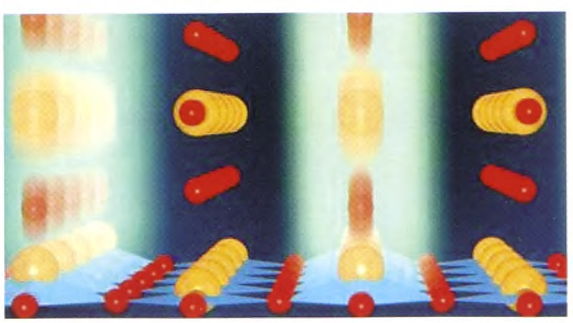
KVANT-nyheder

Af Sven Munk, KVANT

Superleder ved stuetemperatur?

FASTSTOFFYSIK. Man kender efterhånden mange materialer/stoffer, som bliver superledende ved meget lave temperaturer. Det vakte opmærksomhed, da man opdagede, at et keramisk materiale kunne blive superledende ved en relativ høj temperatur. Det drejer sig om det nu velkendte materiale Yttriumbariumkobberoxid (YBaCuO eller blot "YBCO"). Sidste år blev det påvist, at samme materiale kortvarigt kan blive superledende ved stuetemperatur, ved bestråling med en "IR-laser-blitz".

Forskerne giver følgende beskrivelse af mekanismen bag dette fænomen: Krystalgitteret i YBCO har skiftevis et ledende og ikke-ledende lag. Superledende strøm gennem det ikke-ledende lag kan normalt kun løbe, når temperaturen er langt under stuetemperatur.



Billedet illustrerer krystalstrukturen i YBCO. Det antydes, at atomerne er i bevægelse.

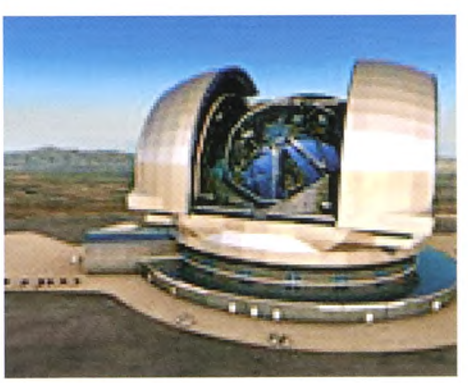
At IR-stråling kan fremkalde superledning virker ikke som en nærliggende idé, men forskerne udførte følgende eksperiment: IR-stråling blev sendt ind i en krystal af YBCO. Umiddelbart efter en IR-laser-puls fulgte en Röntgen-puls, hvis opgave var af afsløre, om der var sket ændringer i selve krystalstrukturen. Her blev det så afsløret, at det ikke-ledende lag kortvarigt blev en lille smule tyndere. Herved forbedres muligheden for at opretholde en superledende strøm. Dette forhold underbygges af de teoretiske beregninger, forskerne har udført. Andre superleder-forskere vil utvivlsomt finde resultatet interessant. Hvornår stuetemperatur-superledere bliver en del af hverdagen, tør ingen spå om.

Kilder: R. Mankowsky et al., "Nonlinear lattice dynamics as a basis for enhanced superconductivity in $YBa_2Cu_3O_{6.5}$", *Nature* 2014, http://dx.doi.org/10.1038/nature13875; Roman Mankowsky, Max-Planck-Institut für Struktur und Dynamik der Materie, http://qcmd.mpsd.mpg.de/index.php/roman-mankowsky.html.

Europæisk superteleskop: E-ELT

ASTRONOMI. ESO (European Southern Observatory) har besluttet at bruge én mia. euro på at bygge European Extremely Large Telescope (E-ELT). Teleskopet placeres på højderyggen Cerro Armazones i Atacama-ørkenen, Chile. Spejlet får en diameter på 39 m, og bliver således blandt de største i verden.

