



Международная научная конференция школьников «XXI Колмогоровские чтения»

Люминесцентное стекло

Автономная некоммерческая общеобразовательная организация "Физтех-лицей"

(АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы)

Выполнили: Баркалова Вероника, Лымарева Дарья,

Перминова Олеся, 10 "Г" класс

Руководитель: Шестаков Иван Валерьевич

Введение

Мы ознакомились с патентом о фотохромном люминесцентном стекле и заинтересовались данной темой. Наша команда решила сделать стекло, обладающее люминесценцией из наиболее простых с точки зрения технологии составов.

Наибольший интерес представляет разработка люминесцентного материала для применения в ближнем и среднем УФ-диапазонах, потому что такое УФ-излучение присутствует в спектре многих светоизлучающих приборов (например, косметических, медицинских и бытовых).





Цель: получить образец люминесцентного стекла.

Задачи:

1. На основе изученного материала определить составы стекол;
2. Получить исходный образец стекла на основе оксида свинца, оксида кремния и борной кислоты;
3. Получить исходный образец стекла на основе тетрабората лития;
4. Добавить в стекло ионы лантаноидов;
5. Выбрать наиболее подходящую матрицу;
6. Выбрать наиболее подходящий ион или их смесь;
7. Оптимизировать состав стекла.

Методы исследования:

Анализ литературы, химический анализ, люминесцентный анализ.

Ранее описанные стёкла

Основные недостатки известных стёкол:

- Низкий результат светимости;
- Невозможность эффективного использования работы с УФ-излучением ближнего и среднего диапазонов;
- Отсутствие люминесцентных свойств под воздействием УФ-излучения;
- Невозможность оценки интенсивности УФ-излучения.

! Не все матрицы подходят для изготовления люминесцентных стекол



Стекло на основе $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, легированное Eu_2O_3

Ход работы

Мы рассчитали количество всех реактивов с учётом происходящих в процессе варки реакций:



Взвесив необходимые вещества, мы приготовили шихту для будущих образцов.



Ход работы

- ! Варка идёт в течении 20-30 минут при температуре 950-1050 °С;
- ! Для тигля необходима фарфоровая подставка;
- ! Готовым образцам нужно дать остыть

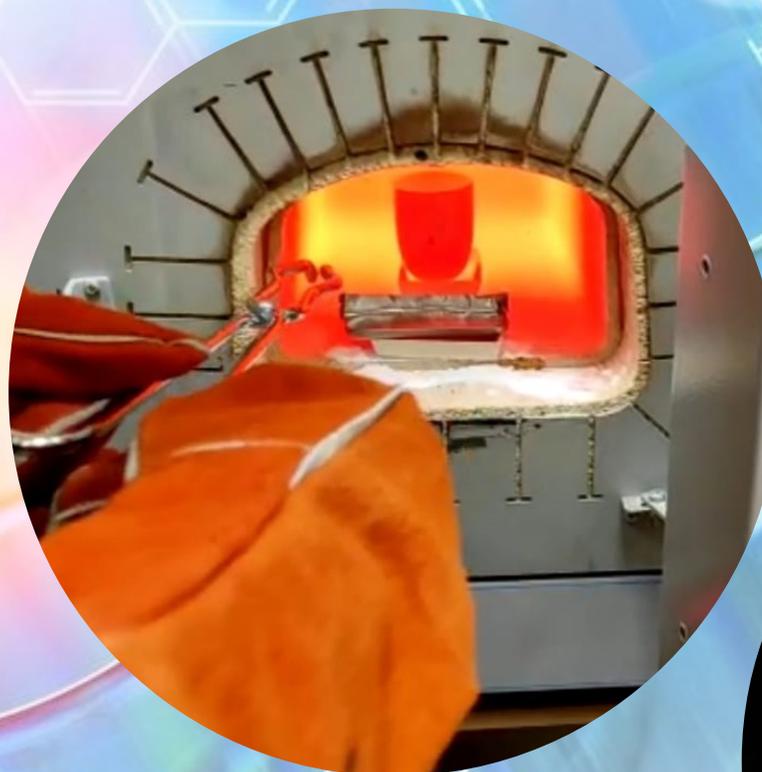
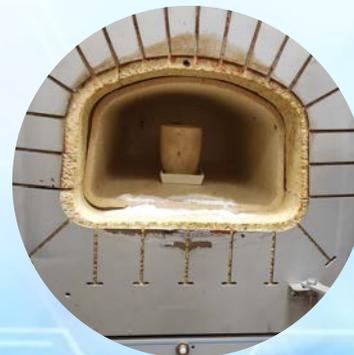


