

Методические рекомендации к образовательному модулю «Нанотехнологии в сфере искусства»

Введение

Модуль направлен на изучение возможностей нанотехнологий в сфере искусства. Тема эта многогранна и может быть осмыслена в самых разных вариантах. Одним из подходов мог бы стать анализ фотографий нанообъектов (нанопроволок, вискеров и т.д.) с эстетической точки зрения. В некоторых течениях модернизма, вдохновленных абстрактным экспрессионизмом Поллока, иначе называемым живописью действия, художественный объект создается энергичным движением художника с кистью вокруг холста (Рис. 1) или иными динамичными методами (кинетическое искусство). Таким образом, можно говорить об уникальности объекта в силу случайного распределения на плоскости холста или в пространстве отдельных цветных линий и пятен при заданном заранее векторе движения кисти (у Поллака) или мобиля (в кинетическом искусстве). С этой точки зрения, образование кристаллов и двух- и трехмерных нанообъектов также характеризуется неким заранее заданным вектором (под которым мы понимаем термодинамически наиболее выгодные структуры) и рандомным их размещением в пространстве (Рис. 2). Это делает возможным эстетический анализ нанообъектов по их микрофотографиям. Однако такой подход целиком уводит нас от естественно-научного восприятия объектов в сторону чистой эстетики.

В рамках данного модуля мы предлагаем учителю работу как с веществами и материалами, которые учащиеся создают самостоятельно, а также с историческими и художественными объектами, которые они анализируют. Все это предполагает прежде всего экспериментальную работу учащихся, а не абстрактное созерцание.

Другими словами, мы предлагаем Вашему вниманию модуль, рассказывающий популярно о продуктах нанотехнологий и предоставляющий учащимся возможность проведения самостоятельных опытов и испытаний материалов, в том числе и художественных.

Модуль насыщен информацией и требует активной роли школьника на протяжении всего времени реализации. В то же время, длится он всего 6 часов. Этого времени недостаточно для освоения техники лабораторной работы и работы с приборами. Поэтому мы исходим из того, что с приборами и лабораторной базой школьников познакомили заранее. Они уже имеют опыт работы с микроскопом, простейшие лабораторные навыки и т.д.

Образовательные задачи

Модуль ориентирован на школьников 8 – 11 классов, имеющих устойчивые базовые знания по химии, физике и проявляющими интерес к сфере искусства. Он состоит из трех занятий, продолжительность каждого занятия 2 часа.


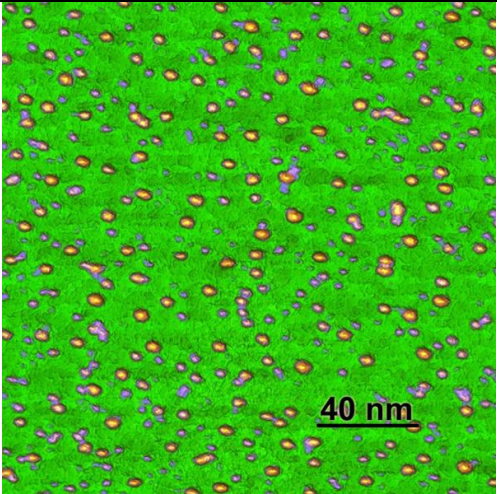
Рабочие идеи модуля:

- знакомство школьников, занимающихся искусством, с нанотехнологиями, применяемыми в сфере искусства, искусствоведения;
- самостоятельное создание\изготовление наноматериалов, обладающих в той или иной степени эстетической составляющей;
- знакомство с микрообъектами живой и неживой природы, обладающих эстетической «ценностью».

Приступая к реализации данного модуля, педагог должен учитывать, что к его реализации приступают учащиеся, в дальнейшем не планирующие заниматься естественнонаучными дисциплинами. В связи с этим мы видим «сверхзадачу» модуля в том, чтобы познакомить школьников с нанотехнологиями, но не напрямую, а косвенно, через «нанотехнологические» продукты и их возможности.

Образовательные задачи, решаемые посредством данного модуля, предполагают:

- углубление знаний в области неорганических веществ, наноматериалов, нанотехнологий;
- знакомство с историческими и художественными объектами, в том числе их изучение посредством доступных методов;
- освоение комплексного анализа исторического или художественного объекта, совмещающего в себе естественного-научный, исторический и художественный взгляды;
- приобретение навыков экспериментальной работы в лаборатории;
- развитие навыков коллективной работы;
- эстетическое воспитание учащихся.

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Рис. 1. Джексон Поллок. Номер 8 (фрагмент), 1949 г. Музей искусств Перчейз-колледжа в Нью-Йорке</p> | <p>Рис. 2. Быков Андрей Андреевич, Лисов Евгений Валерьевич. Рельеф наночастиц коллоидного серебра на поверхности слюды. сканирующий зондовый микроскоп модели "Open" производства НТ-МДТ, Зеленоград. Размер поля сканирования: 200x200 нм.</p> |

