Юноны (как у греков эпитет Паллада для богини Афины). Рядом с храмом Юноны в Риме находился монетный двор, на изделия которого со временем и перешло одно из имен богини. От него произошли и «портмоне», и английское слово *money*. С тех пор как появились монеты (а произошло это 27 веков назад), их изготовление неразрывно связано с искусством очистки и переработки металлов и сплавов, то есть с химией. Конечно, когда-то не было ни химии, ни химиков. Но мастера методом проб и ошибок находили способы очистки монетных металлов, проверки их качества, придания свойств, способствующих качественной чеканке.

Со временем чеканка монет как дело исключительной государственной важности была поставлена на строгую научную осно-

ву. Достаточно сказать, что в течение многих лет смотрителем, а затем и директором английского Монетного двора был великий физик Исаак Ньютон. На некоторых современных монетах (как и на почтовых марках) можно увидеть и портреты химиков. Химические знания помогают также восстанавливать редкие монеты, найденные в кладях и представляющие интерес для историков. А некоторые химические особенности монет помогают учителям химии. Так что у нумизматики и у химии много общего.

Монеты не только материальная ценность, они – проявление связи времен, исторического наследия народа. Важно знать, из чего сделана монета, и в связи с этим применять различные способы очистки. Медные монеты наряду с механической обработкой должны пройти путь химической очистки. В процессе проведения эксперимента мы убедились в больших возможностях химии, ее важном прикладном значении, увидели, как тесно переплетаются различные науки друг с другом.

## 2. Монетные металлы

### 2.1. Золото, серебро

Старый анекдот

Учитель: Я опускаю золотую монету в азотную кислоту – растворится ли она?

Ученик: Конечно нет, господин учитель! Ведь если бы она растворилась, вы бы ее ни за что туда не опустили!

Сегодняшний учитель химии редко имеет возможность продемонстрировать устойчивость золотой монеты к азотной кислоте: в последний раз такие монеты («никлаевские десятки») выпускались в нашей стране в массовое обращение в 1911 г. Правда, в 1923 г. были отчеканены золотые червонцы (на них изображен крестьянин-сеятель), но их использовали в основном для расчета с границей. Копии таких монет чеканились у нас также в 1975–1981 гг. Это так называемые инвестиционные монеты – их цена близка к стоимости содержащегося в них золота (7,74 г), и они используются как способ вложения денег. Из драгоценных металлов сейчас чеканят в основном памятные и юбилейные монеты; они выпускаются для коллекционеров и не предназначены

для обращения. Очень красивые, например, полированные монеты из серебра, золота и платины, впервые выпущенные у нас в 1977–1980 гг. и посвященные Олимпийским играм в Москве. Какие же металлы используются для изготовления монет? С древних времен для чеканки использовали золото, серебро и медь, которые на много веков стали основными монетными металлами. Золото образует самородки, иногда довольно крупные, имеет привлекательный внешний вид, так что неудивительно, что золото было первым металлом, с которым познакомился человек. Серебро также встречается в виде самородков; кроме того, этот благородный металл несложно выплавить из его руд. В природе встречается сплав золота и серебра, который греки называли электроном, а римляне – электрумом. Этот сплав содержит до 30 % серебра и имеет белый или светло-желтый цвет. Считают, что из этого сплава в Лидийском царстве (VII в. до н. э.) были отчеканены первые в истории монеты. Затем появились монеты из золота и серебра. Относительно дешевая медь стала третьим основным монетным металлом.

Золото и серебро химически инертны, не подвержены коррозии и могут сохраняться очень долго. Но в чистом виде эти металлы слишком мягки, легко истираются и потому не годятся ни для каких изделий, в том числе и для монет. Однако уже небольшие добавки других металлов (их называют лигатурными) придают изделиям из золота и серебра достаточную твердость. Чаще всего золото сплавляют с серебром и медью, а серебро – с медью. Такой сплав намного тверже чистого металла.

