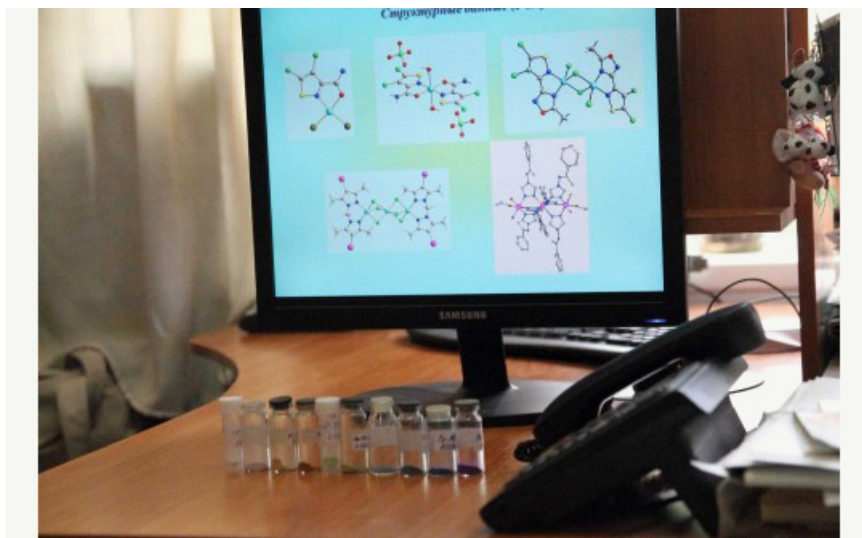


Всё из ниоткуда

Принцип «природа не терпит пустоты» — один из базовых во вселенной. Но ученые из Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН действуют вопреки ему: они разрабатывают материалы, в которых её как можно больше — пористые металл-органические координационные полимеры. Как делаются такие соединения и зачем они нужны, рассказал директор института, член-корреспондент РАН Владимир Петрович Федин.



Как нетрудно догадаться из названия, структуры, о которых идёт речь, построены из атомов металла и органических фрагментов, связывают их в трехмерную конструкцию, пористую внутри. Самое важное здесь — пустота. Её можно использовать для хранения и транспортировки различных веществ или даже создавать в ней новые.

Материалы подобного плана были получены только в конце XX века. В 1991 году американский ученый Томас Яге показал, что можно получать пористые композиционные полимеры путем соединения атомов цинка с карбоксилатными легатами — остатками карбоновых кислот (например, уксусной). С тех пор это направление стало развиваться, и многие химические лаборатории мира начали проводить подобные опыты, пытаясь комбинировать атомы металла и фрагменты органических веществ.

Варьируя длину составляющих и их форму, можно получать огромное число блоков, которые по-разному друг с другом соединяются. Ажурные конструкции похожи на строительные леса. Легаты — как металлические подпорки. От их длины зависит, насколько далеко друг от друга находятся слои. Чем больше свободного пространства, тем «вместительнее» получается полимер.

Почему необходимо добавлять металл? Он способен сделать конструкцию более прочной. Если синтезировать какой-либо полимер, чаще всего внутри него оказываются молекулы гостей. Как только их удаляют — происходит схлопывание структуры, и она перестает

Самое последнее достижение в этой области — кристалл, в котором объем пустот составляет 90%. Кубический сантиметр такого материала весит всего четверть грамма (в 4 раза легче воды), а площадь его поверхности почти в два раза превосходит размер футбольного поля. «То, чем мы занимаемся — это наука XXI века, — утверждает Владимир Федин. — Сейчас парадигма химии сильно меняется: от изучения реальных молекул она переходит к пустому пространству».

Зачем нужны такие материалы?

Для энергетики

Будущее — за водородом. Он широко доступен и позволяет получать

быть пористой.

топливо, не загрязняющее окружающую среду. Однако этот газ по своим свойствам близок к идеальному, а значит, при нормальных условиях всего 2 грамма будут занимать объем 22,4 литра.

Соответственно возникает проблема хранения и транспортировки этого вещества.



По подсчётам учёных, автомобиль, который будет работать на водороде, должен иметь на борту в качестве заправки 4 кг топлива (чтобы проехать 400 км). Если брать это количество газа в его неизменном виде, то даже под давлением 200 атмосфер бочка, где он находится, будет сама размером с машину. Рассмотрим другой вариант: попробуем залить в автомобиль жидкий водород. Тогда размеры ёмкости становятся чуть меньше, однако, такое вещество хранится только при очень низких температурах. А это значит, что к бочке придется приделать маленький заводик, её охлаждающий. Сделать ёмкость приемлемого размера помогут гидриды (сплавы водорода с металлами и некоторыми другими веществами), но в этом случае её масса будет составлять 400 кг — с таким грузом далеко не уедешь. Вот и получается, что эти препятствия не позволяют нам использовать топливо будущего.

