Over wrijving en rode verkeerslichten

Stel je voor dat je op een drukke dag voor een zebrapad staat. Als het licht op rood staat, wacht iedereen – totdat iemand begint over te steken. Al snel volgen anderen, en uiteindelijk steekt de hele menigte over. Amsterdamse natuurkundigen hebben ontdekt dat er, als twee elkaar rakende oppervlakken beginnen te glijden, op microscopisch niveau een vergelijkbaar proces plaatsvindt.

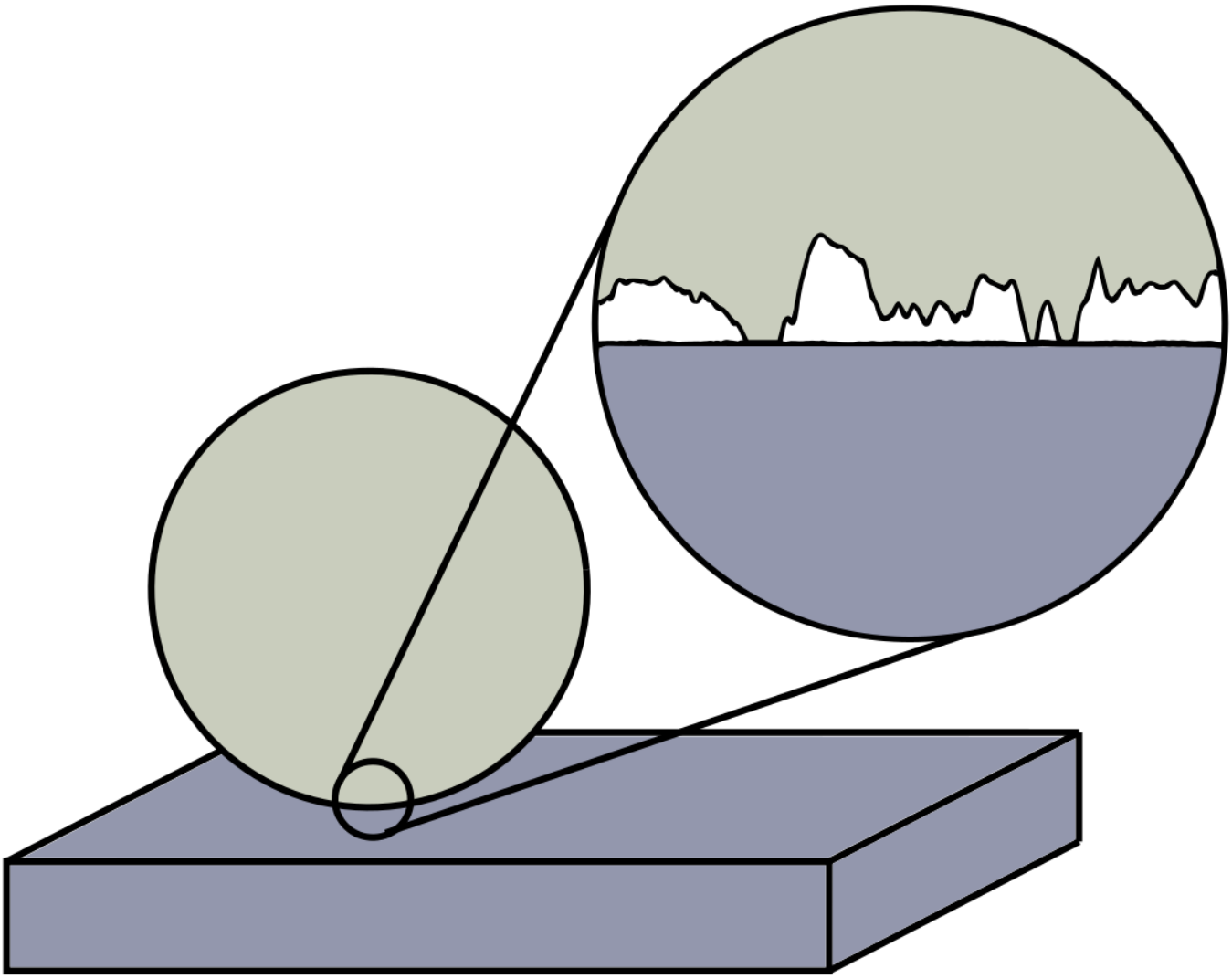
Wrijving en rode verkeerslichten. Als er één schaap over de dam is, volgen er meer. Hetzelfde geldt voor mensen bij een verkeerslicht – en verrassenderwijs ook voor langs elkaar glijdende oppervlakken. Illustratie: Lukas Kernell / Luukse Kunst.