Содержание драгоценного металла в сплаве называется пробой. Пробы на золотых изделиях появились очень давно. В России они были введены указом Петра I в 1700 г.: проба выражалась числом долей чистого серебра или золота в 1 золотнике сплава (1 фунт = 96 золотников, 1 золотник = 96 долям = 4,266 г, 1 доля = 0,04443 г).

В 1926 г. в СССР была принята метрическая проба. Дореволюционные золотые монеты достоинством 7,5, 10 и 15 рублей с профилем Николая II имели необычную для нас пробу  $86 \frac{2}{5}$ . Перевод на современную пробу дает  $(86,4/96)1000 = 900$ . То есть эти монеты (как и советские червонцы) содержат ровно 90 % чистого золота. Более высокая проба встречается редко и только у золотых монет, которые меньше подвергаются истиранию, так как не являются ходовыми. В некоторых странах до сих пор используют так называемую каратную пробу, изобретенную в Англии примерно в 1300 г. Чистое золото, соответствует 24 каратам (24 К).

Чтобы узнать содержание золота в сплаве, ювелиры используют пробирный камень – черный камень с отшлифованной матовой поверхностью. Изделием проводят по камню, а оставшийся штрих обрабатывают специальными растворами. Например, концентрированная азотная кислота полностью растворяет след от золотого сплава, если его проба меньше 333. Если штрих окрасился в коричневый цвет, проба золота – от 333 до 500, а если изменений не было – больше 500. Коричневый след – это мелкодробленое золото, оставшееся после растворения других металлов (меди, серебра) в сплаве. С помощью смесей азотной и соляной кислот можно быстро определить приблизительное содержание золота в сплавах с пробой от 160 до 1000.

Для более точного определения пробы используют сравнение цвета штрихов, оставленных испытуемым изделием и специальной пробирной иглой.

Что такое червонное золото? Химически чистое золото имеет желтый цвет. Червонный (т. е. красный) цвет придает золоту, например, медь при определенном ее содержании в сплаве. Так, в XX томе изданной в 1905 г. энциклопедии под редакцией Ю.Н. Южакова сказано: «Червонное золото – сплав золота с медью в отношении 9: 1, употребляется для чеканки монет».

## 2.2. Платина

Другие металлы, кроме золота, серебра и меди, использовались для чеканки монет редко. Однако был в истории России период (с 1828 по 1845 гг.), когда были выпущены для обращения платиновые монеты достоинством 3, 6 и 12 рублей, причем большими тиражами – всего было отчеканено почти 1,5 миллиона монет, что является уникальным явлением в мировой практике. Объясняется это добычей на уральских рудниках большого количества платины, которая не находила в те годы промышленного применения и потому стоила относительно недорого (известны случаи подделок золотых монет тяжелой платиной). Владельцы же рудников – Демидовы извлекали большую выгоду от продажи своей платины правительству. В 1845 г. по настоянию нового министра финансов чеканка платиновых монет была прекращена, а все монеты были срочно изъяты из обращения. Причины этой панической меры называют разные. По одной версии, боялись подделки этих монет за границей (где платина была якобы дешевле) и их тайный ввоз в Россию. Однако ни одной поддельной монеты среди изъятых из обращения не обнаружили. По другой версии, более правдоподобной,

спрос на платину и ее цена в Европе выросли настолько, что металл в монетах стал дороже их номинала. Но тогда уже следовало бояться другого: тайного вывоза монет из России, их переплавки и продажу слитков. Майкл Фарадей на своей популярной лекции о платине, прочитанной в Лондоне 22 февраля 1861 г., показывал русские платиновые монеты. Проанализировав их состав, он нашел, что в монетах содержится 97 % платины. Фарадей отдал должное российским мастерам, сумевшим отчеканить монеты из недостаточно очищенной и потому довольно хрупкой платины.

