



Факультет Химии НИУ «ВШЭ»

ИОНХ РАН



Современные подходы к синтезу нанодисперсных оксидных материалов

Студент: Труфанова Эвелина



Критерии нанодисперсных материалов:

- Оксидные материалы с размером частиц <100 нм
- Высокая удельная поверхность
- Уникальные свойства: каталитические, магнитные, оптические
- Применение: катализ, электроника, биомедицина, сенсоры



Какие свойства важно контролировать при синтезе

- Размер и форма наночастиц
- Кристалличность и фазовая чистота
- Гомогенность распределения
- Поверхностная активность
- Возможность масштабирования синтеза

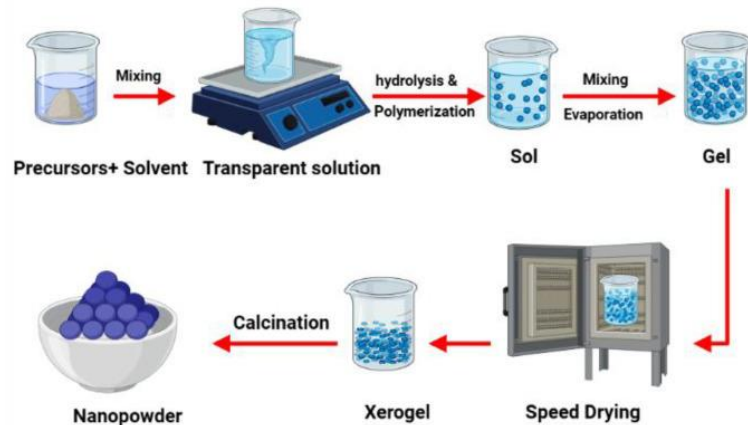


Методы синтеза: классификация

- Химические методы: соосаждение, золь-гель, гидротермальный синтез
- Комбинированные подходы: микроволновая обработка, термическое разложение прекурсоров

Золь-гель синтез

- Этапы: гидролиз → поликонденсация → гель → термообработка
- Преимущества: высокая гомогенность, низкие температуры
- Примеры: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3





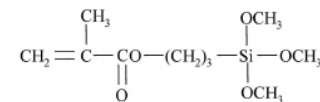
Прекурсоры для золь-гель синтеза

• **Алкоксиды металлов**, например:

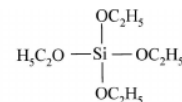
• тетраметоксисилан (TEOS) для SiO_2

• титаниевые алкоксиды для TiO_2

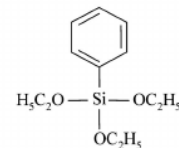
• **Неорганические соли** (в модифицированных золь-гель системах)



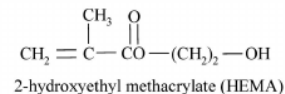
3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPS)



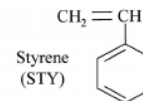
Tetraethyl orthosilicate (TEOS)



Phenyltriethoxysilane (PTES)



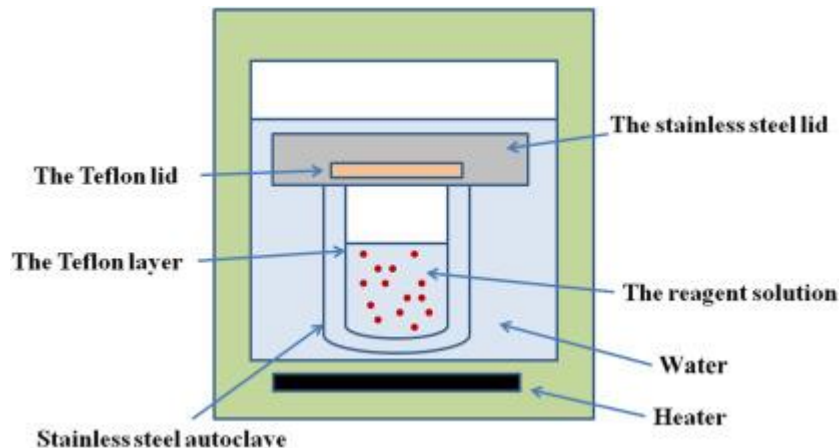
2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA)



