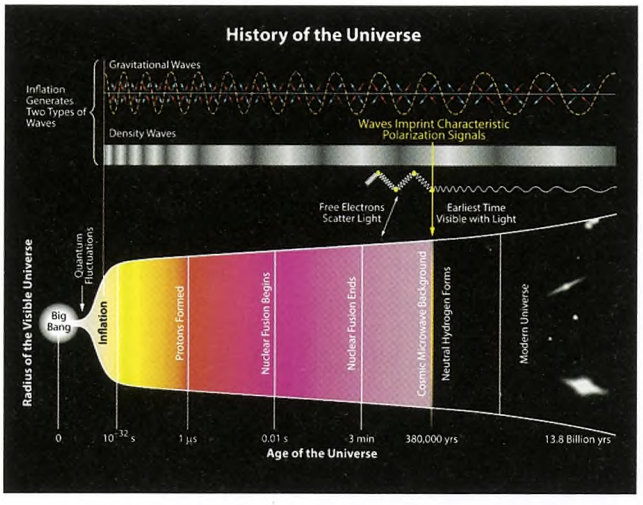
KVANT-nyheder

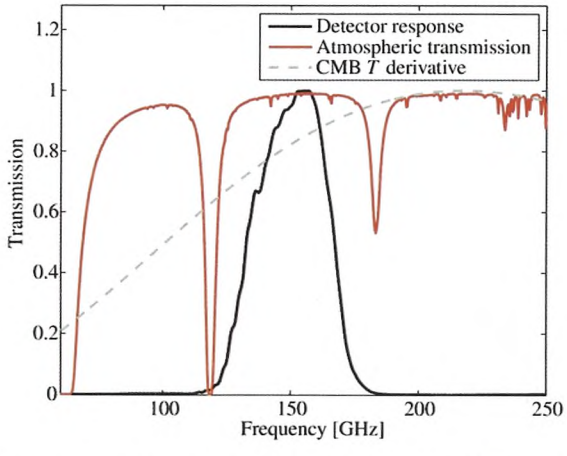
Af Sven Munk, KVANT

Skabte Big Bang gravitationsbølger?

KOSMOLOGI. Blandt astronomer og andre med interesse for Universet er det en almindelig opfattelse, at Big Bang var ledsaget af en kosmisk inflation, hvor Universet udvidede sig med en ekstremt stor hastighed. Da energitætheden var så voldsom og ekspansionen ikke skete som en perfekt kugleformet udvidelse, har forskere antaget, at denne proces har frembragt gravitationsbølger. Den elektromagnetiske stråling, som opstod kort tid efter Big Bang og hvis rester nu findes som en kosmisk mikrobølgebaggrundsstråling, påvirkes af gravitationsfelter. Ved at måle på den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling (elektromagnetiske bølger) skulle det således være muligt at registrere gravitationsbølger, som opstod da Universet blev dannet.

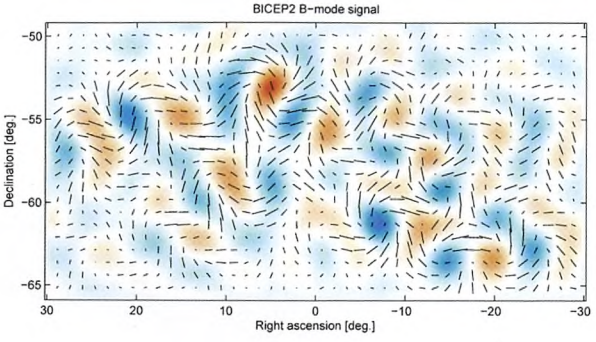


Dette er tankegangen bag opbygningen af specialteleskopet, BICEP2, på Antarktis. Der er efterhånden lavet en del målinger af temperaturvariationer i den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling, så BICEP2 skulle i stedet bestemme strålingens polarisation. Centerfrekvensen for målingerne er valgt til 149,8 GHz og båndbredden 42 GHz. Som det ses af figuren, ligger det valgte frekvensområde tæt på det sted, hvor baggrundsstrålingen (2,7 K) har sit maksimum.



For at en måling af strålingen overhovedet giver mening, skal detektoren være kølet ned til 250 mK. Elektroniske halvlederkomponenter er helt inaktive ved denne temperatur, så de strålingsfølsomme komponenter er 512 bolometre. Altså, styrken af den elektromagnetiske stråling bestemmes via opvarmning.

For at få fri passage tilbage imod Big Bang, har astronomerne fundet en "sort plet" på himmelen hvor forstyrrende forgrundskilder, som fx stjerner, støv og galakser, er minimale. Observationsfeltet måler ca. 15×30 grader, hvilket svarer til ca. 2 % af himmelen.