### 2.3. Никель

Никель в качестве четвертого монетного металла появился только в XIX веке в США и Западной Европе. Этот металл был открыт в 1751 г., и 200-летие этого события было отмечено в Канаде выпуском никелевой пятицентовой монеты. Монеты из никеля красивые, блестят как серебряные, устойчивы к истиранию и коррозии. В 1863 г. в Брюсселе были отчеканены для России образцы двухкопеечных никелевых монет. Однако заказ на массовую чеканку таких монет в Бельгию так и не поступил. Несмотря на достоинства, есть у этого металла и недостатки. Никель дорог – в несколько раз дороже меди, плавится лишь при 1466 °С (медь – почти на 400 °С ниже). Со временем обнаружилась еще одна неприятная особенность этого металла: у людей, имеющих дело с большим количеством никелевой монеты, в частности у кассирш, нередко обнаруживалась повышенная чувствительность – никелевая аллергия, которая может проявляться, например, в виде кожного заболевания экземы. Интересно, что подвержены такой аллергии чаще всего женщины. Поэтому обычно для чеканки монет используют медно-никелевый сплав. Но до сих пор американцы называют свои блестящие пятицентовые монетки «никелями» (nickels), хотя никеля в них только 25 %, остальное – медь.

### 2.4. Медь

В 1982 г. в Италии придумали делать так называемые биметаллические монеты. Такие монеты в том же году начали чеканить в Ватикане и Сан-Марино. Прошло немного времени, и многие страны, в том числе и Россия, переняли это изобретение. А во Франции в 1992 г. выпустили триметаллическую монету! Внешнее кольцо и центральный диск у нее были светлые, из медно-никелевого сплава, а внутреннее кольцо – бронзовое. Многие видели привезенные из стран Еврзоны новые монеты. Из чего они сделаны? Мелкие монеты достоинством 1, 2 и

5 центов отчеканены из стали, поэтому они притягиваются магнитом. Красный цвет им придает медь, которой плакированы монеты. Плакировка – способ покрытия одного металла тонким слоем другого путем прокатки двух- или трехслойного пакета, составленного из этих металлов. Массовая доля меди у них составляет примерно 5,5 %. Причин для выбора медного покрытия было несколько. Прежде всего, «медный» вид мелкой монеты привычен европейцам с античных времен, когда в Риме чеканилось множество медных монет разных номиналов. В США и Англии с давних пор наиболее популярные монетки – пенни – чеканились из меди. Медь – единственный металл (кроме золота), цвет которого отличается от обычного серого. Кроме того, медь – очень практичный для монет металл. Она достаточно тверда, легко прокатывается в тонкие листы, хорошо штампуются, что позволяет передавать на монетах самые тонкие детали, противостоит коррозии, имеет хороший внешний вид. Во время штамповки медные монеты приобретают дополнительную твердость, так что, по оценкам специалистов, они проживут лет тридцать. Так как медь не ржавеет, ее легко использовать вторично.

Электропроводность меди и некоторые другие ее свойства таковы, что этот металл оставляет свою уникальную «подпись» в торговых автоматах и машинах для подсчета и сортировки монет. Различные добавки в медных сплавах могут изменять электропроводность в широких пределах. Но для каждого сплава, используемого в монетах, эта электропроводность в точности известна, так что автомат легко на нее настроить.

Наконец, при выборе меди учли, что монеты, переходя тысячи раз из рук в руки, могут быть разносчиками болезнетворных бактерий. Медь же обладает антибактериальными свойствами; кроме того, она не вызывает аллергических реакций.

## 3. Практическая часть

### 3.1. Медная монета Елизаветы Петровны (1757 – 1762 годы)

Мы установили, что наша монета относится к периоду правления Елизаветы Петровны. У нашей монеты не просматривается номинал, год выпуска (17..), аверс сильно поврежден, с трудом виден герб (двуглавый орел), плохо сохранился гурт монеты. К власти Елизавета Петровна пришла в 1741 году в результате государственного переворота. В период ее правления, который длился 20 лет, было выпущено большое количество монет. На сегодняшний день они представляют невероятно высокую ценность для ну-

мизматов во всем мире. Елизавета Петровна особое внимание уделяла дизайну монет, в частности, своему портрету. Для подготовки штампов она приглашала известных мастеров со всего мира. Были случаи, когда монеты изымались из оборота только потому, что портрет на них не нравился Императрице. Указ от 8 апреля 1757 г. вводит эту норму для двухкопеечника, копейки, денги и полушки, а указ от 14 января 1758 г. добавляет к ним пятикопеечник. Копейки предыдущего типа, вместе с оставшимися крестовыми пятаками, теперь перечеканиваются в двухкопеечники нового образца. Этот проект, выдвинутый П.И.Шуваловым, доказал свою эффективность, и 16-рублевая стопа продержалась до 1810 г.