http://www.nanometer.ru/2016/05/11/14629820676365_521760.html

Комментарии к видам работ

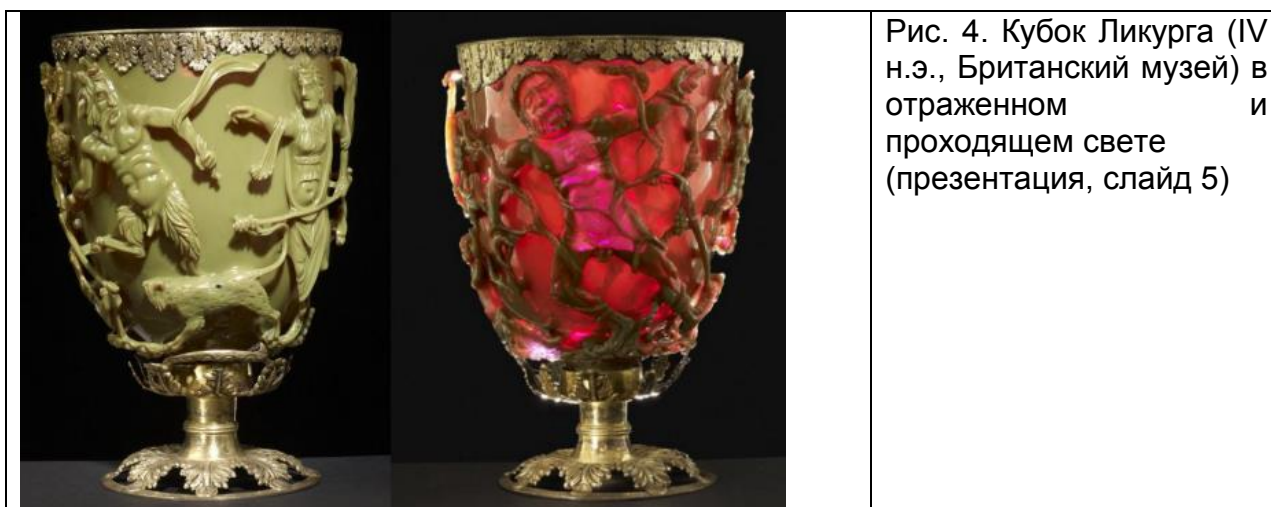
Часть 1. «Наведение окраски силикатных стекол, окрашенных наночастицами золота», 2 часа.

Начало работы посвящено обсуждению фотографий (лабораторный журнал, слайд презентации №№ 2-3).

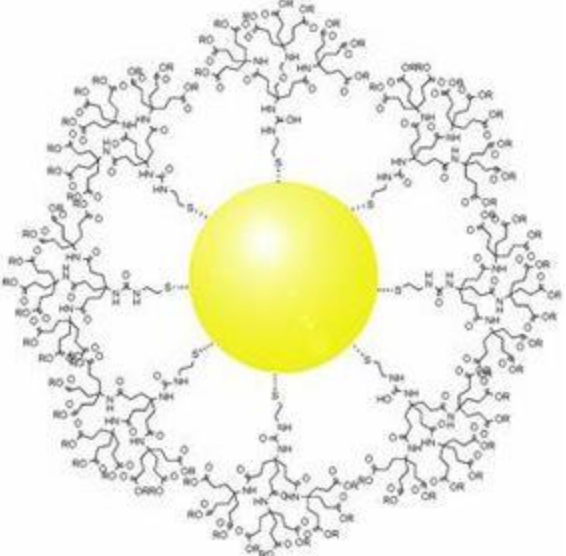
Далее, в первой части модуля учащиеся узнают о процессе варки стекол и их окрашивании ионными и коллоидными красителями, познакомятся с фотоматериалами, иллюстрирующими многообразие окрасок стекол. С этой целью, учителю, планирующему проведение данной работы, следует заранее подобрать видеоряд из доступных ему объектов художественного стекла, имеющих ту или иную характерную окраску.

Текст, посвященный причинам той или иной окраски стекол представлен в рабочей тетради школьника, **приложение 1**.

Более подробно данный материал представлен на лекции, прочитанной автором концепции в Образовательном Центре Сириус в октябре 2016 г (https://sochisirius.ru/video_lectures/9).



Отдельно следует рассказать о глушеных (смальтовых) стеклах, об эмалях, используемых в ювелирном деле, о красках на фарфоре и фаянсе, которые также представляют собой стекла. Глушеные стекла содержат в себе кристаллические или аморфные частицы (в том числе и наночастицы), диспергированные в стеклофазе. Глушение могут вызывать также мельчайшие капельки стекла другого состава, распределенные в матрице стеклофазы (результат ликвации в жидком состоянии) или мельчайшие пузырьки газа. Эмали представляют собой легкоплавкие стекла с высокой вязкостью, которые при нанесении на поверхность стекла, керамики, металла образуют слой, выступающий над поверхностью. В этом эмали и эмалевые краски отличаются от глазурей и муфельных красок для фарфора и фаянса, которые при муфельном обжиге распределяются по поверхности тонким слоем.

| | |
|---|---|
|  | <p>Отдельно следует рассказать учащимся о наночастицах металлов и путях их стабилизации. Такая стабилизация возможна в растворах, расплавах и в стеклах. Благодаря высокому сродству атомов золота к сере, для стабилизации золей золота часто используют органические вещества с сульфгидрильными группами. (презентация, слайд 6)</p> |
| <p>Рис. 5. Наночастица золота, стабилизированная органическими молекулами с сульфгидрильными группами</p> | |

Для проведения опыта по получению золя золота первоначально требуется приготовить раствор золотохлористоводородной кислоты.

Приготовление раствора золотохлористоводородной кислоты

Для этого в мерную колбу на 50 мл из темного стекла помещают 100 мг золотой фольги и прикапывают к ней 1 мл концентрированной соляной и 10 капель концентрированной азотной кислоты. Чтобы ускорить реакцию, колбу помещают в стакан с горячей водой. После того, как все золото растворится, колбу охлаждают до комнатной температуры и доливают дистиллированной воды до метки. Колбу закрывают пробкой и переворачивают несколько раз вверх дном, удерживая пробку пальцем для перемешивания раствора. Приготовленный раствор хранят в сейфе в колбе из темного стекла (**приложение 2, лабораторный журнал**).

Опыт по получению золя золота восстановлением этанолом

Получение коллоидного раствора золота восстановлением золота этиловым спиртом. учащиеся проводят под руководством учителя.

