

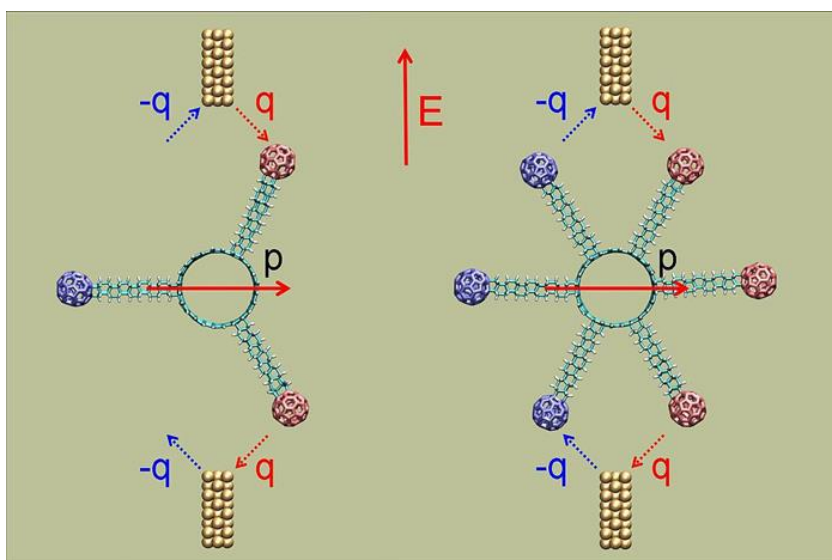
Что такое молекулярный двигатель и как его уменьшить

Ученые уже давно пытаются миниатюризировать молекулярный двигатель. Швейцарским специалистам удалось создать его всего лишь из 16 атомов — он примерно в 100 000 раз меньше диаметра человеческого волоса.

Молекулярный двигатель — это наноразмерный мотор, который работает аналогично своему «коллеге» в макромире, то есть преобразует химическую энергию в движение. Точно так же он состоит из ротора и статора — подвижной и неподвижной частей.

Молекулярные двигатели встречаются в природе — их ярким примером выступают моторные белки, которые преобразуют химическую энергию в движение (динеины, миозины, кинезины).

Человечество уже очень давно пытается создать нечто подобное, но тут важно, чтобы статор позволял ротору вращаться в одном направлении — тогда двигатель будет выполнять полезную работу. Более того, ученые также пытаются достичь предельно минимальных размеров молекулярного мотора — это нужно для создания наноразмерных устройств, используемых в различных областях.



Один из молекулярных двигателей — двигатель Крала, где движение происходит из-за туннелирования электронов. Он эффективен лишь в лабораторных условиях. Изображение: Petr Kral, University of Illinois at Chicago

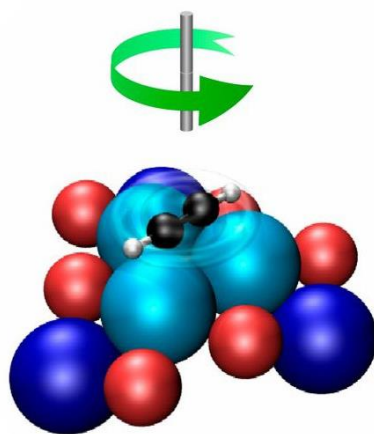
В результате последнего исследования, проведенного в Швейцарской федеральной лаборатории материаловедения и технологий (EMPA), удалось создать самый миниатюрный на сегодня молекулярный мотор. Он состоит всего из 16 атомов и, самое главное, его части могут вращаться в одном направлении. Более того, двигатель способен работать непрерывно, в отличие от всех предыдущих искусственно созданных моторов, которые совершают лишь один цикл вращения. Данные о разработке появились в Proceedings of the National Academy of Sciences.

Швейцарские ученые использовали в своем механизме статор с 6 атомами палладия и таким же количеством атомов галлия, которые находились в треугольном основании —

это вращательно-симметричная структура, которая, однако, не является зеркально-симметричной.

В качестве ротора ученые взяли адсорбированную симметричную молекулу ацетилена, состоящую из 4-х атомов. Вращение ацетиленового ротора происходит непрерывно по законам квантового туннелирования и кинетики.

«Таким образом, двигатель имеет 99% курсовую устойчивость, что отличает его от других подобных молекулярных моторов», - говорит Оливер Гренинг, руководитель исследовательской группы.



Новый молекулярный мотор состоит из 16 атомов: на трехслойном кластере (3 атома палладия, 6 атомов галлия и сверху еще 3 атома палладия) сорбирована вращающаяся молекула ацетилена из 4-х атомов. Изображение: Samuel Stolz, Oliver Gröning et al.

Поведение созданного двигателя ученые исследовали методом сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) при температуре 5 К и давлении ниже 50 фемтобар. В результате исследования выяснилось, что строение зонда микроскопа не влияет на вращение ротора из ацетилена— его задает исключительно статор. В 96% случаев ротор вращался в одну сторону, причем за 100 секунд он прокрутился 23 раза против часовой стрелки.

Наномотор может вращаться благодаря тепловой и электроэнергии. Тепловая энергия вызывает хаотические движения ротора, тогда как электрическая, генерируемая наконечником микроскопа, вызывает направленные вращения. Таким образом, учёные выявили два варианта вращения: туннельный, при котором частота вращения не зависит от температуры, напряжения и силы тока, и классический, когда зависимость наблюдается. Однако преобладание однонаправленного движения исследователи пока не могут объяснить.

Полученный молекулярный мотор — это не просто возможность ученых заявить о себе. Разработку можно применять в медицине, научных исследованиях, технологиях передачи данных. Также исследователи предполагают, что двигатель поможет им изучить процессы и причины рассеивания энергии в процессах квантового туннелирования.

https://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/chto_takoe_molekulyarnyj_dvigatel_i_kak_ego_umenshit