In hun experiment drukten Liang Peng, Thibault Roch, Daniel Bonn en Bart Weber een glad

siliciumoppervlak tegen een ruw oppervlak. De onderzoekers, van de Universiteit van Amsterdam en het Advanced Research Center for Nanolithography, onderzochten vervolgens hoe de wrijving zich gedroeg wanneer de kracht waarmee de twee oppervlakken tegen elkaar werden gedrukt varieerde. Wordt het moeilijker om de twee oppervlakken langs elkaar te laten glijden als je harder drukt? En, belangrijker nog: waarom?

Begrijpen waarom

De hoeveelheid wrijving bleek het resultaat van een interessant onderliggend proces. Bij een lage uitgeoefende kracht draagt slechts één klein contactpunt – een ruwheidspiekje in de oppervlakken – de last, en moet er hard tegenaan worden geduwd voordat de oppervlakken losschieten en gaan glijden. Naarmate de kracht loodrecht op het grensvlak echter toeneemt, komen meer van zulke ruwheidspiekjes met elkaar in contact. Het team ontdekte dat, zodra een paar van zulke oneffenheden in dat geval beginnen te glijden, andere ook zullen volgen – net zoals de eerste moedige voetgangers een menigte aanzetten om over te steken.



Wrijving – ingezoomd. Een schets waarin sterk wordt ingezoomd op het grensvlak tussen twee materialen. Het ruwere materiaal (grijs, boven) raakt het gladdere materiaal (paars, onder) in diverse ruwheidspiekjes. Afbeelding: Bart Weber.

Als gevolg, misschien tegen onze intuïtie in, begint het oppervlak gemakkelijker te glijden en neemt de relatieve bewegingsweerstand – de zogenaamde statische wrijvingscoëfficiënt – af. Met behulp van een eenvoudig wiskundig model dat de experimenten ondersteunde konden de onderzoekers aantonen dat het collectieve gedrag van de ruwheidspiekjes verklaart waarom de statische wrijving afneemt bij hogere belasting.

“Sheepbuya crossing”. Wrijvingsvermindering geïllustreerd aan de hand van schapen die het beroemde Shibuya-kruispunt in Tokio oversteken. Illustratie: Lukas Kernell / Luukse Kunst

Van halfgeleiders tot aardbevingen

De resultaten vinden toepassingen op kleine en grote schaal. Op kleine schaal, bijvoorbeeld in de halfgeleiderindustrie, worden bij het maken van elektronische apparaten vaak gebogen oppervlakken op een vlakke tafel vastgeklemd. Dat resulteert in een oppervlak dat zich precies op de grens tussen slippen en niet slippen bevindt. Het nieuwe onderzoek verklaart hoe het inzetten van het glijproces wordt beïnvloed door de grootte van het contact, wat belangrijk is bij het nauwkeurig construeren van apparaten uit allerlei materialen.

Op grotere schaal zijn aardbevingen het gevolg van het onderling verschuiven van verschillende delen van de aardkorst. Inzicht in hoe deze verschuivingen beginnen en welke effecten belangrijk worden wanneer de grensvlakken groter worden, kan ons begrip van het ontstaan van aardbevingen vergroten en ons helpen om ze in de toekomst beter te voorspellen.

Publicatie

The decrease of static friction coefficient with interface growth from single to multi-asperity contact, Liang Peng, Thibault Roch, Daniel Bonn en Bart Weber. Physical Review Letters **134** (2025) 176202.

QU is sinds kort weer actief op Instagram! Volg ons voor nieuws en aankondigingen van nieuwe artikelen: https://www.instagram.com/quantumuniverse.nl/