К 48мл кипящей воды добавить 0,5мл 1% раствора золотохлористоводородной кислоты и кипятить ещё 2 минуты. Затем добавить 1,5мл 1% раствора лимонной кислоты и 1,5мл 1% раствора гидрокарбоната натрия. При этом раствор быстро меняет цвет. Если изменение окраски не наблюдается, то требуется добавить дополнительное количество раствора гидрокарбоната натрия. Первоначальная бледно-жёлтая окраска сменяется темно-синей вследствие образования нанопроволок золота. Последующая перестройка их в наносферы приводит к изменению окраски от темно-синей через фиолетовую к красной (максимум поглощения – 525нм); (презентация, слайд 6)

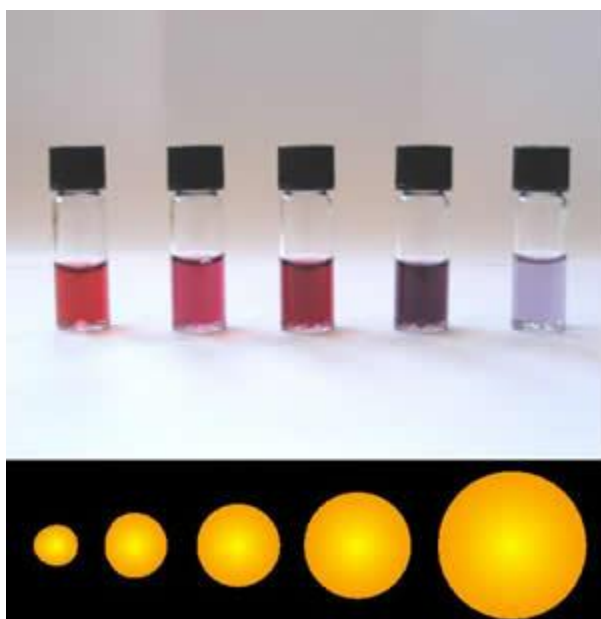


Рис. 6. Зависимость окраски коллоидного раствора золота от размера наночастиц

Далее, учащиеся изучат коллекцию различных стекол и эмалей, а также изделий из фарфора, фаянса, керамики. При помощи оптического микроскопа учащиеся рассмотрят стекловидные эмали и краски на предметах исторического и современного фарфора, придумают критерии сравнения материалов. Учащиеся ознакомятся с микрофотографиями наночастиц золота, полученными на просвечивающем электронном микроскопе.

В качестве демонстрации преподаватель использует как имеющиеся образцы стекла золотой рубин, так и образцы, полученные им в классе-лаборатории. Предполагается, что учащиеся могут рассмотреть как имеющиеся (ранее полученные) образцы стекла, так и принять участие в какой-то из стадий его производства (например, приготовление шихты).

Ниже приведена дорожная карта мероприятия из расчета на 2 преподавателей, 1 лаборанта и группу школьников 20 человек. Общее время на выполнение этапа 90 мин.

Таблица 1. Дорожная карта первой части модуля

| № э | Время, мин | Действия учителя | Действия учащихся |
|-----|------------|---|---|
| 1 | 5 мин | Знакомство с аудиторией. Представление целей и задач, демонстрация изделий из стекла, имеющих различную окраску | Погружение в материал, составление конспекта, в котором перечислены демонстрируемые объекты с указанием важнейших красителей |
| 2 | 15 мин | Рассказ о наночастицах благородных металлах и возможностях по их стабилизации в различных средах. Знакомство с методикой получения золя золота. Разделение школьников на группы | Погружение в материал, составление плана опыта по приготовлению золя золота |
| 3 | 20 мин | Проведение опыта по получению золя золота. Опыт проводят школьники в группах из 4 – 5 человек под руководством преподавателя | Школьники проводят опыт, полученные золи золота школьники фотографируют |
| 4 | 5 мин | Подведение итогов опыта | Школьники сравнивают результаты опытов в группах |
| 5 | 10 мин | Учитель рассказывает об окрашивании стекол наночастицами металлов объясняет возникновение окраски в результате поглощения света определенной длиной волны поверхностными плазмонами. Учитель демонстрирует школьникам образцы стекол, а также эмалей и красок | Погружение в материал, составление краткого конспекта, изучение цветового круга. |
| 6 | 15 мин | Учитель демонстрирует школьникам правила пользования оптическим микроскопом. Он разделяет школьников на группы, каждой группе выдает по 1 – 2 объекта. | Школьники работают в группах. Каждая группа рассматривает по 1 – 2 объекта в микроскоп, по возможности получает микрофотографии поверхности |
| 7 | 5 мин | Учитель рассказывает школьникам о получении стекла золотой рубин | Школьники записывают в тетради основные этапы получения стекла. |

| | | | |
|---|--------|--|--|
| 8 | 10 мин | Учитель демонстрирует школьникам правила подготовки шихты, записывает на доске состав шихты. | Учащиеся разбиваются на группы, каждая из которых отвечает и перетирает одно из веществ, составляющих шихту. Затем вся шихта объединяется и перемешивается. |
| 9 | 5 мин | Подведение итогов работы | Учащиеся делают выводы о методах получения наночастиц золота и стабилизации их в стеклах. Приводят примеры художественных изделий, выполненных их стекла золотой рубин |

Приводимый расчет приведен в расчете на 1 тигель объемом 150 – 200 мл.



Рис. 7. Лабораторная электропечь для варки стекол (слайд 7)

При выполнении модуля учащиеся не имеют возможности провести варку стекла «золотой рубин» в высокотемпературной электропечи (рис. 7). Они получают от преподавателя образцы готовых стекол. Однако обсудить сам процесс варки стекла в ходе модуля желательно. Для этого ниже приведена методика варки стекла «золотой рубин».

Методика варки стекла золотой рубин в лабораторной электропечи

В тигель помещают шихту, приготовленную из тщательно перетертых в порошок кварцевого песка (54 г), борной кислоты (7,1 г), свинцового сурика (25,6 г), безводной соды (5,15 г), нитрата калия (9,0 г), поташа (13,5 г), оксида сурьмы (0,5 г), оксида олова (0,9 г). В приготовленную тщательно перетертую и перемешанную шихту добавляют 10 мг золота в виде раствора золотохлористоводородной кислоты (5 мл или 5 г раствора).