Решить проблему способны современные металл-органические координационные полимеры. Благодаря своей пористости они вмещают в себя большое количество водорода. Одно из соединений, созданных в ИНХ СО РАН, способно хранить 7% этого вещества, что уже превышает предел, к которому стремится Департамент энергетики США (6%).

Для медицины

Почти все современные лекарственные вещества хиральны (их молекулы имеют две формы, представляющие собой зеркальные отражения, которые не совмещаются друг с другом в пространстве). А это значит, внешне они отличаются друг от друга так же, как правая и левая рука, при том, что их воздействие на человеческий организм может быть прямо противоположным. Например, один изомер лечит туберкулез, а другой, похожий, только иной конфигурации (будто бы отраженный в зеркале) — вызывает слепоту. Или первый помогает избавиться от артрита, а второй оборачивается тяжелым отравлением. Один положительно воздействует на некоторые формы онкологических заболеваний, другой, наоборот, способствует росту раковых клеток. Более того, они даже пахнуть могут по-разному: например, первый — перечной мятой, у второй — тмином (всё потому, что вкусовые рецепторы, находящиеся у нас в носу, тоже хиральны).



Разумеется, для медицины важно эти изомеры точно разделять (нельзя допустить, чтобы в лекарство попал не тот, что надо). Как вы уже догадались, с этой задачей отлично справляются металл-органические пористые координационные полимеры — они способны включать в себя только молекулы определенной конфигурации (можно подобрать, какой). Ошибиться здесь практически невозможно, ведь структура этих материалов — как на ладони. «Мы берем простую стеклянную колонку, заполняем ее нашими полимерами, наливаем раствор, содержащий изохимическую смесь, и ждем, когда они её отфильтруют. В результате у нас получается со 100%-ной точностью разделить два разных изомера», — рассказывает Владимир Петрович.

Пористые металл-органические каркасы способны решить ещё одну проблему — адресной доставки лекарств. Когда лечебное вещество попадает в организм, его сразу же начинают атаковать различные ферменты. Пока оно доберется до того места, в котором нужно оказать терапевтический эффект — от него уже ничего не останется. Однако, если спрятать лекарство в пустотах наших структур (которые в этом случае играют роль биологических капсул), можно доставить его в нужный орган и там освободить. В результате получится существенно сократить дозы медикаментов, необходимые для преодоления болезни, а значит, и снизить их вредное воздействие на организм. Рынок хиральных лекарств во всем мире сейчас оценивается примерно в 100 миллиардов долларов в год.

Для промышленности

Металл-органические пористые координационные полимеры, которые конструируют ученые из ИНХ СО РАН, относятся к области нанохимии. Взаимодействие веществ осуществляется прямо внутри заключенного в этих структурах пустого пространства. Молекулы там организуются таким образом, что реакция идет гораздо эффективнее, в результате чего получаются материалы с новым набором свойств.



Например, в совместной работе с Институтом катализа им. Г. К. Борескова СО РАН удалось создать пористый металл-органический координационный полимер, который является прекрасным катализатором для получения смеси циклогексаноЛа и циклогексаноНа, использующей для производства капрона и массы других полезных материалов. С его помощью можно достигать 25%-ной степени приращения вещества (для

сравнения: у катализаторов, которые используются сейчас, она всего 10%). Мировая промышленность выпускает около 15 тонн смеси циклогексанола и циклогексанона в год. Открытие новосибирских ученых позволит сделать этот продукт значительно дешевле.

Перечисленное — только малая часть из широкого спектра применений металл-органических пористых полимеров. С их помощью можно осуществлять катализ, разделять и транспортировать газы, решать экологические проблемы (например, улавливать CO₂ на выходе из фабрик, где сжигаются различные углеводороды) и делать многое другое. В заключение академик заметил, что эта область науки очень молодая (ей нет и 20 лет), а значит, в перспективе применений пористых металл-органических полимеров может быть ещё больше.

Фото: Ангелина Иванова

Источник: COPAN.info

Автор: Диана Хомякова © Babr24.com НАУКА И ТЕХНИКА, МИР 👁 4402 05.04.2014, 12:22 📄 1052

URL: <https://babr24.com/?ADE=124819> Bytes: 8093 / 7714 Версия для печати

👍 [Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

newsbabr@gmail.com

Автор текста: **Диана Хомякова.**

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24_link_bot](#)

Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: [@bur24_link_bot](#)

эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: [@irk24_link_bot](#)

эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: [@kras24_link_bot](#)

эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: [@nsk24_link_bot](#)

эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: [@tomsk24_link_bot](#)

эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"

Телеграм: [@babrobot_bot](https://t.me/babrobot_bot)

эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)