Гурт (от нем. Gurt ремень, пояс) – ребро монет, монетовидных жетонов, медалей и так далее. Различают неоформленные и оформленные гурты.

Аверс (фр. avers, лат. adversus – «обращенный лицом») – лицевая, главная сторона монеты. Общепринятым в современных монетных каталогах считается определение аверса по следующим признакам по убыванию важности: портрет, герб, легенда.

Ревёрс (лат. revertor – «поворачиваю назад») – оборотная сторона монеты, противоположная аверсу.

Во времена царствования Елизаветы Петровны в 1758 году началась массовая чеканка пятаков. Чеканились они в течение пяти лет – по 1762 год.

На аверсе (Приложение 1) медной монеты достоинством в 5 копеек 1758 года в середине-изображение герба Российской империи – двуглавого орла, над которым три императорских короны – одна большая и две маленькие. В руках орла скипетр и держава. На груди московский герб, на котором изображен Святой великомученик Георгий Победоносец без мантии, который поражает крылатого дракона копьем.

На реверсе (Приложение 1) монеты вензель Елизаветы Петровны, над которым императорская корона. По двум сторонам вензеля год выпуска, который разбит на две части – 17 и 58. Вокруг вензеля венки из дубовых и лавровых веток, внизу связанный лентой. 5 копеечные монеты начали чеканить при Елизавете еще в 1757 году согласно именному указу императрицы, но все монеты этого года являются пробными.

Материал:	медь
Тираж:	17,6 млн
Вес:	51,19 грамм
Гурт: сетка	

### Чеканка по монетным дворам

1757 год – Екатеринбург, Москва, Семеновский завод;

1758 год – Екатеринбург, Москва,

1759 год – Екатеринбург, Москва,

1760 год – Екатеринбург, Москва;

1761 год – Екатеринбург; Москва;

1762 год – Екатеринбург.

#### 3.1.1. Чистка монеты



Способ чистки монет зависит от металла, из которого сделана монета и от характера загрязнений, однако существуют способы, которые в определенной степени подходят для всех металлических монет. Наша монета медная. Для чистки монет мы воспользовались книгой А. К. Маркова «О чистке древних монет» 1908 года. Автор книги отмечает, что медные монеты более подвержены воздействию окружающей среды, чем серебряные. До очистки взвесила монету. Ее масса 50,61 г. (потеря в массе составила 51,19 – 50,61 = 0,58 г.)

Соли углекислой меди – это зеленые карбонаты меди. Удаляла зеленый налет сульфидом меди путем: в вытяжном шкафу опаливала монету в верхнем слое пламени спиртовки. От опаливания углекислая медь разлагается на углекислый газ, воду и порошкообразную окись меди, которую удаляла щеткой и плотной тканью.  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Углекислый свинец (бледно-желтоватый налет) удаляла 10% раствором уксусной кислоты:  $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PbCO}_3 = \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ . При ее использовании необходимо помнить, что это опасный реактив и необходимо ознакомиться с техникой безопасности ее применения. Опускала монету в 10% раствор уксусной кислоты на 24 часа. После окончания процесса, монету достали и смыли кислоту водой. Монета стала розового цвета, более четко видны аверс и реверс монеты. Предположения по датам выпуска монет, принадлежность ее к российскому государству подтвердилась. Не смотря на всю простоту описанного процесса, есть одна очень важная особенность чистки медных монет