Тигель с шихтой помещают в электропечь, которой задан следующий режим: (1) нагрев до 1500 градусов в течение 5 часов, варка при 1500 градусов в течение 5 часов. В конце последнего часа оператор открывает горячую печь и выливает стекло из тигля на металлическую пластину. Полученное стекло он быстро переносит на алундовую подставку, которую помещает в печь для отжига при 450 градусах. В печи для отжига образец находится 30 минут.

После этого стекло вынимают из печи, при помощи стеклореза разделяют на отдельные части и помещают их в печь для наведения окраски. Наведение окраски заключается в образовании и росте наночастиц золота. Размер наночастиц, а следовательно и окраска стекла, определяются длительностью отжига и его температурой. Примеры стекол, отожженных при разной температуре, приведены на рисунке. Дополнительные сведения о рубиновом стекле и процессах, происходящих при варке и наведении окраски, изложены в отдельном разделе пособия. Чтобы учащиеся не поранились об острые края стекол, их надо предварительно обработать наждачной бумагой или напильником.

За время модуля учащиеся наблюдают за ходом наведения окраски выданным им образцов стекла «золотой рубин». Для этих целей используется высокосвинцовое стекло, в котором процесс наводки происходит быстро и при сравнительно низкой температуре. Образцы стекла помещают в лабораторную муфельную печь (рис. 8, 9) при температуре 550 - 580°C на все время занятия. В конце занятия их вынимают и демонстрируют учащимся. Возможно поочередное извлечение образцов из печи с интервалом в 15 минут. Это позволит наблюдать усиление интенсивности окраски с увеличением времени выдержки (рис. 10).



Рис. 8. Муфельная печь для наведения окраски стекол

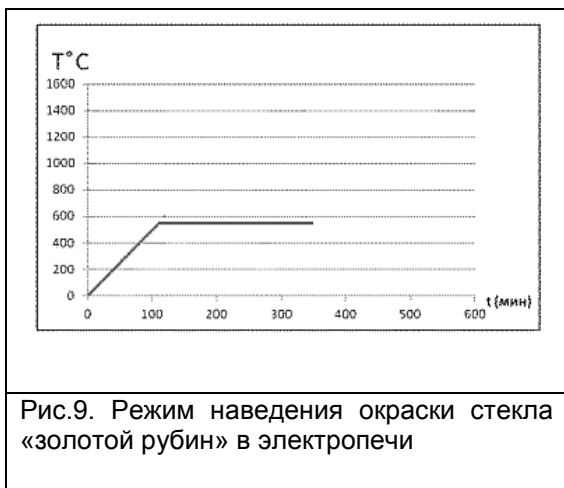


Рис.9. Режим наведения окраски стекла «золотой рубин» в электропечи



Рис. 10. Образцы стекла золотой рубин, наведенные при различной температуре (слайд презентации 8)

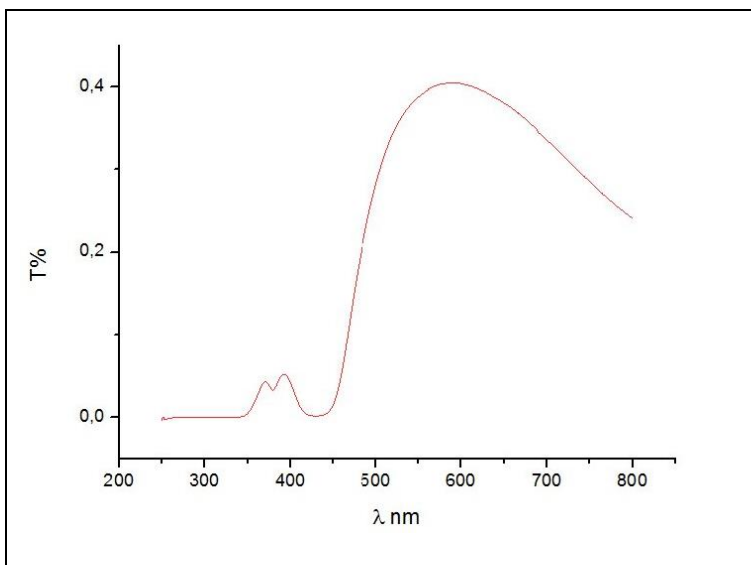


Рис. 11. Спектр поглощения в видимой области и ближнем УФ стекла золотой рубин. Широкая полоса с максимумом при 580 нм отвечает плазмонному резонансу наночастиц золота, а пики при 350 – 400 нм соответствуют переходам в ионе Pb^{2+} и переносу заряда. (слайд презентации 9; приложение 3, лабораторный журнал)

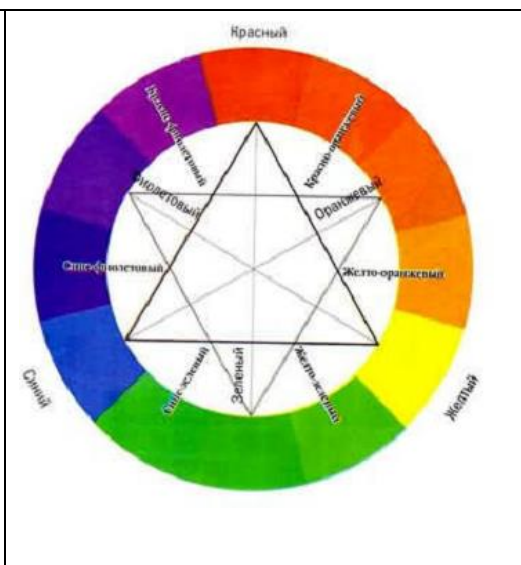


Рис. 12. Цветовой круг. Дополнительные цвета расположены на противоположных сторонах круга. Их соединяет прямая, проходящая через центр круга. (слайд презентации 10,11)

Оборудование: муфельная электропечь (до 800 град) для наведения окраски стекол, оптический микроскоп, защитная маска (сварщика), перчатки-краги, пластинки из алунда и алундовые тигли, оптические микроскопы, 5 колб на 50 мл конических плоскодонных, 5 пипеток, 5 колб на 250 мл конических плоскодонных, 5 электроплиток, 5 стеклянных палочек, 5 шпателей, 5 мензурок, 6 фарфоровых ступок и 5 ступок из агата, 2 мерные колбы из темного стекла, весы с точностью 0,01 г – 5 штук.