Таблица 1. Результаты первого исследования

Номер образца	Состав стекла		Состав шихты		Температура варки, °С	Люминесценция
1.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Eu ₂ O ₃ – 0,127 г;	B ₂ O ₃ - 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Eu ₂ O ₃ – 0,127 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет
2.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Tm ₂ O ₃ – 0,127 г;	B ₂ O ₃ – 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Tm ₂ O ₃ – 0,127 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет
3.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₂ O ₃ – 0,127 г;	B ₂ O ₃ – 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₄ O ₇ – 0,13 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет
4.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₂ O ₃ – 0,3175 г;	B ₂ O ₃ – 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₄ O ₇ – 0,3243 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет
5.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₂ O ₃ – 0,635 г;	B ₂ O ₃ – 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₄ O ₇ – 0,649 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет
6.	PbO – 7,5 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₂ O ₃ - 1,588 г;	B ₂ O ₃ – 1,5 г; Na ₂ O – 1,75 г;	Pb ₃ O ₄ – 7,679 г; SiO ₂ – 1 г; Tb ₄ O ₇ – 1,622 г;	H ₃ BO ₃ – 2,66 г; Na ₂ CO ₃ – 3 г;	950	нет

Свинцоводержащее стекло не подошло



Переход к другой матрице – $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$

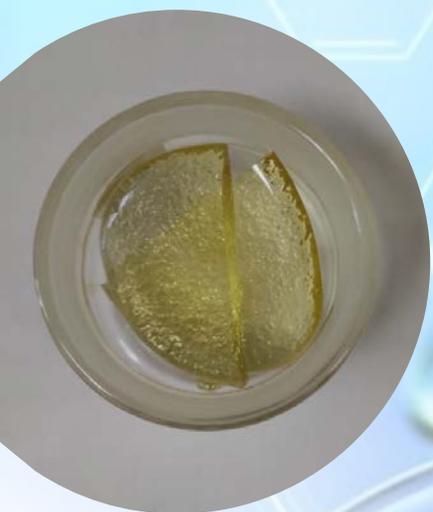


Таблица 2. Результаты второго исследования

Номер образца	Состав стекла	Состав шихты	Температура варки	Люминесценция		
7.	Li ₂ B ₄ O ₇ – 10 г; Eu ₂ O ₃ – 1,065 г;	Li ₂ CO ₃ – 4,37 г; H ₃ BO ₃ – 14,63 г; Eu ₂ O ₃ – 1,065 г;	1050	есть		
8.	Li ₂ B ₄ O ₇ – 10 г; Tb ₂ O ₃ – 0,05 г;	Li ₂ CO ₃ – 4,37 г; H ₃ BO ₃ – 14,63 г; Tb ₄ O ₇ – 0,051 г;	1050	есть		
9.	Li ₂ B ₄ O ₇ – 10 г; Tm ₂ O ₃ – 0,05 г;	Li ₂ CO ₃ – 4,37 г; H ₃ BO ₃ – 14,63 г; Tm ₂ O ₃ – 0,05 г;	1050	есть		
10.	Li ₂ B ₄ O ₇ - 10 г; PbO – 2,084 г; Na ₂ O – 0,163 г;	B ₂ O ₃ – 0,417 г; SiO ₂ – 0,278 г; Tb ₂ O ₃ – 0,049 г;	Li ₂ CO ₃ – 4,37 г; Pb ₃ O ₄ – 2,134 г; Na ₂ CO ₃ – 0,278 г;	H ₃ BO ₃ – 15,37 г; SiO ₂ – 0,278 г; Tb ₄ O ₇ – 0,0509 г;	1050	есть
11.	Li ₂ B ₄ O ₇ – 10 г; PbO – 0,654 г;	B ₂ O ₃ – 0,41 г; Eu ₂ O ₃ – 0,05 г;	Li ₂ CO ₃ – 4,37 г; Pb ₃ O ₄ – 0,67 г;	H ₃ BO ₃ – 15,36 г; Eu ₂ O ₃ – 0,05 г;	1050	есть

