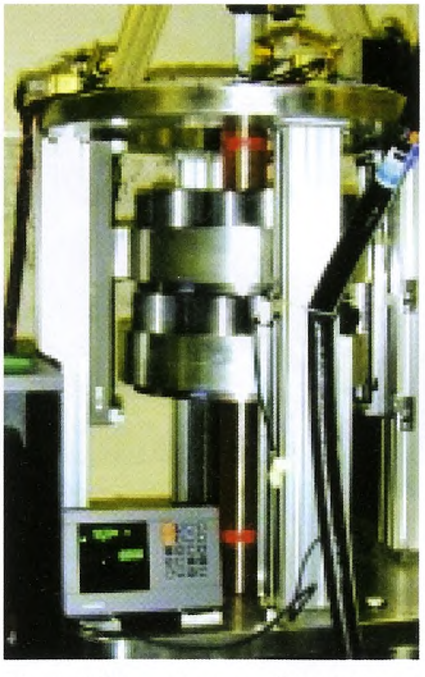
KVANT-nyheder

Af Sven Munk, KVANT

Gravitationskonstanten måles igen

TYNGDEKRAFTSFYSIK. I 1797 søgte Cavendish at bestemme gravitationskonstanten, G, ved at lade to ophængte metalkugler påvirke hinanden. Han opnåede værdien: $G = 6{,}6 \cdot 10^{-11}\mathrm{Nm}^2/\mathrm{kg}^2$. Hans efterfølger C.V. Boys erstattede værdien 6,6 med 6,6576.

Fra Italien kommer en melding om en ny måde at bestemme G på. Den betegnes *atominterferometri*. Man må nu forestille sig en stor metalblok (516 kg wolfram) med to ansamlinger af rubidiumatomer anbragt henholdsvis over og under den store masse. Den kraft, som virker på de to atomansamlinger, er forskellig, fordi den ansamling, som er under massen påvirkes opad, medens ansamlingen over påvirkes nedad. Øverste ansamling har større potentiel energi end den nederste. Her er det, at kvantemekanikken dukker op, fordi bølgefunktionen for materielle partikler påvirkes af energiniveauet. Stor energi betyder lille bølgelængde og omvendt. Her skimtes begrundelsen for at tale om atominterferometri. Billedet viser måleopstillingen. Den store masse af wolfram, der har en densitet som guld, befinder sig midt i billedet.



Principielt er målingen baseret på, hvordan enkeltatomer påvirkes. Rubidiumatomer inde i det lodrette rør afkøles til en temperatur tæt på 0 K ved hjælp af en laser. Herved mister de enkelte atomer deres identitet og bliver en del af et kvantemekanisk kollektiv. Forskerne skriver, at forskellen i tyngdekraft oppe og nede giver ændrede faserelationer mellem nogle energitilstande i atomerne. Denne faseforskel kan måles og dermed kan man sætte tal på gravitationskonstanten G. Forskerne angiver resultatet $G = 6{,}67191 \cdot 10^{-11}$ $\mathrm{Nm}^2/\mathrm{kg}^2$. Dette afviger en lille smule fra det, som anses for standard.

Kilder: G. Rosi et al., Precision measurement of the Newtonian gravitational constant using cold atoms, *Nature* **510**, 518-521, 26. juni 2014, http://doi.org/10.1038/nature13433; http://coldatoms.lens.unifi.it; Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, http://www.fisica.unifi.it/changelang-eng.html.

Positroner fra mørkt stof?

PARTIKELFYSIK. Projektet AMS (Alpha Magnetic Detector) [1], som har udført målinger på Den Internationale Rumstation ISS, har givet resultater, som nu er blevet analyseret nøjere. De opfangede positroner, som har en meget stor energi, 275 GeV, kan muligvis stamme fra henfald af mørkt stof.



Det er tidligere klarlagt, at der var et "overskud" af positroner, som forskerne ikke kunne forklare. Man vidste, at pulsarer (neutronstjerner med kraftige magnetfelter) kan danne positroner, men fordi strømmen af positroner synes at have samme styrke i alle retninger, passer dette ikke med ideen om pulsarer som kilde. En statistisk analyse af måleresultaterne viser, at strømmen af positroner har et maksimum ved 275 GeV. Dette passer fint med annihilation af partikler af mørkt stof med en energi på 1000 GeV, fremfører AMS-forskerne. For at skabe større klarhed må forskerne dog undersøge om og hvordan en endnu højere energi påvirker positronstrømmen.

Kilder: KVANT-nyheder nr. 2, 2013; L. Accardo et al., High Statistics Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5Ű500 GeV with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station, *Phys. Rev. Lett.* **113**, 18. sept. 2014, http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.121101; AMS, http://www.ams02.org.