Расходные материалы: золото (1 г), этиловый спирт (100 мл), соляная кислота (10 мл), азотная кислота (10 мл), кварцевый песок, тигель из алунда, карбонат натрия, карбонат калия, борная кислота, оксид свинца (II, IV), наждачная бумага, напильник, фрагментированные предметы из стекла и фарфора с росписью силикатными красками (желательно, исторические), образцы стекла «золотой рубин» до наведения окраски.

Образовательные задачи первой части модуля

Выполняя данный модуль, вы (учащиеся)

- приобретете навыки в экспериментальной работе с веществами;
- узнаете о наночастицах благородных металлов – способах их получения, свойствах, окраске, которую они придают различным материалам;
- сможете оценить эстетическую ценность художественных объектов, содержащих наночастицы;
- обсудите с преподавателем процесс варки стекла золотой рубин;
- самостоятельно проведете наведение окраски стекла «золотой рубин».

При подведении итогов после первой и последующих частей модуля могут использоваться разные формы. Ниже предлагается четыре варианта. В лабораторных журналах используется первый вариант. Использование варианта № 2, 3 и 4 - на усмотрение педагога.

Вариант 1.

| | |
|---|--|
| Напишите, что понравилось на занятии (информация, формы работы, выступления сверстников) | |
| Напишите, что вызвало затруднения | |
| Напишите, что было интересным, необычным. Что хотелось бы узнать более подробно. Чему хотелось бы специально научиться. | |

Вариант 2.

Выберите одну фразу и завершите её.

сегодня я узнал...

было интересно...

было трудно...

я понял, что...

теперь я могу...

я почувствовал, что...

у меня получилось ...

я попробую...

меня удивило...

мне захотелось...

Вариант 3.

| | |
|----------------------------------|--|
| 1. На занятии я работал | активно / пассивно |
| 2. Своей работой на занятии я | доволен / не доволен |
| 3. Занятие для меня показался | коротким / длинным |
| 4. Мое настроение | стало лучше / стало хуже |
| 5. Материал занятия для меня был | понятен / не понятен интересен / скучен легким / трудным |

Вариант 4.

Оценка качества групповой работы

Оцените, как работа в группе повлияла на выполнение задания:

- мы работали скорее индивидуально, чем совместно;
- мы действовали согласованно и эффективно;
- наши разногласия и трудности в договаривании замедляли выполнение задания.

Часть 2. Окрашивание поверхности силикатных стекол наночастицами меди и серебра методом ионного обмена (2 часа)

Протравами в стеклоделении называют тонкие прозрачные стекловидные покрытия, которые образуются на поверхности стекла в процессе дополнительной термообработки. В основу протравного окрашивания положен принцип ионного обмена. Процесс образования протравы можно условно разделить на 5 стадий:

диффузия ионов металла (Cu^+ , Ag^+) в протравной пасте к поверхности стекла,

ионный обмен между ионами натрия и калия в стекле и ионами меди и серебра в протравной пасте

диффузия ионов меди и серебра вглубь слоя стекла

восстановление ионов меди и серебра

нуклеация и рост наночастиц

Глубина протравы составляет 30 – 40 мкм.

Наиболее часто делают медную и серебряную протраву. Наиболее просто получить желтую протраву с использованием серебра. Медная протрава (красного цвета) образуется при обжиге в восстановительной среде (слайд 12).

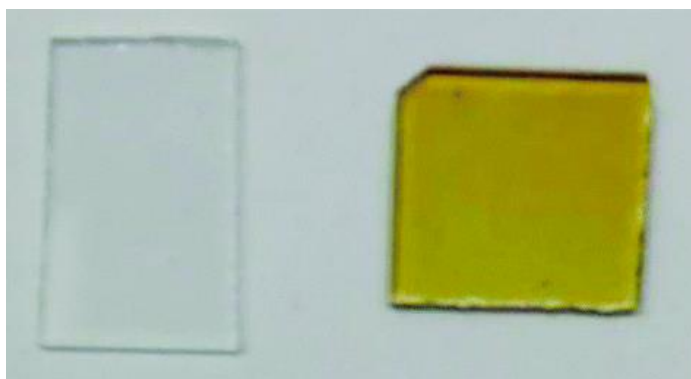


Рис. 13. Стекло до нанесения протравы и стекло с серебряной протравой

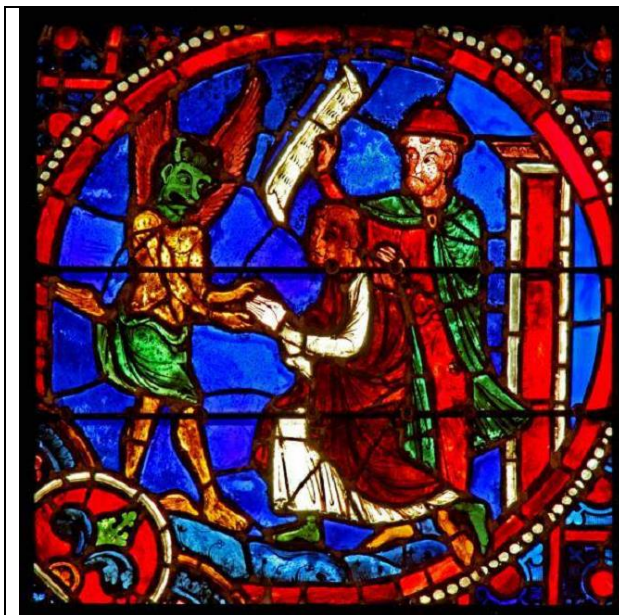


Рис. 14. Средневековый витраж. Красный цвет стеклу придает медная протрава.