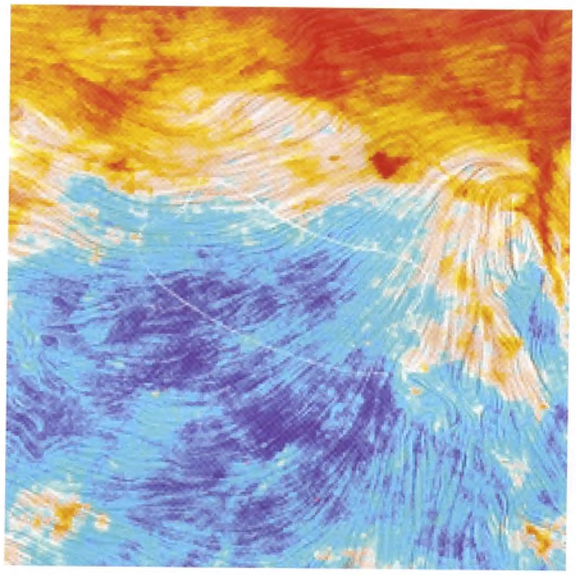
Ifølge planerne forventes det at være helt færdigt om 10 år, men det ser ud til at nogle typer af målinger kan begynde tidligere. Teleskopet skal arbejde i det synlige og nære infrarøde område af spektret. Temaer for forskningen vil være exoplaneter, stjerner i de nære galakser og det fjerne univers.



Kilder: http://www.eso.org/public/about-eso/faq/faq-e-elt; http://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso1440/messenger.pdf

Gravitationsbølger begravet i støv

KOSMOLOGI. I KVANT-nyheder nr. 2, 2014 blev det omtalt, at det med det specielle instrument BICEP2 via mikrobølgestråling var lykkedes at detektere gravitationsbølger stammende fra Big-Bang. Nyeste resultater fra rumteleskopet Planck afkræfter denne antagelse. Ved at sammenholde måledata fra BICEP2 med dem fra Planck er konklusionen nu, at de mikrobølgesignaler BICEP2 opfangede er påvirket af støj. Støjkilden er støv i vor egen galakse.



Billedet viser hvorledes Planck registrerer stråling fra det samme felt, som BICEP2 havde under observation. Stråling fra støvet er markeret med farverne rød til blå, hvor rød er kraftigst. I billedets øverste del ses ret meget af den røde farve, hvilket betyder at BICEP2 har opfanget meget mikrobølgestråling fra dette område. På billedet ses også noget, som ligner spaghetti. De giver oplysning om magnetfelter i området.

En kvalitet ved Plancks målinger er, at mikrobølgestrålingen er registreret ved 9 forskellige frekvenser. Herved er det lettere at frasortere den stråling, som kommer fra vor egen galakse.

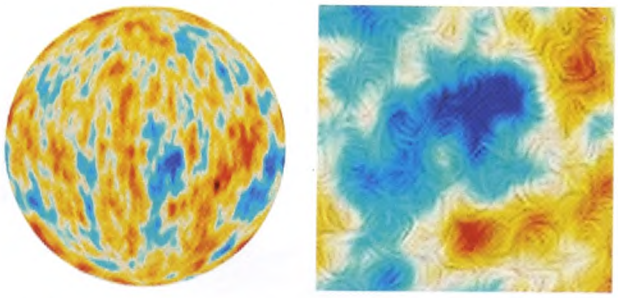
Selv om de nye målinger ikke bekræfter eksistensen af gravitationsbølger fra Big-Bang, kan man dog ikke konkludere, at sådanne ikke findes. *Physical Review Letters* vil bringe en artikel om emnet.

Kilder: http://sci.esa.int/planck; Rumteleskopet Planck, http://sci.esa.int/-planck/55362-planck-gravitational-waves-remain-elusive; John Kovac, Harvard University, https://www.cfa.harvard.edu/~jmkovac; BICEP2-Teleskop, http://www.cfa.harvard.edu/CMB/bicep2

Allerførste stjerner

KOSMOLOGI. Udviklingen af Universet efter Big Bang kan opdeles i forskellige faser. Eksempelvis var de første 350.000 år kendetegnet ved, at Universet ikke var transparent for elektromagnetisk stråling. Efterhånden som tiden gik, blev stofkoncentrationen og temperaturen mindre. Stabile atomer blev dannet og disse fandt sammen i gasskyer. På dette tidspunkt, var der ikke dannet stjerner – det skete først mange millioner år senere.

Det europæiske rumteleskop Planck har skabt det hidtil mest detaljerede billede ef eftergløden af Big Bang. Planck har opmålt den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling og derved bestemt strålingens temperatur og polarisation. Billedet til venstre viser hele himmelhvælvet, som set af Planck. Til højre er der zoomet ind på et udsnit. De spaghetti-formede strukturer afslører noget om magnetfelterne i rummet.