Styrene
(STY)

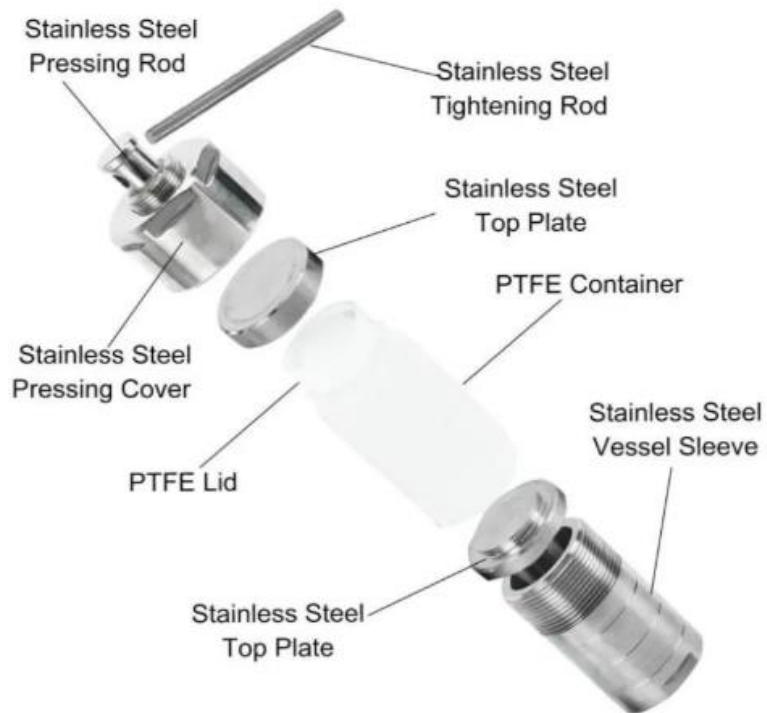
Гидротермальный и солвотермальный подходы

- Реакции в автоклавах при $T > 100^\circ\text{C}$ и $P > 1$ атм
- Управление морфологией и кристалличностью
- Подходит для получения оксидов с узким распределением размеров
- Примеры: CeO_2 , ZnO , Fe_2O_3



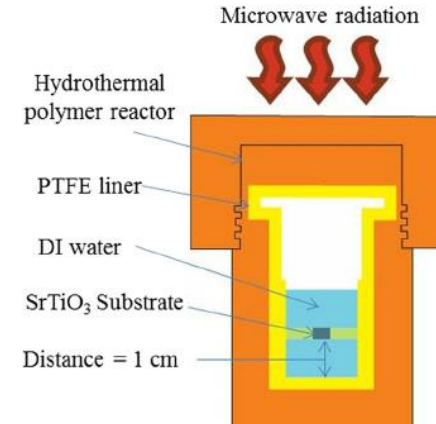


Автоклавы



Микроволновая обработка: быстро и эффективно

- Энергия поглощается реакционной смесью напрямую
- Сильный локальный нагрев → ускорение синтеза
- Преимущества: скорость, селективность, энергосбережение
- Используется для синтеза оксидов редкоземельных элементов





Сравнительная характеристика методов

Метод	Температура	Время	Возможность контроля морфологии	Возможность масштабирования
Золь-гель	До 100°C	Несколько часов	+	-
Гидро(сульфо)термальный	100 - 250°C	24-48 часов	+	+
Микроволновой	100 - 180°C	От 5 минут	-	+



Факультет Химии НИУ «ВШЭ»

ИОНХ РАН



Спасибо за внимание!