В данной части модуля учащиеся познакомятся с принципом ионного обмена, с процессом протравного окрашивания стекол при помощи серебра. Они самостоятельно приготовят серебряную протраву и нанесут ее на поверхность стекла, сделают предположение о возможных методах исследования полученных объектов.

При помощи оптического микроскопа учащиеся изучат строение и определяют глубину протравы. Учащиеся ознакомятся с микрофотографиями наночастиц золота и серебра, полученными на просвечивающем электронном микроскопе. Помимо этого, школьникам будут продемонстрированы фотографии стекол с протравным окрашиванием (в том числе средневековых витражей), а также выданы для изучения объекты художественного стекла, украшенные протравой.

Методика получения коллоидного серебра.

Налейте в пробирку 5 мл 0,001 М раствора AgNO_3 и добавьте 2—3 капли 0,1 %-ного свежеприготовленного раствора таннина и 1—2 капли 1 %-ного раствора едкого натра. Пробирку нагрейте и наблюдайте окрашивание раствора вследствие образования коллоидных частиц серебра в результате восстановления ионов серебра таннином.

Методика нанесения серебряной протравы

Для нанесения протравы готовят смесь нитрата серебра (2 г) и оксида железа (2 г). Смесь тщательно измельчают в фарфоровой ступке, аккуратно добавляют несколько капель воды до состояния кашицы. При помощи кисти протраву равномерно наносят на поверхность стекла, распределяя ее равномерным слоем. Стекло помещают в муфельную печь, которую нагревают до 600 градусов. Температурный профиль приведен на рис. 15. Изделие вынимают из остывшей печи и промывают водой (слайд 13-14).

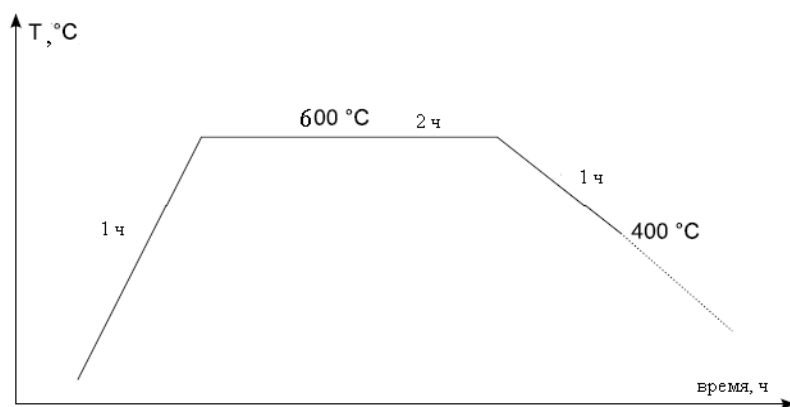


Рис. 15. Температурный профиль печи при нанесении серебряной протравы

Таблица 2. Дорожная карта второй части модуля

| № этапа | Время, мин | Действия учителя | Действия учащихся |
|---------|------------|---|---|
| 1 | 5 мин | Представление целей и задач, демонстрация образцов стекол, окрашенных в массу и с поверхности | Погружение в материал, составление конспекта, в котором перечислены основные способы создания цветных стекол (окраска в массу, стекла с нацветом, протравное окрашивание) |
| 2 | 15 мин | Рассказ об окраске стекол наночастицами серебра. Знакомство с методикой получения золя серебра. Разделение школьников на группы.ж | Погружение в материал, составление плана опыта по приготовлению золя серебра. |
| 3 | 20 мин | Проведение опыта по получению золя серебра. Опыт проводят школьники в группах из 4 – 5 человек под руководством преподавателя | Школьники проводят опыт, полученные золи серебра школьники фотографируют полученные золи |
| 4 | 5 мин | Подведение итогов опыта | Школьники сравнивают результаты опытов в группах |
| 5 | 5 мин | Учитель рассказывает о протравном окрашивании стекол, демонстрирует школьникам образцы стекол с протравой | Погружение в материал, составление краткого конспекта, фотографирование образцов |
| 6 | 15 мин | Учитель разделяет школьников на группы, каждой группе выдает по 1 – 2 объекта стекол с протравой для изучения | Школьники работают в группах. Каждая группа рассматривает по 1 – 2 объекта в микроскоп, по возможности получает |

| | | | |
|---|--------|--|--|
| | | под микроскопом. | микрофотографии поверхности |
| 7 | 5 мин | Учитель рассказывает школьникам о методе получения серебряной протравы | Школьники записывают в тетради основные этапы получения протравы. |
| 8 | 15 мин | Учитель демонстрирует школьникам приготовление пасты и метод нанесения ее на стекло. | Учащиеся разбиваются на группы, каждая из которых готовит пасту и наносит ее на поверхность стеклянной пластинки. Пластинки помещают в печь. |
| 9 | 5 мин | Подведение итогов работы | Учащиеся делают выводы о методах получения наночастиц серебра и стабилизации их в стеклах. Приводят примеры художественных изделий, украшенных серебряной протравой. Учащиеся определяют размер наночастиц серебра по снимку, выданному преподавателем (фото: «Наночастицы серебра в протраве», рабочая тетрадь) |

Оборудование: муфельная печь на 800 град с точной регулировкой температуры, защитная маска (сварщика), перчатки-краги, тигельные щипцы, оптический микроскоп, фарфоровая ступка, шпатель, кусок оконного стекла размером 5 x 5 см – 5 штук, штативы с пробирками – 5 штук, пипетка – 5 штук

Расходные материалы: нитрат серебра (2 г) и раствор, таннин, раствор гидроксида натрия, оксид железа(III), крахмал, карбонат натрия, фрагментированные предметы из стекла с протравным окрашиванием (желательно, исторические)