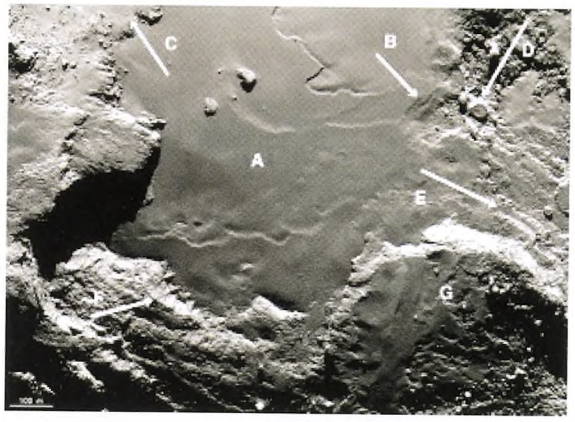
På basis af disse observationer konkluderer forskerne, at de første stjerner i Universet blev dannet 100 mio. år senere end hidtil antaget. Det vil sige 550 mio. år efter Big Bang.

Kilder: Planck 2015 Results, http://www.cosmos.esa.int/web/planck/publications; Planck-Mission (ESA), http://sci.esa.int/planck.

Nyt fra Rosettta-missionen

ASTRONOMI. Selv om landingen af modulet Philae på kometen ikke var helt vellykket, har Rosetta ikke desto mindre hentet interessante data hjem til forskerne. Sortere end kul er kometens overflade, så det bliver svært fremover at forestille sig kometer af frosset vand, værende hvid som sne. Overfladen er dækket af et tykt lag støv, som skjuler isen og de frosne gasser. Man må forestille sig det indre som en ret porøs struktur, hvor der også er mange stenbrokker. Når kometen er tæt på solen vil de flygtige dele fordampe og de mørke, faste stoffer forblive hvor de er.

Billedet viser kometens overflade med forskernes markering af interessante områder. Afstanden fra venstre til højre kant er ca. 1500 m.



Det sorte støvlag kan indeholde organisk stof (kulstof). Da Rosetta tog de første billeder, bemærkede forskerne, at kometen lignede et meget stort kødben, to klumper i hver sin ende. Der blev tænkt over, om kometen var dannet ved at to mindre kometer var stødt sammen. Forskerne peger nu på en anden mulighed. Måske er den "tynde" del af kometen opstået, fordi der her var en mere flygtig substans, som hurtigere er dampet af. Det var ventet, at afdampningen hovedsagelig ville være vanddamp, men man har i stedet fundet en stor koncentration af kuldioxid. Kometen og Rosetta vil være tættest på Solen d. 13. august, hvor forskerne så forventes at være særligt aktive.

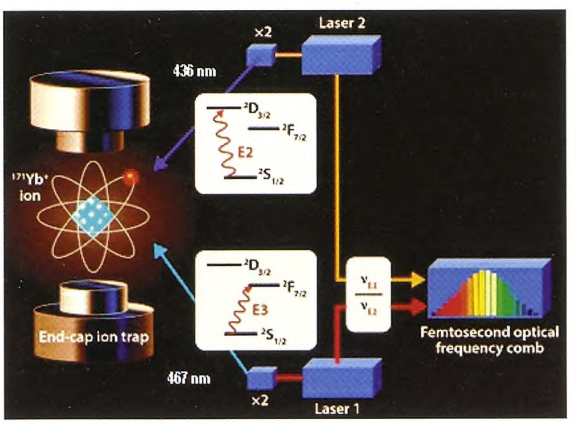
Kilder: Rosetta (ESA), http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/-Rosetta; Flere artikler i *Science*, 2015, fx N. Thomas et al., "The morphological diversity of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko", *Science* 2015, http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa0440.

Er naturkonstanterne virkelig konstante?

METROLOGI. Det ville få vidtrækkende konsekvenser, hvis naturkonstanterne mod forventning ikke er – netop konstante. På den anden side er det eksperimentelt vanskeligt at fastslå, at nogle naturkonstanter ikke ændrer sig bare en lille smule. Kosmologer og fysikere, som beskæftiger sig med "The Grand Unified Theory" kan forestille sig, at et ekspanderende univers kan påvirke naturkonstanterne. Nogle astronomiske målinger kan tolkes som bekræftelse, mens andre peger i modsat retning.

