

# Храмовая архитектура и живопись Ярославской области как ресурс реализации региональной составляющей химического образования



- **Е.В. Александрова**, доцент кафедры химии, теории и методики преподавания химии ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, ст. преп. кафедры ЕМД ИРО

# Личностные образовательные результаты

1. **Воспитание российской гражданской идентичности через патриотизм, уважение к Отечеству, *знание истории и культуры своего края, восприятие как ценности культурно-исторических традиций своего народа***
2. Готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самообразованию, осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования на базе ориентировки в мире профессий
3. Сформированность целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики
4. **Развитость эстетического сознания через освоение *художественного наследия народов России*** (способность понимать художественные произведения)
5. Сформированность основ экологической культуры

# Цель работы:

Отбор химического содержания, отражающего региональные особенности развития архитектуры и искусства Ярославской области, а также выбор методов, форм и средств его реализации в процессе обучения химии.

# Межпредметные связи содержательной линии «Химия и искусство»



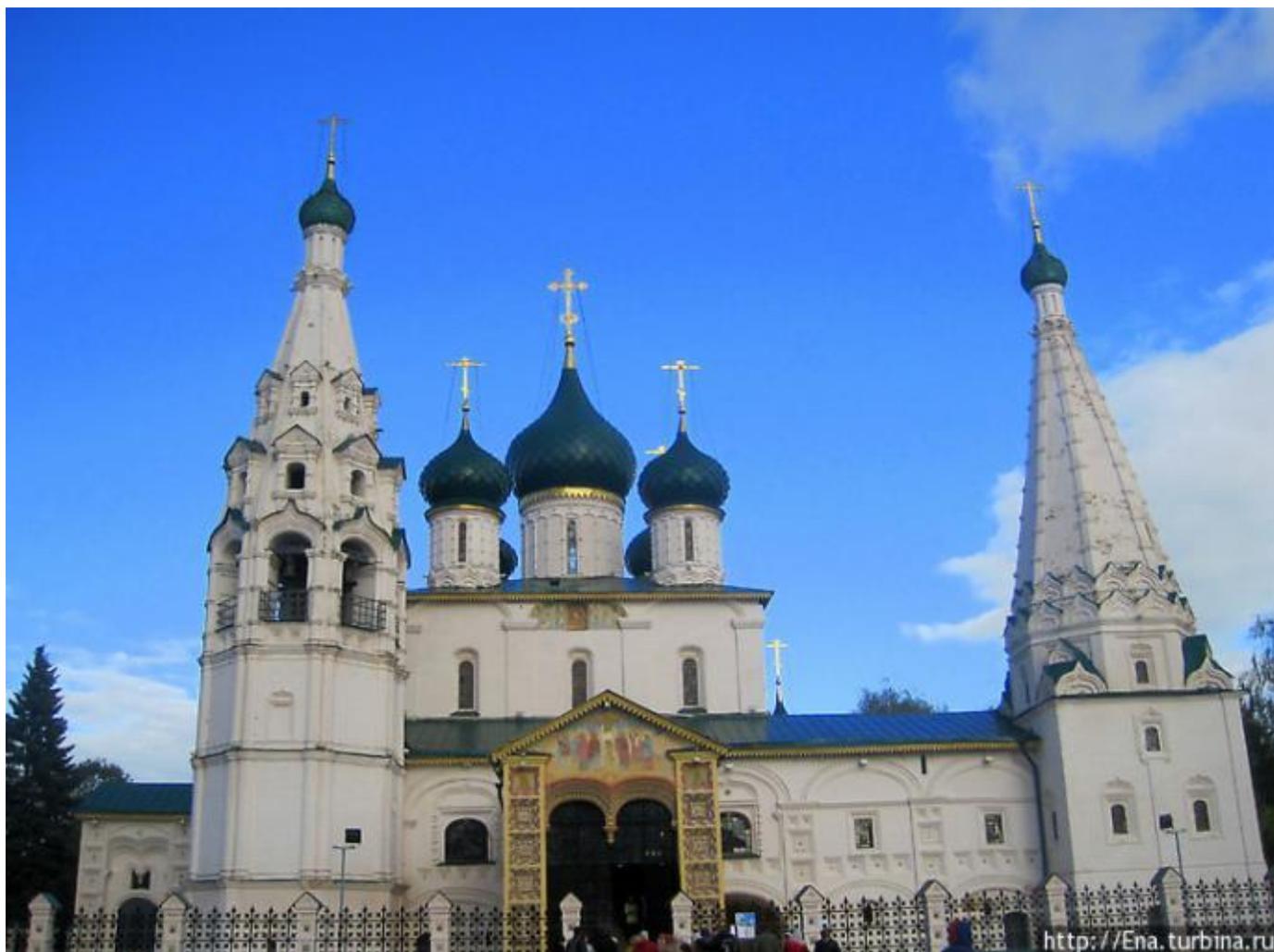
# Золотой век Ярославля

В XVII столетии Ярославль стал третьим торговым городом страны, по торговому обороту он уступал лишь Москве и Казани.

В городе скрестились несколько важных торговых дорог. Волга была важнейшей водной дорогой для торговли со странами Ближнего и Среднего Востока. Торговля с Западной Европой шла через Архангельск - единственный в то время русский морской порт. Дорога из Архангельска в Москву шла через Ярославль. Торговый путь в Сибирь, богатую ценной пушниной, шел тоже через Ярославль.