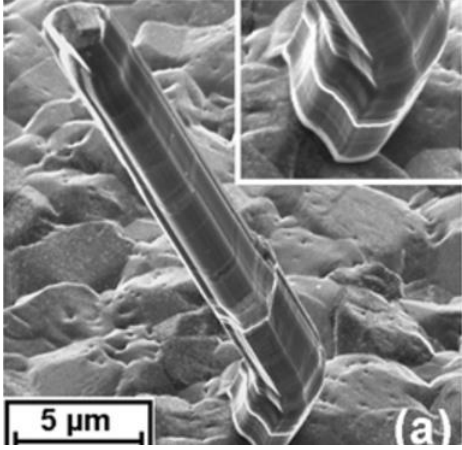
Образовательные задачи второй части модуля

Выполняя данный модуль, вы

- приобретете навыки в экспериментальной работе с веществами;
- узнаете о протравном окрашивании стекол наночастицами благородных металлов, научитесь определять изделия с серебряной протравой;
- сможете оценить эстетическую ценность художественных объектов, содержащих наночастицы в тонком поверхностном слое;
- познакомитесь с процессом нанесения серебряной протравы.

Часть 3. Знакомство с микрообъектами живой и неживой природы и их имитация в материалах. (2 часа)

В этом разделе модуля учащиеся ознакомятся с нанообъектами, напоминающими объекты живой природы. В начале занятия педагог рассуждает со школьниками в форме доверительной беседы о красоте нерукотворных объектов живой и неживой природы. Природа живая, которая по своим формам иногда напоминает объекты неживой природы, в том числе и нанообъекты. Для этого педагогу следует подготовить видеоряд, включающий фотографии вискеро́в, дендритов, нанотрубок, по форме напоминающих объекты живой и неживой природы.

| | |
|--|--|
| <p>Вискерами ученые называют нитевидные кристаллы, которые образуются на поверхности некоторых материалов, в частности, металлов. Их можно сравнить с тончайшими «усами». Рост вискеро́в стал предметом многих исследований, в симлу важности этих объектов для производства микроэлектронных устройств. Например, существует технология, которая позволяет применять вискеры для армирования композитов, а также для изготовления острия иглы в сканирующей атомно-силовой микроскопии.</p> |  <p>Рис. 16. Вискер олова, растущий на поверхности кристаллов меди</p> |
|--|--|

На занятии будут получены микрообъекты неживой природы, имитирующие объекты живой природы. С этой целью учащиеся проведут опыт «Неорганический сад», который будет зафиксирован на фото- и видеокамеры. Комментируя опыт, Учитель объясняет, почему сад растет, рассказывает о явлении осмоса. При этом удобно использовать рис. 17 (слайд презентации 15,16).

При проведении опыта важно организовать учащихся так, чтобы внести в работу элемент исследовательской деятельности. Для этого, например, можно предложить школьникам поэкспериментировать с солями одного и того же металла. Будут ли отличаться, например, водоросли, «растущие» из нитрата и хлорида кобальта и т.д. Педагогу важно заранее подготовить такие темы, учивая материальную обеспеченность его лаборатории.

Так, может быть изучено влияния природы вещества (как металла, так и аниона соли) на рост «сада» и окраску «растений», формы кристаллов и их размера на внешний вид и форму «растений». Отдельно можно исследовать зависимость формы растений от геометрии сосуда, в котором проводят опыт, от температуры раствора.

По результатам выполнения модуля учащиеся подготовят отчет, в котором подберут фотографии объектов живой природы (например, водорослей), которые ими были имитированы (см. материалы рабочей тетради учащихся).

Если учащиеся умеют работать в технике акварели, их можно попросить зарисовать наблюдаемые опыты или создать произведение на тему неорганического сада, творчески его переосмыслив.