с помощью кислоты. Пренебрежение этой особенностью может полностью испортить монету. Любая медная монета состоит не только из меди, но и из случайных примесей, которые не были удалены в процессе очистки сплава. Обычно основной частью этих примесей является цинк, который в малых концентрациях без проблем растворяется в медном сплаве. В процессе растворения карбонатов меди, раствор кислоты насыщается ацетатами меди, а карбонатная основа разлагается на кислород и углекислый газ, которые уходят из раствора в виде пузырьков в воздух. Однако в этот момент ваша монета начинает портиться. Цинк, находящийся в монете в виде примеси, является более активным металлом, чем медь и на поверхности монеты начинается окислительно-восстановительная реакция. Цинк начинает вытеснять медь из ацетатов меди, образуя ацетат цинка, в тоже время медь начинает восстанавливаться в своем первоначальном металлическом виде на поверхности монеты, где до этого были атомы цинка.

Монета покрылась шероховатым розовым налетом из чистой меди, который портит внешний вид монеты.

### 3.1.2. Образование патины

Пatina – слой окислов, образующихся на поверхности металла под воздействием кислорода, углерода, кислот и солей. Она не портит монету, а даже наоборот сохраняет ее. Патина считается красивой и ценной, ее наличие часто является свидетельством подлинности. Патина как бы консервирует монету, так что удалять ее не рекомендуется. После очистки медной монеты создала на ней искусственную патину, поместив ее в раствор 50 г медного купороса и 5 г марганцовокислого калия на 1 литр воды, нагрев его до температуры 70-80°C и продержав там до получения нужного цвета. На аверсе монеты стал виден герб и год выпуска (1761). После очистки монету взвесили, ее масса 50,1 г. (50,61 – 50,1 = 0,51г).

## 3.2. Монета Николая I

### Описание монеты 2 копейки 1826 г. ЕМ ИК. Николай I



**Аверс** (Приложение 2): в середине двуглавый орел с поднятыми крыльями, увенчанный тремя коронами, на груди орла герб Москвы, окруженный цепью Ордена Святого Андрея Первозванного, в левой лапе скипетр, в правой держава, слева и справа под хвостом инициалы минцмейстера «ИК» (Иван Колобов), ниже год выпуска «1826.», по краю монеты зубчатый ободок.



**Реверс** (Приложение 2): вдоль края монеты зубчатый ободок, в центре вверху императорская корона, под ней номинал «2», ниже надпись «КОПЕЙ», ниже продолжение «КИ.». Слева вдоль края лавровая ветвь, справа дубовая, внизу ветви соединяются и перевязаны лентой, над ней обозначение монетного двора «ЕМ», выше него прямая черта.

**Гурт:** гладкий.

**Буквы:** ЕМ ИК

**Монетный двор:** Екатеринбургский

**Тираж:** 50 450 000 шт.

**Металл:** медь

**Масса:** 13,65 г.

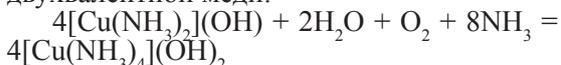
**Диаметр:** 30 мм

У нашей монеты можно установить номинал (2 копейки) и производителя (Екатеринбургский монетный двор ЕМ ИК). На аверсе монеты видны герб и год выпуска (1826). Гурт гладкий.

### 3.2.1. Чистка монеты из меди нашатырным спиртом

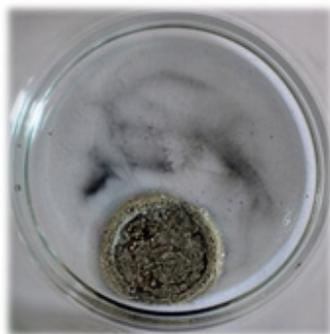
Для очистки от окиси меди – налета вишнево-красного цвета использовала продажный нашатырный спирт, предварительно разбавив его двойным количеством воды. Нашатырный спирт обладает резким запахом, поэтому нужно быть предельно аккуратным. В емкость налила раствор аммиака и туда опустила монету. Это вещество в соприкосновении с воздухом действует на металл разрушительно, поэтому погружать в него монету надо целиком. Монету нельзя вытаскивать из раствора! На воздухе монета, облитая аммиаком, может просто испортиться! В водных растворах аммиака оксид меди (I) образует бесцветный гидроксид диаммин меди (I):  $Cu_2O + 4NH_3 + H_2O = 2[Cu(NH_3)_2]OH$ .