Ярославские купцы были одними из самых богатых.

# Церковь Ильи Пророка (1647-1650 годы строительства)



Ярославская область не богата минеральными полезными ископаемыми.

К их числу относятся - пески, песчано-гравийные смеси, глины, керамзитное сырьё. Всё это - стройматериалы, основа для производства бетонов, строительных растворов, кирпича.

Основные места добычи песка и глины находятся в Ярославском районе, в междуречье Волги и Которосли.



# Церковь Иоанна Предтечи в Толчкове



1671-1687

Всего в Ярославле в XVII веке было построено около 50 храмов, из них более 30 каменных

# Сырье для производства керамического кирпича

Химический состав сырьевых материалов, мас.%

Наименование сырьевого материала	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п.п.п
Глина тугоплавкая	66,65	18,03	3,53	1,34	2,07	1,25		0,41	5,34
Горелая формовочная земля	91,83	2,03	0,61	0,36	0,13	0,33	4,17	-	-
Нефелиновый шлам	24-31	2-5	2-5,5	50-58	0,2-2	1-3		-	1-5,5

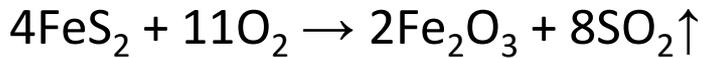
Сырье для производства керамического кирпича – это всегда смесь. Смесь, как объект изучения, всегда интересна с точки зрения развития мышления, познавательных УУД учащихся, в число которых входят и логические операции анализа, синтеза, сравнения, установления причинно-следственных связей.

## Ярославские глины в основном красного цвета

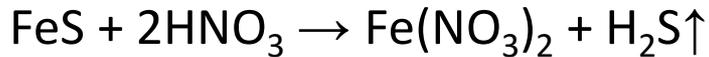
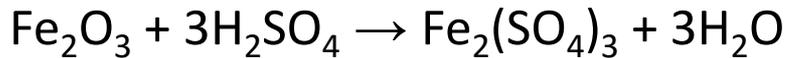


## ***Источники железа в природной воде***

1. Окисление и выветривание горных пород:



2. В кислой среде нерастворимые оксиды и сульфиды железа образуют растворимые соли:



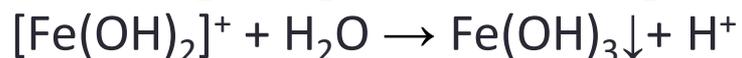
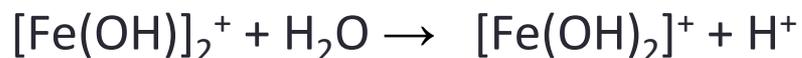
3. Соединения железа (II) окисляются и переходят в соединения железа (III):



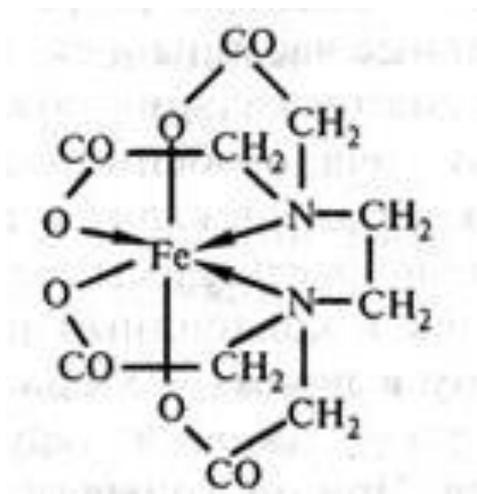
метагидроксид железа (III)



