

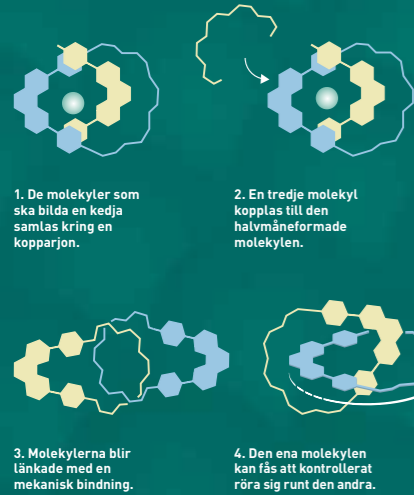
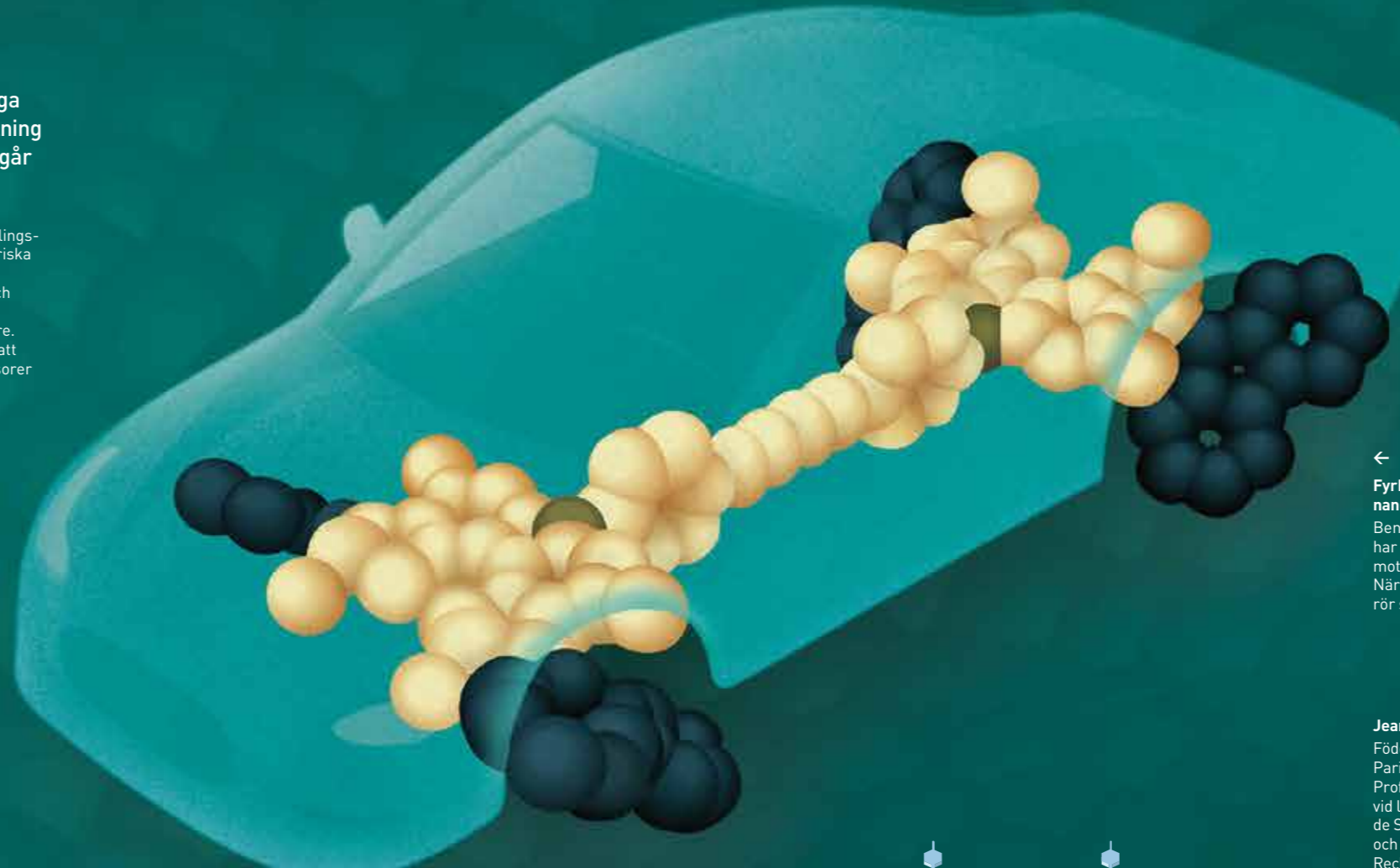


De byggde världens minsta maskiner

En väldigt liten hiss, konstgjorda muskler och minimala motorer. Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart och Bernard L. Feringa tilldelas Nobelpriset i kemi 2016 för deras formgivning och framställning av molekyllära maskiner. De har utvecklat molekyler vars rörelser går att kontrollera och som – när energi tillförs – kan utföra ett arbete.

