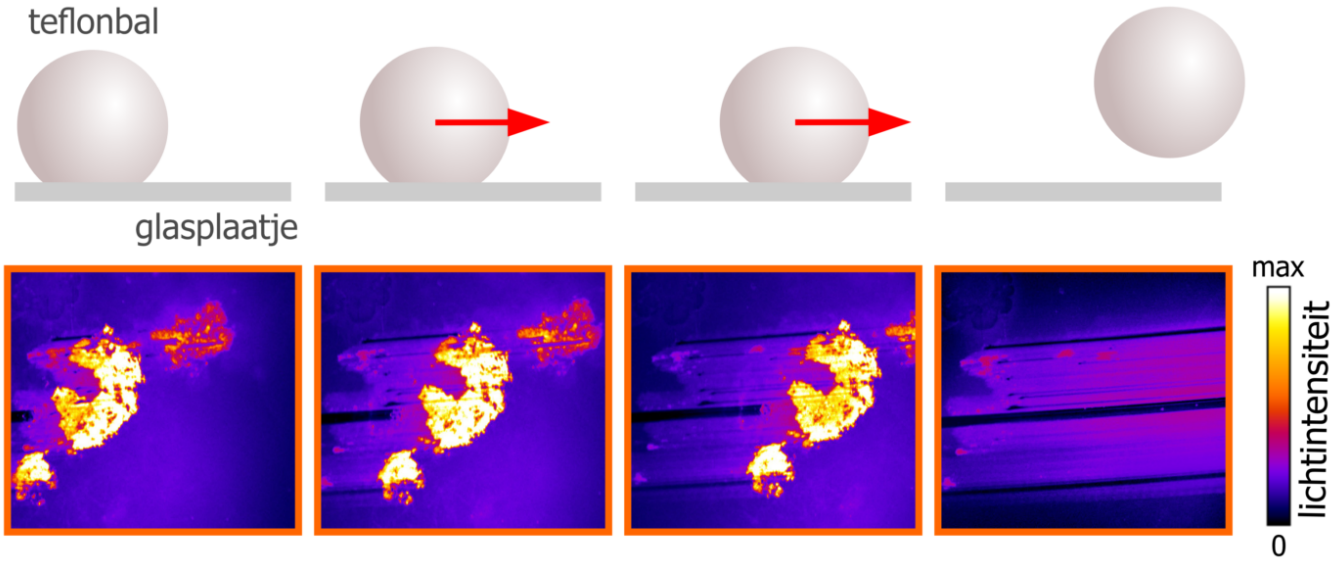
Teflon glibbert en glijdt over zichzelf

Teflon – bekend van de antiaanbaklaag in je pan – is een kunststof waar alles van afglijdt. Dankzij nieuw onderzoek weten we eindelijk waar die glibberigheid vandaan komt: het materiaal laat een ultradun laagje achter op objecten die eroverheen wrijven. Dingen glibberen dus niet over teflon heen, maar teflon glibbert juist over zichzelf.



Een teflonballetje op een glasplaat. De glasplaatjes die gebruikt zijn in dit onderzoek hebben een coating van speciale moleculen die licht geven wanneer ze onder druk komen te staan, zodat de onderzoekers precies kunnen zien waar en hoe hard iets er tegenaan drukt. Wanneer een teflonballetje over zo'n glasplaat schuift, laat het een duidelijk spoor achter, omdat het een laagje van zichzelf op de glasplaat achterlaat.

Polytetrafluorethyleen (PTFE), oftewel teflon, staat bekend om zijn glibberige en allesafstotende eigenschappen. Dit wondermateriaal werd 85 jaar geleden ontdekt, en kent heel veel toepassingen: als antiaanbaklaag in pannen, als waterdichte laag op regenjassen, als anti-wrijvingsmiddel in je fiets, voor het coaten van medische apparaten en als beschermlaag op laboratoriumapparatuur.

De wrijving van teflon is ongeveer net zo laag als die van een schaats op ijs. "Teflon is echt

een uitbijter, met een veel lagere wrijving per grootte van het wrijvingsoppervlak dan alle andere soorten plastics. We wisten alleen nog niet waaróm dit zo was. Daarom wilden we het mechanisme erachter beter begrijpen," zegt Hans Terwisscha-Dekker, promovendus aan de UvA.

Om dit te achterhalen, keken Terwisscha-Dekker en zijn collega's naar wat er op een heel kleine schaal gebeurt wanneer een teflonballetje van anderhalve millimeter doorsnede in aanraking komt met een ander oppervlak. Om dit te kunnen zien, gebruikten de onderzoekers als oppervlak een glasplaatje bedekt met speciale fluorescerende moleculen. Deze moleculen lichten op wanneer ze onder druk komen te staan, waardoor de onderzoekers precies konden zien waar het teflonballetje contact maakt en daarbij druk uitoefent op het glasplaatje.

Wanneer een teflonballetje in contact wordt gebracht met het glasplaatje, lichten delen van het plaatje op. Wordt het balletje hierna weer opgetild, dan stoppen de moleculen meteen weer met lichtgeven.

Maar als het balletje horizontaal over het glasplaatje wordt gesleept, dan laat het een verlicht spoor achter dat ook blijft wanneer het balletje weer wordt opgetild. "Het teflonballetje laat bij het slepen een heel dun laagje achter, van enkele nanometers dik, dat aan het tegenoppervlak blijft plakken. Hierdoor schuift de teflon als het ware over zichzelf, in plaats van over het tegenoppervlak," legt Terwisscha-Dekker uit.

Hij voegt toe: "Het was heel verrassend voor ons dat juist teflon zo´n laagje achterlaat, omdat het normaal gesproken helemaal niet blijft plakken. We hebben aangetoond dat de plakkracht van teflon – dus hoe makkelijk het aan een oppervlak blijft plakken – inderdaad heel laag is, maar toch groot genoeg om bij het slepen een laagje achter te laten omdat de interne samenhang van teflon in de buitenste paar nanometer nóg lager is.

"Er is nog heel weinig bekend over hoe wrijving werkt op fundamenteel niveau. Wanneer twee materialen in contact komen, gaan de moleculen of atomen waaruit ze bestaan interacties aan over hele kleine lengteschalen. Dit proces ligt verborgen tussen de twee materialen in, en is daardoor moeilijk te observeren. Wat wij hebben laten zien is dat soms niet de interacties tussen de materialen in, maar juist de interacties binnen in een van de materialen – teflon die een laag van zichzelf afschuift – de wrijving bepaalt."

Dit is bijzonder aan teflon, en verklaart waarom het zo glibberig is. Wanneer hetzelfde experiment wordt uitgevoerd met kleine balletjes van PMMA, oftewel plexiglas, blijft er geen verlicht spoor achter. Omdat PMMA en andere plastics geen laagje van zichzelf achterlaten, wordt hun wrijving bepaald door de interacties met het tegenoppervlak, en is hun wrijving een stuk groter.

De gevolgen van ons veelvuldige gebruik van verschillende soorten plastics wordt met dergelijk onderzoek onder de loep genomen. Terwisscha-Dekker: “Omdat teflon zoveel toepassingen kent, is het belangrijk om te weten dat het op deze manier afslijt wanneer er iets overheen schuift. Dat is zeker relevant als je iets in je teflonpan bakt!”

Publicatie

Why Teflon is so slippery while other polymers are not, Hans Terwisscha-Dekker, Tadeus Hogenelst, Roland Bliem, Bart Weber en Daniel Bonn. Phys. Rev. E 107, 024801 (2023).