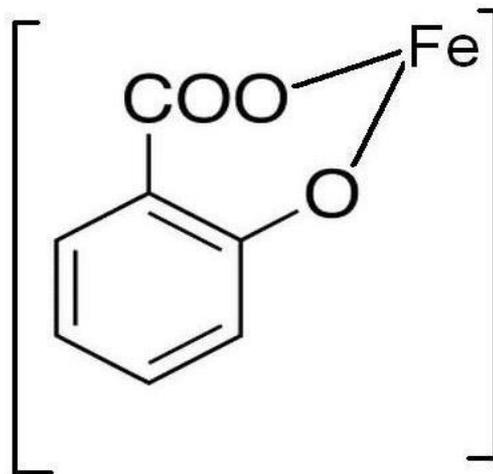
4. Растворимые соли железа подвергаются гидролизу, переводя ионы железа из раствора в нерастворимые соединения:



5. Образование растворимых комплексов железа с органическими веществами:



**Комплекс железа и  
фульминовой кислоты**



**Соединение железа с  
салициловой кислотой**

б. Жизнедеятельность железобактерий:



Процесс, описанный С.Н.  
Виноградским



# Использование материалов в средней школе

Тема школьного курса химии	Класс
Окислительно-восстановительные реакции	8, 11
Железо и его соединения	9
Гидролиз солей	11
Химия и общество	11

# Химические процессы при производстве кирпича

Химические процессы имеют место при **сушке** и **обжиге** изделий

1) выделение гигроскопической воды из глинистых минералов ( $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ );

2) окисление органических примесей ( $t=300-400\text{ }^{\circ}\text{C}$ );



3) выделение конституционной воды, т. е. дегидратация глинистых минералов ( $t=450-900\text{ }^{\circ}\text{C}$ );

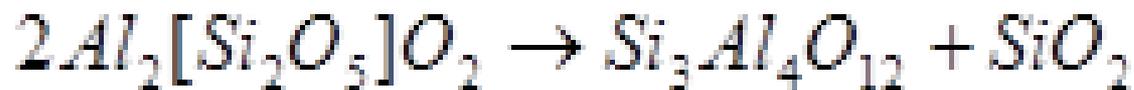


# Химические процессы при производстве кирпича

4) реакции декарбонизации и десульфуризации ( $t=650-900$  °C):



5) образование новых кристаллических фаз  $t=920$  °C:



# Украшение храмов

**Изразцы** — это керамические изделия для облицовки печей, внутренних стен домов и фасадов. На Руси они известны с 9-го века, но особо популярны стали в 16-17 вв.

Название своё изразцы получили от технологической операции, применяемой при их изготовлении. В старину изразцы отминали из глины в деревянные резные формы, которые изрезали узорами, отсюда и название — ИЗРАЗЕЦ.

**1) Керамика (греч.)** — гончарные или любые другие от кровли до фарфора глиняные изделия.

**2) Майолика (ит.)** — художественная керамика. Иногда майолика покрывается глазурью.



# История храма Николая Чудотворца в Ярославле



1665 год  
постройки

# Зимняя церковь Тихвинской Иконы Богоматери (конец XVII в.) и её притвор



# Муравленные изразцы

Церковь Николы Мокрого в Ярославле



Церковь  
Иоанна  
Предтечи

# Производство изразцов



Нет точных сведений, где впервые и в какие годы на территории нашей области возникло изразцовое производство. Можно лишь предполагать, что в Ярославле своего расцвета оно достигло во второй половине XVII века. Это подтверждает тот факт, что церкви, построенные в Ярославле и Ростове в XVII веке, украшены изразцами намного богаче, чем церкви Москвы. Например, церковь Николы Мокрого, построенная в 1665—1672 гг., имеет изразцовую облицовку, занимающую значительную площадь стен. Глазурованной черепицей были покрыты крыши и купола. Часть керамической кровли сохранилась до настоящего времени.

# Заводы по производству изразцов



Глины на заводы сии гончарные и кирпичные, что по левую сторону реки Волги, роют на той же выгонной земле, а на последние с платой денег получают из дач Ямской подгорной слободы; дрова же на все покупают пригоняемые сверху по реке Волге.