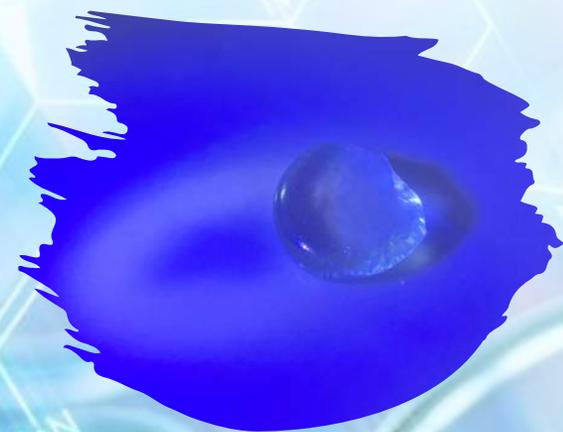
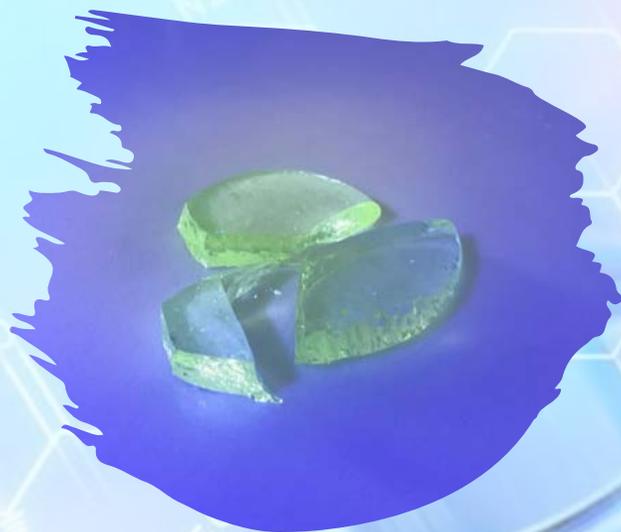
Что дальше?

В продолжение нашего проекта:

1) Поиск устойчивых матриц

3) Использование нескольких легирующих добавок

2) Поиск оптимальных концентраций лантаноидов



Список литературы

- [1] Benefiting from the unique properties of lanthanide ions *J.-C. G. Bünzli* // *Accounts of chemical research* 39 (2006) 53–61стр.
- [2] Taking advantage of lanthanide luminescent ions *J.-C. G. Bünzli, C. Piguet* // *Chemical Society Reviews* 34 (2005) 1048–1077стр.
- [3] Люминесцентные стекла для преобразования рентгеновского излучения в радиационных интроскопах *О.В. Казьмина, А.Н. Абияка, Ю.А. Москалев, А.А. Дитц* // Томск: 2007. – 125-129 стр.
- [4] Люминесценция фосфатных стекол, легированных Dy^{3+} и Eu^{3+} *Хосам А* // дис. кандидат физико-математических наук: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Томск. 2011. – 1-19 стр.
- [5] Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность *Дж. Хьюи* // М: Химия, 1987 г. – 540-553 стр.
- [6] Оптические материалы и технологии *С.В. Критина, Соснов А.Н., Канушина Л.А.* // Новосибирск: 1995. – 1-33 стр.
- [7] Оптическое материаловедение: оптические стекла *С.В. Немилов* // Учебное пособие, курс лекций. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011 г. – 65-86; 170-175 стр.
- [8] Синтез и люминесцентные свойства комплексных соединений лантаноидов с этилоксибензойными кислотами *М. Х. Мутузова* // дис. кандидат Химических наук: 02.00.01, 2016. – 1-21 стр.
- [9] Современное представление о строении стёкол и их свойствах *М. М. Шульц, О. В. Мазурин* // АН СССР. - Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1988. – 1-197 стр.
- [10] Фотохромное люминесцентное стекло *Б. С. Редькин, В. В. Сеницын, Н. Н. Колесников, В. И. Орлов* // Патент РФ №216.015.3DC7