Раствор постепенно окрашивается в синий цвет. Аммиачный комплекс одновалентной меди легко окисляется кислородом воздуха до синего аммиачного комплекса двухвалентной меди:



Когда процесс очистки закончен, доливали в раствор аммиака воды до тех пор, пока его концентрация не стала достаточно малой. Затем монету промыла и провела механическую очистку. Аверс и реверс приобрели более четкие контуры. После очистки медной монеты создала на ней искусственную пагину. Ее масса стала равной 15,52 г (увеличилась на:  $15,52 - 15,32 = 0,2$  г).

### 3.3. 1 копейка 1966 года



Металл: медно-цинковый сплав

Масса: 1 г.

Диаметр: 15 мм.

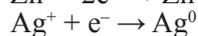
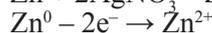
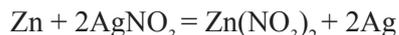
Толщина: 0,9 мм.

Аверс (Приложение 3): изображен государственный герб СССР – в центре герба изображены серп и молот, на их фоне земной шар. Снизу земной шар освещают лучи солнца, верхняя четверть которого появляется над местом соединения стеблей пшеницы. Колосья разделены на одинаковые связки, обрамляющие Землю, они обвиты лентой, таких перевязей 15 штук – равно количеству республик. Кончики колосьев сближаются друг к другу и между ними находится звезда. Аббревиатура государства «СССР» размещена под гербом.

Реверс (Приложение 3): в центре изображен номинал; под цифрой номинала – название номинала, под ним указан год выпуска. По окружности монеты, вдоль канта размещается незамкнутый веночек. Колосья пшеницы венка внизу декорированы ракушкой, а чуть выше перекрыты листьями дуба.

Гурт: рубчатый.

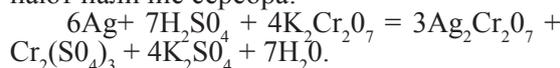
Поместила 1 копейку 1966г. в раствор нитрата серебра. Цинк вытеснил серебро из соли. Наблюдала осаждение серебра на монетке. Протекает окислительно – восстановительный процесс.



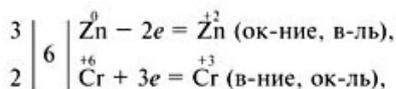
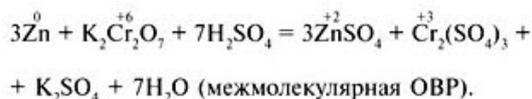
Частично протекала реакция:  $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

Монета состоит из медно-цинкового сплава. Все определяется положением вытеснителя и вытесняемого металла в электрохимическом ряду напряжения металлов. Чем больше расстояние между ними в этом ряду, тем более вероятен процесс между ними. В первую очередь цинк вытесняет серебро:  $\text{Zn} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ . Медь так же вытесняет серебро:  $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ . Гидратированные ионы меди окрашивают раствор в голубой цвет. Цинк начинает вытеснять медь:  $\text{Zn} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$ . Порошок пудра серебра очень быстро «ловит» сероводород из воздуха (и другие загрязнители тоже). После некоторого времени красивый порошок потемнел. Наличие серебра можно доказать подкисленным раствором дихромата калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

В этом случае серебро переходит в нерастворимый дихромат серебра  $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ярко-красного цвета, по которому и распознают наличие серебра:



Если серебра меньше 25%, то дихромат серебра не образуется. Наличие дихромата серебра не наблюдала. Возможна реакция, в результате которой образуются соли хрома (III). Они имеют зеленую окраску.