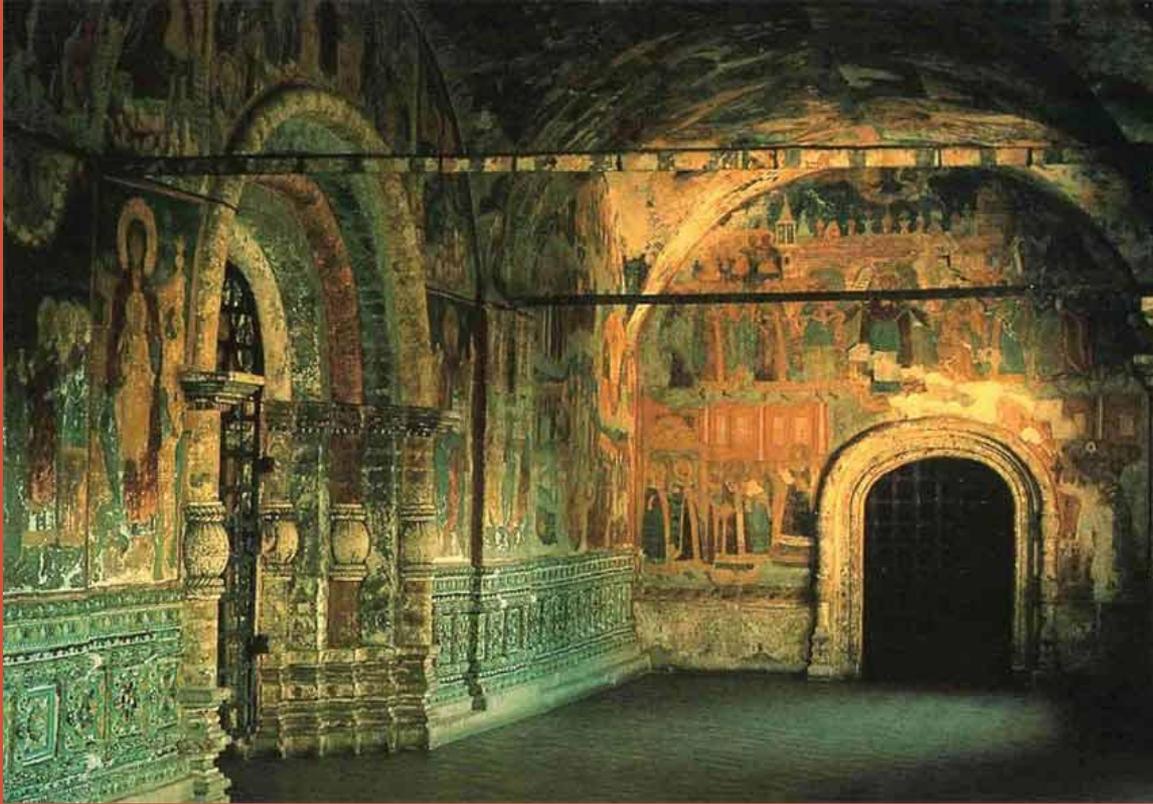
Изразцовый наличник церкви  
Николы Мокрого в Ярославле



Красный терракотовый изразец с рельефным изображением цветов в медальоне, найденный на месте бывшего изразцового завода в слободе Коровниках в Ярославле.



Многоцветный эмалированный рельефный изразец с цветами в узорном медальоне на церкви Иоанна Предтечи в Толчкове (постр. 1671 - 87 г.г.) в Ярославле. Изразец из красной глины, оттиснут в форме, расписан по рельефу эмалями: белой, желтой, бирюзовой и синей.



---

# ХИМИЯ И ИСКУССТВО

# Неорганические соединения – хромофоры красок, использованных при написании фресок



Фреска «Вознесение» храма Ильи Пророка в г. Ярославле

$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	Азурит, горная синяя
$\text{As}_2\text{S}_3$	Аурипигмент  Желтый (напоминает золото)
$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$	Темный кобальт, фиолетовый кобальт
$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MnO}_2$	Умбра жженая, коричневый



Фреска «Жатва»