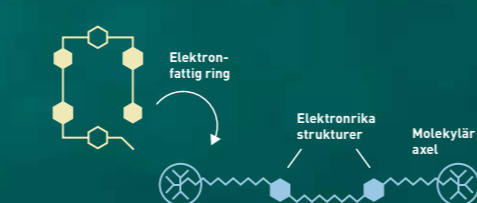
Utvecklingen inom datortekniken visar vilken revolution miniaturisering av teknik kan leda till. 2016 års Nobelpristagare i kemi har tagit fram maskiner som är tusen gånger tunnare än ett hårstrå. Normalt är all rörelse i kemiska system styrd av slumpen. I de molekyllära maskiner som nu belönas är rörelsen ordnad och har en riktning, vilket är en förutsättning för att de ska kunna utföra ett arbete.

Molekyllära maskiner befinner sig utvecklingsmässigt i samma stadium som den elektriska motorn på 1830-talet. Vetenskapsmän visade då upp diverse snurrande vevar och hjul utan att veta att det skulle leda fram till tvättmaskiner, fläktar och matberedare. Molekyllära maskiner kommer sannolikt att användas i exempelvis nya material, sensorer och energilagringssystem.



↑
Sauvage styr kemin bort från slumpen
För att en maskin ska kunna utföra ett arbete krävs att den består av delar som kan röra sig gentemot varandra. Jean-Pierre Sauvage tog fram en molekyl som uppfyllde detta krav när han 1983 länkade ihop två ringformade molekyler till en kedja, kallad *katenan*. Tack vare kedjans *mekaniska bindning* är ringarna fria att röra sig. År 1994 lyckades Sauvage få den ena ringen att kontrollerat snurra runt den andra.

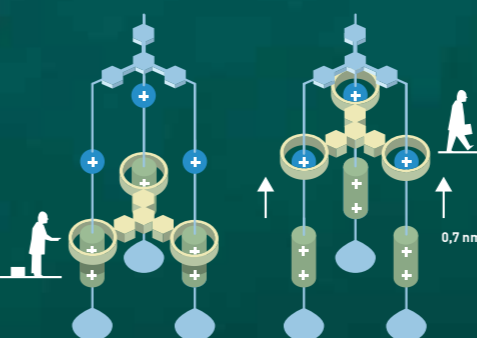
→
Stoddart utvecklar en molekyllär hiss
Fraser Stoddart trädde år 1991 en molekyllär ring på en tunn molekyllär axel och kunde 1994 styra ringens rörelse längs axeln. Han har använt liknande molekyler, kallade *rotaxaner*, för att utveckla en molekyllär hiss, en molekyllär muskel och ett molekylläsbaserat datorchip.



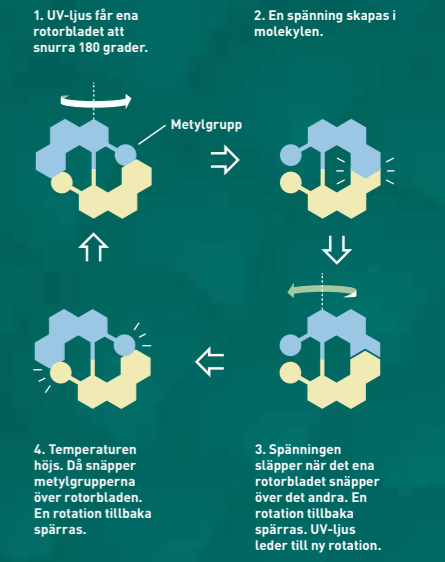
1. En ring träs upp på en molekyllär axel och sluts runt axeln.



2. Ringen sitter fast på axeln. När värme tillförs hoppar ringen mellan axelns två elektronrika strukturer.



3. Tre sammanfogade rotaxaner bildar Stoddarts molekyllära hiss. Den kan lyfta sig 0,7 nanometer.



←
Fyrhjulsdriven nanobil
Ben Feringas nanobil har en molekyllär motor i varje hörn. När de snurrar i takt rör sig bilen framåt.

↑
Feringa utvecklar första molekyllära motorn
Ben Feringa lyckades år 1999 få ett molekyllärt rotorblad att kontinuerligt snurra åt ett och samma håll. Han har optimerat motorn så att den kan snurra 12 miljoner varv per sekund. När de snurrar i takt har han bland annat designat en nanobil och fått rotation på en glasstav som är 10 000 gånger större än själva motorn.

Jean-Pierre Sauvage
Född 1944 i Paris, Frankrike. Professeur émérite vid L'Université de Strasbourg och Directeur de Recherche émérite vid Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Frankrike.

Sir J. Fraser Stoddart
Född 1942 i Edinburgh, Storbritannien. Board of Trustees Professor of Chemistry vid Northwestern University, Evanston, IL, USA.

Bernard L. Feringa
Född 1951 i Barger-Compascuum, Nederländerna. Professor i organisk kemi vid Rijksuniversiteit Groningen, Nederländerna.