Jets fra protostjerner

ASTROFYSIK. Nær sorte huller, kvasarer eller protostjerner kan der ofte iagttages stråler af lysende materie, som kan nå flere lysår ud i rummet. Med en ny model har forskere søgt at vise, hvorledes magnetfelter spiller en vigtig rolle for dannelse af sådanne stråler, når nye stjerner dannes. Ideen var at danne et plasma, som "indespærres" af et kraftigt magnetfelt.

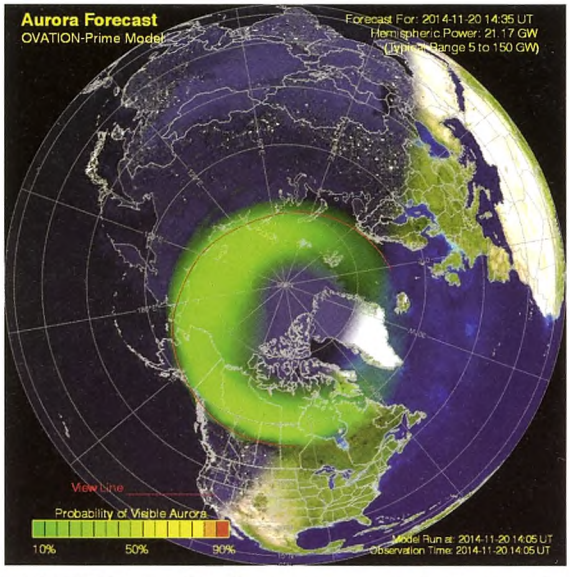


Plasmaet frembringes ved at sende en kraftig laserstråle ind i noget kunststof. Man skal forestille sig en elektrisk ledende sky, hvor ioner og elektroner hurtigt udbreder sig. Når en ny stjerne dannes sker noget tilsvarende. Når plasmaet bevæger sig, er det udsat for et pulserende magnetfelt. Herved koncentreres det, så det bliver cylinderformet (smal stråle med et "hul" i midten). Plasmaet bevæger sig nu som en stødbølge. Et forløb som tager 20 ns i laboratoriet, vil ved en stjernedannelse vare 6 år. Forskerne har sammenholdt det i laboratoriet målte med faktiske astronomiske observationer – og finder god overensstemmelse.

Kilder: B. Albertazzi et al., Laboratory formation of a scaled protostellar jet by coaligned poloidal magnetic field, *Science* **346** no. 6207 pp. 325-328 17. okt. 2014, http://doi.org/10.1126/science.1259694; Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses, École polytechnique, http://www.luli.polytechnique.fr/jsp/accueil.jsp?CODE=95805642&-amp;LANGUE=1

Aurora prognose

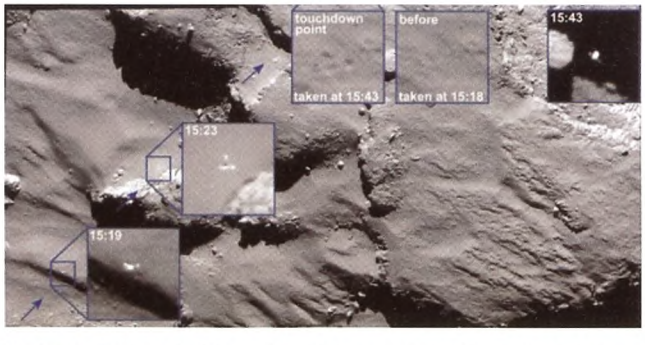
GEOFYSIK. Det er ganske vist sjældent, at der ses nordlys i Danmark, men et web-site kan øge sandsynligheden for at møde et sådant. Her tilbyder NASA med sin rumvejrsprognose SWPC sin hjælp. Det kan måske være svært at se detaljerne på billedet. Symbolikken skulle dog ikke være til at fejlfortolke. Se også billedet af nordlys på forsiden af dette nummer.



Kilde: OVATION Aurora, http://www.swpc.noaa.gov/ovation/index.html

Rosettas Philae-lander

KOMETFYSIK. Onsdag den 12. november 2014 ventede hele verden i spænding, da Rosetta-rumsondens lander, *Philae*, fløj ned mod kometen 67 P/Churyumov-Gerasimenko. De harpuner, der skulle afskydes og forankre rumsonden til overfladen, virkede ikke, og Philae hoppede således et par gange, før den endte i skyggen bag en klippeformation.