$Pb_3O_4$ Свинцовый сурик или голубиная кровь	Красный
$Fe_2O_3$ в смеси с $SiO_2$ и $Al_2O_3$	Охра красная, охра жженая
$Fe_2O_3 \cdot H_2O$ с примесями каолина и силикатов	Охра натуральная , желтая
$Cr_2O_3$	Зеленая хромовая, хромовая зелень
Приблизительный состав: $Cu(CH_3COO)_2 \cdot$ $CuO$ (смесь ацетатов меди)	Ярь- медянка Ярко- зелёный

# Оксиды в составе красок

Хромофор	Название пигмента	Оттенок	Примечание
$PbO$	Массикот	Оранжево-желтый, не яркий	Применяют с древности, в масляной живописи добавляют в олифу при варке, чтобы ускорить высыхание красок
$(PbPb_2)O_4$ , или $Pb_3O_4$	Свинцовый сурик или голубиная кровь	Красный	Очень ядовит. В средние века его иногда путали с киноварью и по ошибке применяли как лекарство.
$Fe_2O_3$ в смеси с $SiO_2$ и $Al_2O_3$	Охра красная, охра жженая	Красный	Очень прочные и светостойкие пигменты. В переводе с греческого <i>охра</i> означает «бледная», «желтоватая».
$Fe_2O_3 \cdot H_2O$ с примесями каолина и силикатов	Охра натуральная	Желтый	Применяют с древности.

# Соли в составе красок

Хромофор	Название пигмента	Оттенок	Примечание
$\text{CaCO}_3$	Мел	Белый	Входят в состав грунтов и клеевых красок. Гипс после удаления воды гигроскопичен
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Гипс	Белый	
$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$	Свинцовые белила	Белый	Один из древнейших пигментов, очень токсичен. Темнеет под действием сероводорода в темперных красках.
$\text{As}_2\text{S}_3$	Аурипигмент	Желтый (напоминает золото)	Являются природными минералами, в залежах часто встречаются вместе.
$\text{AsS}$	Реальгар	Оранжево-красный	Токсичны. В древности широко использовались в живописи

# Соли в составе красок

Хромофор	Название пигмента	Оттенок	Примечание
$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	Азурит, горная синяя	Синий	Часто встречается вместе с малахитом
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	Малахит, горная зелень	Зеленый	Широко применяли в старину, вытеснен синтетическими аналогами
Приблизительный состав: $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{CuO}$ (смесь ацетатов меди)	Ярь-медянка	Ярко-зелёный	Токсичный. Использовали во всех техниках живописи, во фресковой – ограниченно, т.к. пигмент разлагается по действием щелочей.

# Изучение вопросов, связанных с ролью химии в искусстве и архитектуре в 8 классе

Тема	Содержание
Соединения химических элементов	Основные классы неорганических соединений, используемых при создании произведений искусства. Установление генетических связей между классами неорганических соединений через рассмотрение получения пигментов и других химических процессов
Изменения, происходящие с веществами	Изучение химических процессов, связанных с созданием художественных произведений, их существованием во времени и реставрацией
Растворение. Растворы. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции	Связь растворимости веществ с их использованием в искусстве. Гидраты и кристаллогидраты, их применение в живописи и прикладном искусстве. Окислительно-восстановительные реакции, связанные с созданием и существованием произведений искусства

# Изучение вопросов, связанных с ролью химии в искусстве в 9 классе

Тема	Содержание
Металлы	Металлы в природе. Минералы. Руды. Соединения металлов. Применение металлов и их соединений в живописи и прикладном искусстве. Переходные металлы. Железо и его соединения.
Неметаллы	Кислород и оксиды. Сера и её соединения

## Малые группы

Название группы	Задание
«Историки»	Изучите историю строительства и создания фресок храма Илии Пророка в Ярославле.
«Искусствоведы»	Соберите и представьте одноклассникам материал о художественных особенностях архитектуры и росписи храма Илии Пророка, о сюжетах фресок храма.
«Художники»	Расскажите одноклассникам о специфике техники фрески, о красках, которые использовали художники 17 века для создания фресок
«Химики»	Найдите и представьте сведения о веществах, которые использовали художники для создания фресок храма Илии Пророка. К каким классам неорганических соединений относятся эти вещества? Какие химические процессы происходят при написании фресок? Приведите уравнения химических реакций.
«Географы»	Выясните, откуда поставлялось сырье для изготовления основы и красок при создании фресок храма Илии Пророка. Какие краски были самыми дорогими, а какие – наиболее доступными?
«Экологи»	Соберите информацию и расскажите одноклассникам, какие физические и химические факторы окружающей среды влияют на сохранность фресок. Приведите уравнения химических реакций.

