

Af Christine Pepke Gunnarsson, KVANT

Kæmpekrater fra jernmeteor i Grønland

METEORIT. Et forskerhold under ledelse af forskere fra Center for GeoGenetik på Københavns Universitet har opdaget et gigantisk meteorkrater under indlandsisen i Nordgrønland. Det er første gang, at et krater af den størrelse er fundet under en af Jordens iskapper.



Figur 1. En kunstners bud på meteornedslaget i Nordvestgrønland. Maleri: Carl Christian Tofte.

Meteorkrateret måler mere end 31 km i diameter, og det placerer krateret blandt et af de 25 største kratere på Jorden. Krateret blev dannet, da en 1 km bred jernmeteor styrtede ned i Nordgrønland, og det har siden ligget skjult under mere end 1 km tyk is.

Krateret blev opdaget, da forskerne i december 2015 nærstuderede et helt nyt kort over topografien under Grønlands indlandsis. De bemærkede her en gigantisk, men hidtil upåagtet cirkulær fordybning under Hiawatha-gletsjeren ved indlandsisens rand i Nordgrønland.

I sommeren 2016 og 2017 besøgte forskerholdet Hiawatha-gletsjeren for at kortlægge tektoniske strukturer i geologien ud for gletsjerfoden og for at indsamle prøver af de sediment, som bliver vasket ud fra kraterets bund via en smeltevandsskud. Det viste sig, at en del af de udvaskede mineralkorn indeholdt chok-lameller dannet ved det voldsomme nedslag, og det er et afgørende bevis for, at fordybningen under Hiawatha-gletsjeren er et meteorkrater.

En af forskerne bag opdagelsen er Henning Haack, der har skrevet om meteoritter og solsystemets oprindelse i Kvant nr. 1 fra 2017. Han har for nylig holdt foredrag om opdagelsen i Selskabet for Naturlærens Udbredelse, og en optagelse fra foredraget vil blive lagt ud på www.youtube.com/c/DanskVidenskab.

K. H. Kjær m.fl. (2018) "A large impact crater beneath Hiawatha Glacier in northwest Greenland", *Science Advances*, bind 4, DOI: 10.1126/sciadv.aar8173

Ultrapræcise atomure

ATOMFYSIK. Forskere på NIST (National Institute of Standards and Technology) i Boulder, USA, har i et nyt forsøg vist deres atomure, der er så præcise, at de kan måle højdeforskelle på Jorden med en præcision på 1 cm.

Et atomur måler tiden som et antal overgange (svingninger) mellem to energitilstande i et atom. Et sekund er defineret ud fra en overgang i cæsium-133, som har en frekvens på ca. 9 GHz, og er således den tid, det tager atomet at svinge ca. 9 milliarder gange mellem de to energitilstande.

Atomurene på NIST består af flere tusinde ytterbium-atomer som holdes fast af laserbeams i såkaldt optiske gitter. Atomuret tikker med atomets resonansfrekvens, og urene matchede atomernes resonansfrekvens med en usikkerhed på $1,4 \times 10^{-18}$, og deres frekvensstabilitet over et døgn var på $3,2 \times 10^{-19}$. Målingerne var reproducerbare, og urene blev testet mod hinanden for at se, om de tikker på samme frekvens, hvilket viste en frekvensforskel i størrelsesordenen af 10^{-19} . Dermed har atomurene på NIST sat målerecord på både usikkerhed, stabilitet og reproducerbarhed.

Einsteins relativitetsteori fortæller, at ligesom et ur i bevægelse går langsommere end et stillestående ur, vil et ur i et stort tyngdepotentiale gå langsommere end et ur i et mindre tyngdepotentiale. Hvis to ure er placeret i to forskellige tyngdepotentialer (højder), vil de derfor gå forskelligt. Derfor kan urene på NIST bruges til at måle højdeforskelle, og ud fra urenes totale måleusikkerhed oplyser forskerne, at præcisionen er 1 cm. De mener også, at deres atomure kan bruges til at udforske geofysiske fænomener, måle gravitationsbølger og lede efter mørkt stof.

W. F. McGrew m. fl. (2018) "Atomic clock performance enabling geodesy below the centimetre level", *Nature* DOI: 10.1038/s41586-018-0738-2



Nye definitioner

SI-ENHEDER. I november i år har fire af SI-systemets grundenheder, nemlig kilogram, ampère, kelvin og mol fået nye definitioner.

En meter er defineret som den afstand, lyset tilbagelægger i et bestemt tidsrum, hvilket vil sige, at lyshastigheden er blevet tildelt en bestemt værdi. De nye definitioner af kilogram, ampère, kelvin og mol er også fastlagt ved, at fire relevante naturkonstanter har fået defineret en bestemt værdi.

Enheden for kilogram er den sidste enhed, der har været defineret ud fra en fysisk genstand. Siden 1899 har der i Sévres nær Paris været opbevaret en metalcylinder af platin og iridium, som har været prototypen på et kilogram. Men nu er også et kilogram defineret ved hjælp af en defineret værdi af Plancks konstant h .

Finn Berg Rasmussen har i KVANT nr. 1 fra 2012 skrevet om revisionerne af SI-systemet og herunder det arbejde, der gennem mange årtier er udført for at udvikle en vægt, som kunne forbinde en masse med Plancks konstant. Idéen er, at man bruger en ganske særlig vægt, kaldet en Watt- eller Kibble-vægt, som meget præcist kan bestemme den energi, det kræver at løfte et objekt, og herfra udlede objektets vægt.

I næste nummer af KVANT skriver Finn Berg Rasmussen om temperaturen og den nye kelvin.

Resolutions of the General Conference on Weights and Measures (CGPM): 26th meeting (13.-16. november 2018) www.bipm.org/en/CGPM/db/26/