Da batteriet kun holdt godt et døgn, og solcellerne ikke kunne oplade dem foreløbig, gik forskerne straks igang med at foretage boreprøver og målinger på overfladen. Alle instrumenter virkede og Philae nåede at sende alle data tilbage inden den gik i dvaletilstand. Tiden må vise, om batterierne bliver ladet op igen, når kometen kommer tættere på Solen de næste måneder. Rosetta vil fortsat studere kometen fra sit kredsløb om kometen.

Kilde: Tycho Brahe Planetarium Nyhed den 18. november 2014.

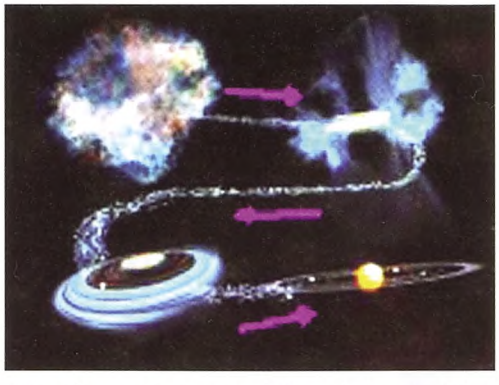
Sollys laver brint

FASTSTOFFYSIK. En analyse viser, at det ikke er optimalt at bruge Si-solceller til at fremstille brint. En forskergruppe i Lausanne har set på en anden mulighed, nemlig at kombinere brugen af den såkaldte Perovskit-solcelle med katalysatorer af jern og nikkel. Sidstnævnte erstatter de relativt dyre katalysatorer af Platin eller Rutheniumoxid. Perovskit-cellen er baseret på anvendelse af en lysaktiv, blyholdig salt (Methylammoniumblyhalid) og kræver en ret simpel fremstillingsproces. For at frembringe den, til elektrolysen nødvendige spænding på 2 V, skulle to af de nævnte celler serieforbindes. De to elektroder, hvis væsentlige bestandel var Ni hhv. Fe, var effektive ved både brint- og iltproduktionen. For at øge vandets elektriske ledningsevne var der tilsat natriumhydroxid. En kunstig sol belyste solcellerne, så det var praktisk muligt at beregne systemets virkningsgrad. Energiindholdet i den producerede brint i forhold til den tilførte "solenergi" opgives til 12,3 %. Forskerne konstaterede, at brint-udbyttet faldt i løbet af nogle timer, så projektet kan ikke anses for afsluttet.

Kilder: J. Luo et al., Water photolysis at 12.3 % efficiency via perovskite photovoltaics and Earth-abundant catalysts, Science **345** no. 6204 pp. 1593-1596, 26. sept. 2014, http://dx.doi.org/10.1126/science.1258307; Michael Grätzel, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, http://lpi.epfl.ch/graetzel.

Jordens vand ældre end Solen

PLANETFYSIK. Hvis Solsystemets vand hovedsageligt skulle være et resultat af lokale kemiske processer, som virkede mens Solen blev dannet, kunne vand-situationen være en helt anden i andre planeter. Dér kunne andre betingelser have dannet langt mindre vand. Hvis en stor del af vandet stammer fra det interstellare rum, virker det sandsynligt, at det – sammen med andre præbiotiske molekyler – ville spille en rolle ved dannelsen af andre planeter. Billedet skal vise, hvorledes en kosmisk støvsky over tid kontraherer for til sidst at blive en del af Solsystemet.



Vand består som bekendt af ilt og brint, og brint har en isotop – deuterium – der kan afsløre noget om dannelsen af vandet. Interstellart vand opstår ved meget lave temperaturer, hvorfor det indeholder forholdsvis meget deuterium. Hidtil har det været uklart, hvor meget deuterium dette vand mistede pga. høje temperaturer ved Solens dannelse – for herefter at blive retableret i det unge Solsystem.

Forskerne har omgået dette spørgsmål ved at undersøge mængden af deuterium, som kan opstå i en protoplanetarisk skive, når det interstellare vand er forsvundet helt. Svaret er klart, at det er utilstrækkeligt til at passe med de koncentrationer af deuterium, man nu finder i meteorer, kometer og Jordens have.

Af dette følger videre, at mellem 30 og 50 % af Jordens vand og mellem 60 og 100 % af vandet i kometer stammer fra den intergalaktiske støvsky, som blev til Solsystemet.

Kilder: L.I. Cleeves et al., The ancient heritage of water ice in the solar system, Science **345** no. 6204 pp. 1590-1593, 26. sept. 2014, http://dx.doi.org/10.1126/science.1258055; Conel Alexander, Carnegie Institution of Washington, https://dtm.carnegiescience.edu/people/conel-mod-alexander.