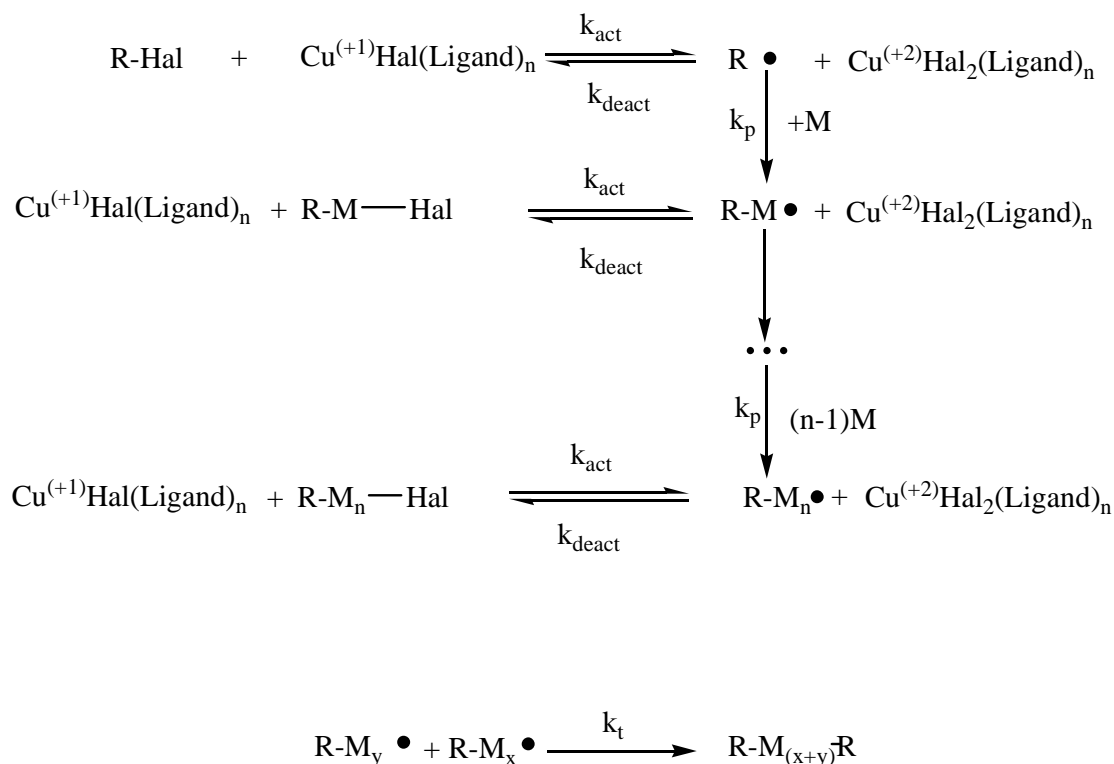


Радикальное решение

Полимеры широко используются в современной технологии, в том числе при создании высокотехнологичных наноустройств и наноматериалов. При этом важно контролировать процесс синтеза полимеров (молекулярную массу, состав и строение макромолекул). Эти задачи решает метод ATRP (радикальная полимеризация с переносом атома), основанный на окислительно-восстановительной реакции галогенсодержащих органических соединений с комплексами меди(I).



В этой схеме М – мономер, Hal – галогенид-анион или атом галогена.

