

From: Hiske en Albert Loomans
Sent: donderdag 30 november 2017 17:38
To: Huib Bakker
Subject: Artikel NRC 29-11-2017 - schaatsen

Geachte heer Bakker,

Als enthousiast schaatser wil ik u een vraag stellen over het artikel in NRC van 29-11-2017: "Ook op keihard ijs schaats je over laagje koud water", waarin uw naam en het instituut AMOLF worden genoemd.

Van een moleculaire laag water op het ijs kan ik mij een voorstelling vormen en ik kan het ook als succesvol onderzoeksresultaat waarderen. Het verklaart onder meer het glijden over het ijs van diverse voorwerpen.

Maar hoe ziet de wetenschappelijke onderbouwing eruit dat een schaats met een scherpe kant in het ijs NIET wegglijdt en een spoor in het ijs achterlaat?

Ik ben benieuwd naar uw antwoord,
Met vriendelijke groet,
Albert Loomans

From: Huib Bakker
Sent: Monday, December 4, 2017 2:22 PM
To: Hiske en Albert Loomans
Subject: Artikel NRC 29-11-2017 - schaatsen

Beste Albert,

Dank voor je interesse in het NRC artikel en ons onderzoek!
Onze experimenten hebben aangetoond dat er een dun laagje (supergekoeld) water op het ijskristal zit waarvan we ook de dikte als functie van de temperatuur kunnen bepalen. Dit laagje kan als lubricant dienen als een voorwerp over het ijs beweegt, maar dat laatste hebben wij niet letterlijk laten zien.

Er is nu onderzoek gaande in samenwerking met de groepen van Daniel Bonn en Mischa Bonn wat er op wijst dat de rotatie van de mobiele watermoleculen aan het oppervlak een belangrijke rol speelt. Ook als een ijzer in het ijs snijdt zal er tussen het ijzer en het ijskristal een laagje water zitten, het waterachtige oppervlak is namelijk een intrinsieke eigenschap van de buitenste lagen van het ijs. Dat laagje wordt razendsnel gevormd terwijl het ijs wordt ingesneden. De vorming van zo'n waterlaag hangt namelijk af van hoe snel de interacties tussen de watermoleculen zich kunnen aanpassen, en dat is typisch op een tijdschaal van picoseconden (10^{-12} seconden). Dat is heel erg kort vergeleken met de typische tijdschaal waarop een ijzer door de lagen watermoleculen snijdt. Voorbeeld als je in 1 seconde 1 mm diep snijdt, dan zijn dat ongeveer 4.000.000 lagen watermoleculen in 1 seconde, d.w.z. 1 waterlaag in 0.25×10^{-6} seconde, wat dus heel traag is vergeleken met de aanpastijd van het ijsoppervlak van 10 picoseconden ($\sim 10^{-12}$ seconde).

Als je dus met een ultrasnelle camera het binnendringen van het ijzer in het ijs zou volgen, dan zou je zien dat zich tussen het insnijdende ijzer en het ijs zich voortdurend een laagje water bevindt. Dit laagje wordt steeds vrijwel instantaan gevormd uit de kristallijne lagen die de buitenste lagen van het ijs onder het insnijdende ijzer vormen. Dit komt dus niet door wrijving (hoewel dat wel kan bijdragen), maar is een intrinsieke eigenschap van ijs, althans bij temperaturen boven -50°C .

Je kunt je dan afvragen waarom een ijzer niet zijdelings wegglijdt en hoe je je kan afzetten. Dat komt door de richting van de kracht. Het waterlaagje glijdt alleen als de kracht langs het grensvlak van het waterlaagje en het ijskristal is gericht, dan rollen de watermoleculen over het kristallijne ijs. Dit geldt dus voor de onderkant van het (insnijdende) schaatsijzer. Aan de zijkanten van het insnijdende ijzer bevindt zich ook een waterlaagje tussen het ijzer en het ijs maar een kracht die ervoor zou zorgen dat het ijzer zijdelings zou wegglijden, is dan niet langs het grensvlak van dit waterlaagje en het ijskristal gericht, maar er loodrecht op. Dan is er wel weerstand.

Ook als je bij de afzet het ijzer schuin op het ijs zet, dan vormt zich ook weer een laagje water tussen het ijzer en ijs, maar de kracht is andermaal niet langs het grensvlak van water en ijs gericht, maar loodrecht op dit grensvlak. Je zet je dus af op een dun laagje water op kristallijn ijs.

Met vriendelijke groet,
Huib Bakker

From: Hiske en Albert Loomans
Sent: vrijdag 8 december 2017 17:40
To: Huib Bakker
Subject: Re: Artikel NRC 29-11-2017 - schaatsen

Beste Huib,

Heel hartelijk dank voor de uitgebreide uitleg van de eigenschappen van ijs en het antwoord op mijn vraag over het schaatsen. Het meest verrassende inzicht voor mij was de tijdschaal waarin de fenomenen van insnijden en moleculaire aanpassing zich afspelen.

Het afzetten van de schaats is mij nu ook duidelijk geworden met de krachtcomponent loodrecht op de ijswand.

Met vriendelijke groet,
Albert Loomans