Billedet ovenfor viser hvorledes polarisationen af den modtagne stråling er orienteret. Det er sådanne resultater med efterfølgende komplekse matematiske beregninger, som får forskere til at konkludere, at gravitationsbølger har været på spil og at hypotesen om Universets inflation understøttes.

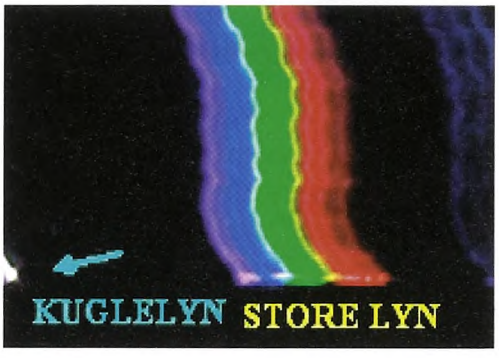
Der findes en omfattende dokumentsamling om emnet, så her nævnes blot et par kilder.

Kilder: BICEP2 2014 Release Papers, http://bicepkeck.org/#papers; http://arxiv.org/pdf/1403.3985; http://arxiv.org/abs/1403.3985.

Sjældent foto af kuglelyn

ATMOSFÆREFYSIK. Kuglelyn er så sjældne, at nogle forskere tvivler på, at de overhovedet forekommer. Blandt forskere, som har lyn som tema, er den fremherskende opfattelse dog, at disse – som det beskrives – kugleformede lysfænomener optræder sammen med normale lyn. Imidlertid savnes fortsat en videnskabelig forklaring på fænomenet.

Kinesiske forskere omkring Jianyong Cen var i 2012 på feltekspedition i det tibetanske højland (Qinghai-plateauet) for at studere lyn, som der er mange af på dette sted. Her oplevede de det usædvanlige at se et kuglelyn, som kom umiddelbart efter et (fra sky til jord)-lyn. Helt tilfældigt lykkedes det med et high-speed kamera at lave en farveoptagelse med en varighed på omkring 1 sekund. Forskerne beskrev farven som hvid i begyndelsen og rødlig ved afslutningen. De skønner, at det "runde" lyn havde en diameter på omkring 5 m med en langt mindre kugle inde i sig. Kuglelynet så ud til at bevæge sig omkring 10 m, medens det steg 3 m i højden. De kunne dog ikke bedømme højden over jorden.

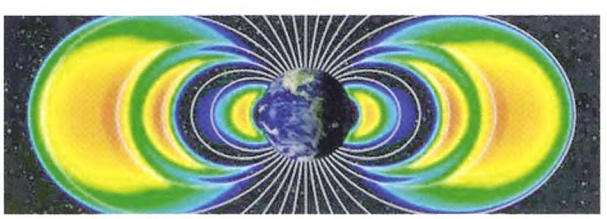


En efterfølgende spektralanalyse, som dog kun omfatter bølgelængder i intervallet 400-1000 nm (se billedet), mener forskerne afslører tilstedeværelsen af jern, silicium og calcium. På grund af det begrænsede bølgelængdeområde kunne aluminium ikke påvises. De tre registrede grundstoffer forekommer hyppigt i mineraler på jordoverfladen, så observationen synes at underbygge teorien om, at lyn ved nedslag får mineraler til at fordampe og ionisere. Det er de ioniserede atomer, som herefter udsender lys.

Kilder: J. Cen et al, Observation of the Optical and Spectral Characteristics of Ball Lightning, *Physical Review Letters*, 2014; http://prl.aps.org/abstract/PRL/v112/i3/e035001.

Nyt om van Allen-bæltet

ATMOSFÆREFYSIK. Efter opsendelse af van-Allen-sonden medio 2012 er det nu klarlagt, at dette bælte har langt mere struktur end tidligere antaget. Sorterer man elektronerne i det inderste strålingsbælte efter energi og tildeler dem passende farver, kan der dannes et billede, som kan minde om Zebralinjer. Dette mønster er mest tydeligt, når Solen er i "slumretilstand". Af dette drager forskerne den slutning, at Zebralinjerne opstår pga. jordens rotation. Der opstår tidsvarierende magnetiske og elektriske felter, som vekselvirker med elektroner i den øverste del af atmosfæren. Her har det også betydning, at den magnetiske nordpol ikke befinder sig samme sted, som den geografiske pol.