### 3.4. Опыт с американскими центами

Взяла три одноцентовые монетки Первая монета служит образцом. Две другие монеты опустила в стакан с концентрированным раствором щелочи с мелкими гранулами цинка на дне и осторожно нагрела. Довольно скоро медные монеты становятся «серебряными» – они покрываются тонким блестящим слоем цинка. С помощью щипцов монеты осторожно вынула из чашечки и промыла водой. Одну из них высушила, а вторую, держа щипцами, внесла на несколько секунд в верхнюю часть пламени спиртовки. Проис-

ходит настоящее чудо: «серебряная» монета превращается в «золотую»! Не такой ли опыт показывали средневековые шарлатаны, превращавшие на глазах у изумленной публики «серебряные» монеты в «золотые»? (Правда, им проще было амальгамировать золотую монету, то есть покрыть ее тонким слоем ртути, а затем сильно нагреть: при высокой температуре ртуть быстро испаряется.) Полученную «золотую» монету сразу же охлаждают водой, чтобы предотвратить окисление ее поверхности.

Почему монета из «серебряной» становится «золотой», объяснить просто: при высокой температуре атомы цинка движутся (диффундируют) внутрь поверхности меди, образуя сплав меди с цинком – латунь, по цвету очень напоминающий золото. Следует только учесть, что цинк при высокой температуре летуч, и если монету перегреть, он начнет испаряться с поверхности, а латунь будет окисляться, так что опыт не получится. А вот объяснить, почему цинк в щелочной среде осаждается на меди, намного сложнее. (При нагревании цинк отдает свои электроны меди – она заряжается отрицательно и притягивает на свою поверхность ионы цинка из раствора. Цинк восстанавливается на поверхности монеты, и создается ощущение, что она стала серебряной.) Даже сотрудник Центральной технической школы в Торонто (Канада) А. Т. Натан, описавший этот эксперимент с центами, не знал ответа. Чтобы объяснить это необычное явление, группа американских химиков из Буффало (штат Нью-Йорк) провела специальное научное исследование, объяснение которого далеко выходит за рамки школьной программы. Опыт одинаково хорошо получается с центами, выпущенными как до, так и после 1992 г. С нашими «медяками» (алюминиевая бронза до 1961 г. или медно-цинковый сплав для монет 1961–1991 гг.) опыт тоже получается, хотя и не так хорошо. После опыта хорошо помойте руки с мылом. Соблюдайте технику безопасности при работе с огнем и нагревательными приборами.

**Приложение 1**

Медная монета Елизаветы Петровны  
(1757 – 1762 годы)



**Приложение 2**

Монета Николая I



**Приложение 3**

1 копейка 1966 года



### Заключение

Таким образом, изучив, специализированную литературу по теме, опираясь на полученные данные в ходе исследования, можно сделать следующие выводы:

- наука о монетах раскрывает возможности изучения видоизменения системы мер, свойств металлов и сплавов;

- ценность монет определяется не только использованием драгоценных металлов (золота и серебра), но нумизматической ценностью (редкостью монет, исторической ценностью);

- способы очистки монет проводятся на основании знаний о составе исходного сплава и природы химического загрязнения;

- взаимосвязи химии и нумизматики, на основании изученного вопроса, очевидна, и требует дальнейших исследований.

Процесс изучения проблемы показал возможности химической науки, ее прикладное значение. Я убедилась в том, что различные науки тесно переплетаются друг с другом. Желание узнать, что это за монеты привело к такой науке как нумизматика, а необходимость в очистке монет к расширению знаний по химии. Благодаря исследованиям я познакомилась с новым материалом, на практике провела способы очистки монет.

### Список литературы

1. Леенсон И. Занимательная химия для детей и взрослых. – Издательство: Аванта+, 2013 г.
2. Марков А. Очистка древних монет. – С.-Петербург, Императорская Академия наук, 1908. – 17с.
3. <https://melscience.com/ru/articles/eksperiment-zoloto-alhimika/>
4. <http://khimie.ru/himiya-elementov/monetyi-na-urokah-himii>
5. <http://sovmint.ru/metody-ochistki-mednyx-monet-i-izdelij-iz-medi/>