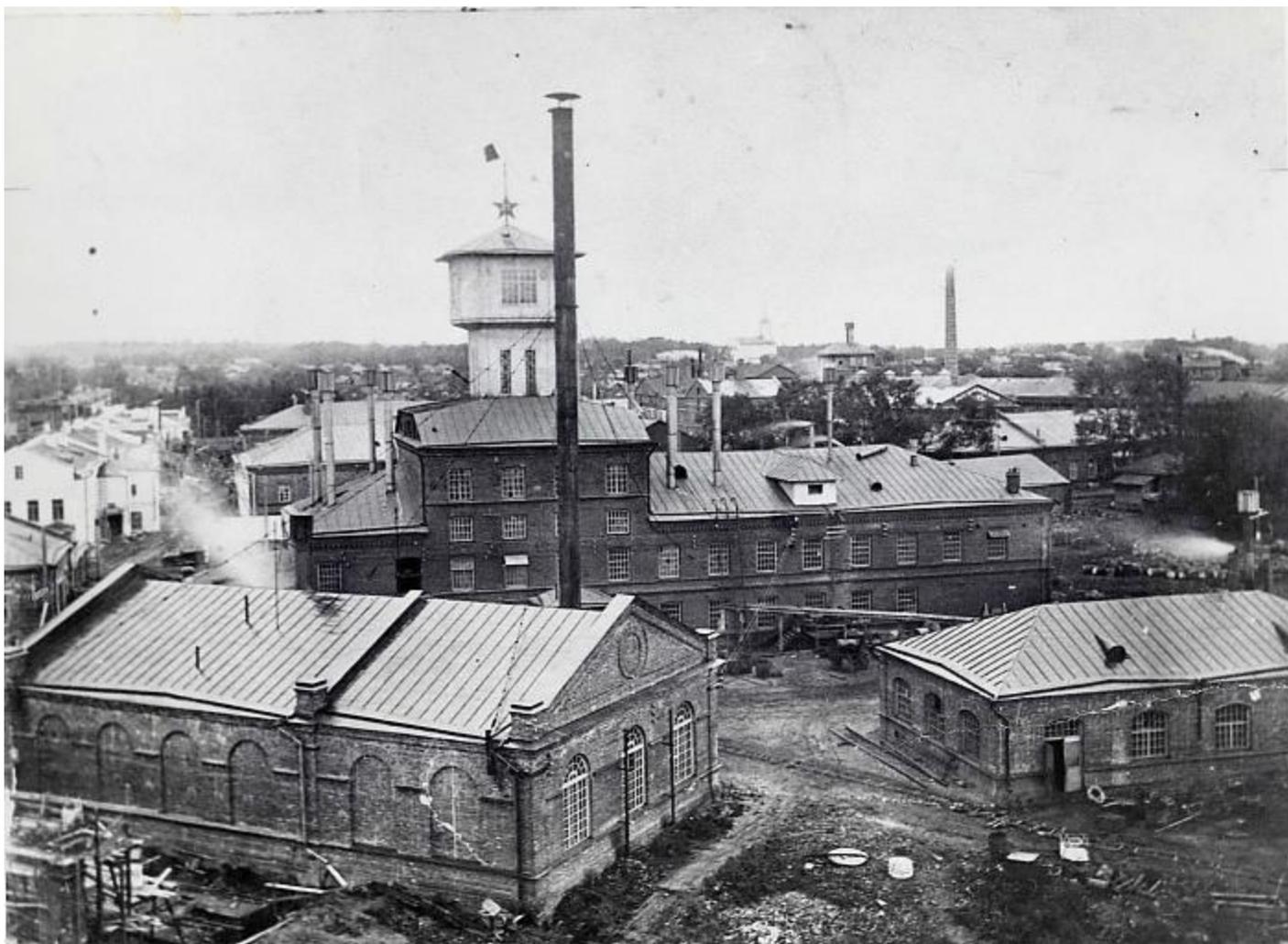


Азурит  $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$



Малахит  
 $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$

- Азурит и малахит представляют собой основные карбонаты меди, вместе с тем, они отличаются по цвету. Рассчитайте массовую долю меди в малахите и азурите. Сделайте вывод о связи цвета минерала с количественным содержанием в нем ионов меди (II)