Førhen var forskerne tilbøjelige til at ignorere Jordens rotation, fordi jordens magnetfelt er ret svagt og fordi elektronerne bevæger sig med hastigheder, som minder om lysets. Computermodeller har bekræftet, at Jordens rotation har betydning og at resonansfænomener får virkningerne til at fremtræde så tydeligt.

Kilder: A.Y. Ukhorskiy et al., Rotationally driven 'zebra stripes' in Earth's inner radiation belt, *Nature*, 2014, http://dx.doi.org/10.1038/nature13046; Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, http://www.jhuapl.edu; Van Allen Probes, http://vanallenprobes.jhuapl.edu.

Vand i Jordens kappe

GEOFYSIK. Ved et tilfælde blev det i Canada opdaget, at en diamant fundet i Brasilien indeholdt mineralet Ringwoodit, som ved yderligere undersøgelser viste sig at indeholde 1,5 % vand. Diamanten (se billedet) stammer fra den såkaldte kappe-overgangszone, som ligger mellem 400 og 650 km inde i Jorden. Selv om forskerne har haft en formodning om, at denne overgangszone skulle indeholde store mængder vand, har det været vanskeligt få formodningen bekræftet definitivt.



Seismiske undersøgelser viser, at Jordens kappe hovedsageligt består af mineralet Olivin. I overgangszonen får Olivin på grund af det høje tryk ændret sin krystallinske struktur, nemlig til Wadsleyit og Ringwoodit. Disse kan optage vand i krystalstrukturen. Bevæger kappe-overgangszonen sig opad mod jordoverfladen svækkes trykket og krystalstrukturen bliver igen Olivin – og vandet forsvinder. At dette åbenbart ikke er sket med den fundne diamant vil forskerne forklare med, at den magma, som omgav diamanten har bevæget sig hurtigt opad. Måske et eksplosionsagtigt vulkanudbrud.

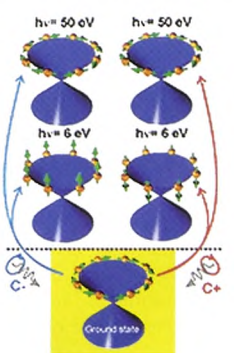
Summa summarum: Uanset at mængden af vand i kappen ikke kan angives præcist, føler forskerne, at vandmængden dog er stor nok til at påvirke de geologiske processer.

Kilder: D.G. Pearson et al., Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within diamond, *Nature*, 2014 http://dx.doi.org/10.1038/nature13080; Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta http://easweb.eas.ualberta.ca/person/pearg.

Topologiske isolatorer

FASTSTOFFYSIK. Der findes materialer, som besidder den særlige egenskab, at overfladen er elektrisk ledende medens det indre er en isolator. Denne materialekategori er opdaget indenfor de seneste år og den har fået betegnelsen topologiske isolatorer. Et eksempel herpå er Bismutselenid (Bi_2Se_3), som indtager hovedrollen i det følgende.

Et internationalt forskerteam har nu fundet ud af, at det er muligt at påvirke elektronspin i materialets overflade ved hjælp af lys. Bismutselenid blev bestrålet med cirkulært polariseret lys fra synkrotronen BESSY II i Berlin. Derved viste det sig, at materialet (spin) blev påvirket forskelligt, alt efter om strålingen havde stor fotonenergi (50-70 eV – vakuum UV) eller en lavere energi på 6 eV (UV).



Med henvisning til billedet kan følgende anføres: Systemets laveste energitilstand er markeret med gul. Langs kanten på det der ligner en skål ses en række grønne pile som angiver spinretningerne. Pilene peger i samme retning lags kanten (ligner markeringerne i en rundkørsel). På de to sider af det gule felt ses to fotoner forsynet med C– og C+. De angiver hvorledes den cirkulære polarisation roterer: CCW eller CW. Det man nu skal bemærke er, at når fotonenergien er 6 eV vil fotonens rotationsretning påvirke den måde elektronspin orienterer sig langs kanten. En foton med C– vil få elektronspin til at pege opad, medens det modsatte vil ske når fotonen er C+. Man kan derfor sige, at fotonens spin (rotationsretning) styrer retningen af elektronernes spin. Bliver fotonenergien stor (50 eV) forsvinder denne egenskab igen. Der kan næppe herske tvivl om, at denne egenskab ved topologiske isolatorer vil blive studeret grundigt i de nærmeste år. Kan det blive vejen til en optisk kvantecomputer?

Kilde: J. Sánchez-Barriga et al., Photoemission of Bi_2Se_3 with Circularly Polarized Light: Probe of Spin Polarization or Means for Spin Manipulation?, *Physical Review X*, 2014 http://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.4.011046