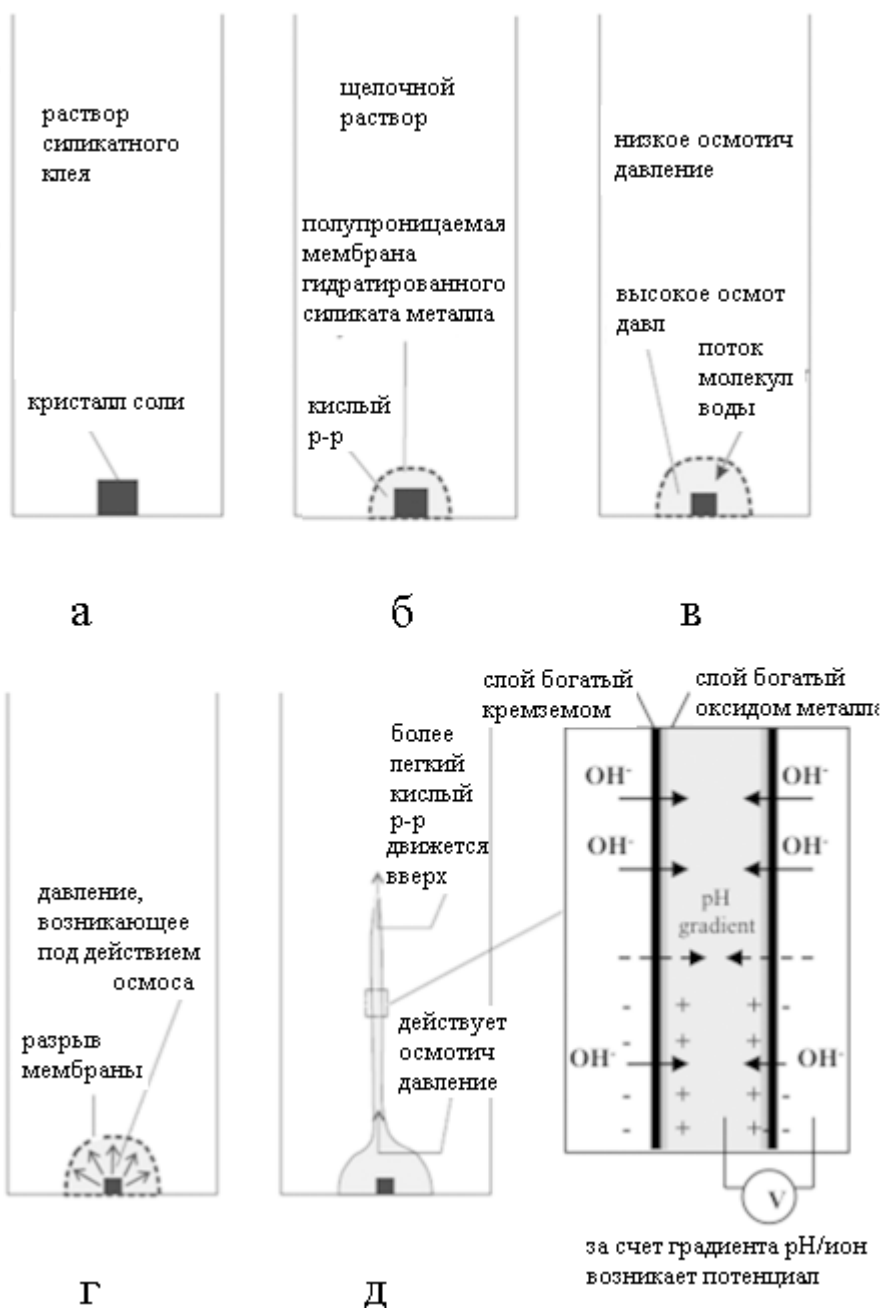


Рис. 17. Объяснение причин роста «неорганического сада»

Методика проведения опыта «Неорганический сад».

Для проведения эксперимента вам потребуются жидкое стекло (раствор силикатного клея) и соли различных двух- и трехвалентных металлов. Жидкое стекло представляет собой водный раствор силикатов натрия и калия. В большой стакан или в небольшой аквариум налейте жидкое стекло, разведенное примерно в три-четыре раза водой. Степень разбавления раствора нужно проверить экспериментально до начала занятия.

Добавьте в раствор по щепотке солей меди, кобальта, никеля, железа, цинка, алюминия, марганца, магния и других металлов. Для этих целей можно использовать любые растворимые соли (сульфаты, хлориды, нитраты, ацетаты). Желательно, чтобы кристаллики солей были крупными. Со временем в стакане

происходит рост "химических водорослей", которые состоят из нерастворимых силикатов металлов и напоминают настоящие нитчатые водоросли. Цвет водорослей зависит от металла. Соли меди дают голубые водоросли, кобальта - сине-фиолетовые, магния, алюминия и цинка - белые, никеля - светло-зеленые, железа (III) - коричневые, хрома - зеленые, "марганцевые" водоросли сначала вырастают белыми, но со временем буреют, соли железа (II) дают темно-зеленые водоросли, которые потом также становятся бурными (в обоих случаях изменение цвета происходит в результате окисления). Наиболее красивые водоросли получаются из крупных кристаллов солей. Быстрее всего опыт проходит с хлоридом железа (III) $FeCl_3$, в этом случае образуются толстые бурые водоросли, которые растут буквально на глазах. Вместо крупных кристаллов хлорида железа (III) можно использовать сростки мелких кристаллов.

Оборудование: стаканы на 500 мл (10 шт), аквариумы на 3 л (1 – 2 шт), воронка (5 шт), фильтровальная бумага, стеклянная палочка (10 шт), пинцеты (5 шт), шпатели (20 шт)

Расходные материалы: различные соли металлов (меди, никеля, кобальта, алюминия, железа, хрома), жидкое стекло (5 л), дистиллированная вода

Таблица 3. Дорожная карта третьей части модуля

| № этапа | Время, мин | Действия учителя | Действия учащихся |
|---------|------------|--|---|
| 1 | 10 мин | Представление целей и задач, демонстрация видеоряда, связывающего по формам объекты неживой и живой природы | Погружение в материал, рефлексия |
| 2 | 15 мин | Рассказ об опыте «Неорганический сад», о причинах роста «сада», о возможностях исследовательской деятельности при проведении опыта | Изучение причин роста сада, выбор объектов исследовательской деятельности, составление плана проведения опыта и выбор темы исследовательской деятельности |
| 3 | 50 мин | Проведение опыта «неорганический сад». Опыт проводят школьники в группах из 4 – 5 человек под руководством преподавателя | Школьники проводят опыт, делают фотосъемку и видеосъемку опыта, зарисовывают растущие растения, пользуясь акварельными красками |
| 4 | 10 мин | Подведение итогов опыта | Школьники сравнивают результаты опытов в группах, свои фотографии, видеоролики, зарисовки |
| 5 | 5 мин | Подведение итогов | составление краткого отчета |

Образовательные результаты третьей части модуля

Выполняя данный модуль, вы:

- найдете сходство между объектами живой и неживой природы;
- узнаете о том, почему растет неорганический сад;
- сможете оценить эстетическую ценность нанообъектов;
- научитесь выращивать «неорганический» сад.

Предметный итог работы преподаватель подводит в форме беседы со школьниками, в которой он обсуждает:

- свойства наночастиц металлов и их способность придавать окраску различным объектам;
- использование наночастиц металлов для окраски стекол;
- возможности окрашивания стекол путем введения наночастиц в поверхностный слой стекла (протрава);
- близость форм объектов живой и неживой природы и возможность имитировать формы некоторых нанообъектов на макроуровне.

Для проверки усвоенных знаний учащиеся могут ряд «итоговых» заданий (задания размещены в рабочей тетради учащихся).

В рефлексивном плане важно после каждого этапа и в конце всей работы обсудить личные впечатления учащихся от проделанной работы и предложить им заполнить таблицу и совместно оценить результативность групповой работы (при условии использования этой формы работы).