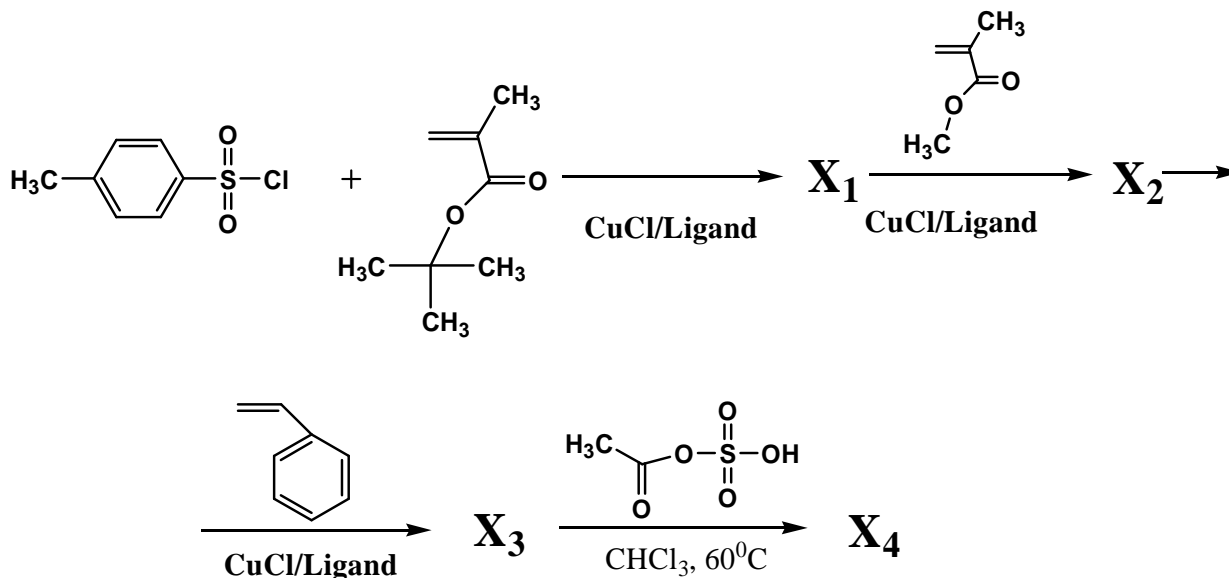
Рассмотрим одно из применений функционального полимера, полученного этим способом. Наночастицы железа служат эффективным средством очистки грунтовых вод от хлорорганических соединений за счет протекания в кислой среде окислительно-восстановительной реакции.

Запишите уравнение реакции, протекающей при разложении хлорорганических соединений:

а) на примере тетрахлорэтилена, б) в общем виде (**3 балла**)

Почему применение наночастиц железа более эффективно, чем высокодисперсного порошка? (**2 балла**)

Для улучшения эффективности очистки было предложено модифицировать наночастицы различными сополимерами (полимерами, содержащими звенья разной химической природы). Ниже приведена схема синтеза одного из таких сополимеров путем ATRP:



На каждой стадии проводили выделение и очистку продукта. После обработки ацетилсульфатом полимер стал водорастворимым и приобрел способность прочно связываться с частицами $Fe(0)$ в водных средах.

Приведите структурные формулы полимеров X_3 и X_4 , отражающие порядок соединения звеньев в сополимере и строение концевых групп полимера. **(4 балла)**

В таблице перечислены свойства и функции полимеров. Какими из них обладает данный сополимер? Укажите, какое (какие) из звеньев сополимера отвечает(ют) за это. Для этого в соответствующих ячейках приведите структурные формулы выбранных звеньев. **(5 баллов)**

Повышенная устойчивость частицы к агрегации и седиментации	
Возможность образования компактных наночастиц, способных эффективно восстанавливать хлорорганику	
Увеличение эффективной поверхности частицы, ускоряющее процесс восстановления хлорорганики	
Способность адсорбировать несмешивающиеся с водой хлорорганические соединения	

Улучшение проникновения воды к поверхности наночастицы, ускоряющее окисление железа	
Образование комплексов с железом, способствующее прочному связыванию полимера с железной наночастицей	
Биодеградируемость полимера	
Придание полимеру окраски	
Увеличение растворимости в воде	
Защита частицы железа от коррозии	

Полимеризация по методу ATRP – дорогой по сравнению с классической радикальной полимеризацией процесс. Кратко мотивируйте, почему описанный сополимер нельзя получить классической радикальной полимеризацией, а необходимо использовать более дорогой и сложный метод. **(2 балла)**