**Свинцово-белильный завод купцов Сорокиных  
(в районе современного предприятия  
«Красный маяк»)**

# Производство свинцовых белил

- $2\text{Pb} + \text{O}_2 = 2\text{PbO}$ ,
- $\text{PbO} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{Pb}(\text{OH})(\text{CH}_3\text{COO})$ ,
- $3\text{Pb}(\text{OH})(\text{CH}_3\text{COO}) + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3 + 3\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Производство красок в Ярославле ведет свою историю с 1635 года



**Продукция свинцово-белильных заводов купцов Сорокиных на Нижегородской ярмарке (в середине 19 века в Ярославле выпускалось более 50 % российских свинцовых белил**

# Задание с контекстом

- Для приготовления прочной основы для фресок мастера 17 века, расписывавшие храм Ильи Пророка в Ярославле брали негашеную известь, смешивали её с водой (гасили известь) и готовили штукатурку. Затем, на сырую штукатурку наносили роспись, и давали фрескам высохнуть. При этом поверхность изображения покрывалась прозрачной защитной пленкой нерастворимой соли, образующейся при взаимодействии гашеной извести с одним из газов, присутствующих в воздухе. Этот газ образуется в процессе дыхания живых организмов. Напишите уравнения двух описанных химических реакций.
- Почему во влажной среде, при скоплении большого числа людей фрески разрушаются? Приведите уравнение реакции разрушения защитной пленки.

# Критерии оценивания

- Правильно составлены три уравнения химических реакций, о которых идет речь в тексте задачи:
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$  - 1 балл
- $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  - 1 балл
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca(HCO}_3)_2$  - 1 балл
- Дано объяснение причин разрушения защитной пленки с точки зрения химии: защитная пленка фресок представляет собой тонкий слой нерастворимой в воде соли – карбоната кальция. В присутствии паров воды (влажная среда) и повышенной концентрации углекислого газа, образующегося при дыхании людей, происходит химическая реакция образования кислой соли - гидрокарбоната кальция, которая растворяется в воде. В результате фрески теряют свою защитную пленку и тускнеют (1 балл).
- Максимальное число баллов – 4.

# Задание с контекстом

- Известно, что Ярославский край небогат природными ископаемыми, поэтому большинство красок, которые использовали художники для создания выдающихся произведений искусства, были привозными. Единственную группу пигментов местного происхождения представляли охры – оксиды железа и их кристаллогидраты. Приведите уравнения химических процессов образования натуральной охры в болотах Ярославской области в соответствии со схемой:  $\text{FeS} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ .

# Задание с контекстом (продолжение)

- Для реакций ионного обмена составьте полное и сокращенное ионное уравнение, для окислительно-восстановительных реакций составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель. Приведите уравнение химической реакции получения жженой охры ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) из натуральной. К какому типу относится эта реакция, является ли она окислительно-восстановительной?»

**Формы организации  
изучения регионального  
компонента содержания  
курса химии**

**Урок**

**Приёмы  
включения в  
содержание урока**

**Урок в музее**

**Внеурочная  
деятельность**

**Проектная  
деятельность**

**Экскурсии**

## Заключение

- Особенности развития культуры Ярославского края дают возможность рассмотреть в курсе основной школы содержательную линию «Химия, архитектура и искусство», которая раскрывает перед школьниками роль химических знаний в создании памятников искусства Ярославля.
- Реализация содержательной линии, раскрывающей связь химии и искусства, возможна через внедрение в учебный процесс таких форм, как уроки на базе ведущих музеев Ярославля, а также уроков-экскурсий.
- В качестве одного из приёмов включения региональных аспектов в содержание отдельных уроков целесообразно использовать контекстные задачи, в которых устанавливается связь между химическими явлениями и их ролью в создании, сохранении и реставрации произведений искусства.

# Содержательные линии, раскрывающие региональный компонент содержания химического образования

1. Вклад ученых химиков родившихся и живших на Ярославской земле в развитие отечественной и мировой науки.
2. История и современные достижения химической промышленности Ярославского региона.
3. Химический аспект развития прикладного искусства и живописи Ярославского края.
4. Природные ресурсы и химические экологические факторы, составляющие специфические особенности окружающей среды Ярославской области.
5. Развитие химического образования в регионе.

Благодарю за внимание!



1650 г.