Den såkaldte "finstruktur-konstant", $\alpha = e^2/hc$, forbinder elektromagnetisme og kvantemekanik, og er derfor genstand for opmærksomhed, når temaet er naturkonstanternes stabilitet. En anden fysisk størrelse, som er interessant i denne sammenhæng, er forholdet mellem protonens masse (m_p) og elektronens masse (m_e) – altså m_p/m_e.

Forskere ved National Physical Laboratory (NPL), England – og Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Tyskland, har konstrueret et atomur med ekstrem stabilitet/nøjagtighed. Med et sådant ur kan man ikke alene måle tid, men også frekvenser og dermed lysbølgelængder. Det er således muligt, at måle om bølgelængden af lys fra de fjerneste egne af Universet er den samme, som stråling frembragt i laboratoriet.



Billedet fortæller i kompakt form, hvorledes måleopstillingen er designet og dens virkemåde. Centralt i måleprocessen er en Ytterbium-171 ion ($^{171}Yb^+$). Ytterbium-ionen befinder sig i en ionfælde, som ses helt til venstre. Den valgte atomversion har to elektron-energi-niveauer, som så at sige kan aktiveres hver for sig uden nogen gensidig påvirkning. To lasere med hver sin lysbølgelængde (467 nm og 436 nm) sender lys mod Ytterbium-ionen, hvor det absorberes, hvis bølgelængden passer eksakt med energigabet. En reguleringssløjfe fra ion-fælden tilbage til laseren sørger for, at laserlyset har den helt korrekte bølgelængde.

Bølgelængden på 467 nm svarer til energigabet E3 på figuren (nederst). For netop denne bølgelængde har NPL og PTB bestemt frekvensen af lyset. Det gav følgende:

NPL: 642.121.496.772.644,91 Hz

PTB: 642.121.496.772.645,36 Hz

En forskel på 0,45 Hz... Kan det gøres bedre?

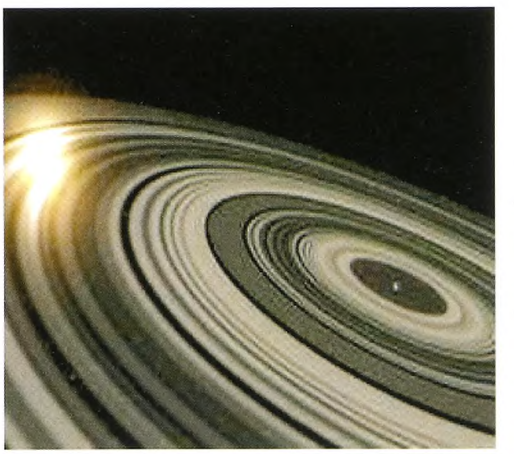
Kilder: R.M. Godun et al., "Frequency Ratio of Two Optical Clock Transitions in Yb^+171 and Constraints on the Time Variation of Fundamental Constants", *Phys. Rev. Lett.* **113**, 210801 (2014), http://journals.aps.org/prl; http://www.bipm.org/en/measurement-units/new-si.

Saturn i størrelse XL

ASTRONOMI. I en afstand af 430 lysår har man fundet exoplaneten J1407b. Denne er omgivet af et ringsystem, som er 200 gange større end Saturns. Huller i ringen tolkes sådan, at flere måner allerede kredser om J1407b.

Det er vist en udbredt opfattelse blandt astronomer, at planeter som Jupiter og Saturn i deres ungdom var omgivet af store skiver/ringe af gas og støv. I disse opstod så de måner/drabanter, som bevæger sig rundt om planeterne.

Fundet af exoplaneten J1407b kan kaste lys over, hvordan måner dannes, når afstanden til planeten er flere millioner km. Til historien hører også, at J1407b kredser om en ung stjerne (alder 16 mio. år) med omtrent samme masse som Solen.



Exoplaneten blev identificeret for 3 år siden ved hjælp af det automatiske afsøgningsprogram SuperWASP. J1409b afslørede sin tilstedeværelse, da den passerede den unge stjernes lysende overflade. I modsætning til det man ofte ser, når exoplaneter opdages, var der store fluktuationer i det opfangede lys. Disse variationer varer mere end 56 dage – hvilket er lang tid. Forskerne mener, at de har fundet forklaringen: J1407b er omgivet af et ringsystem med 37 ringe og en diameter på 120 mio. km. Ringene kan absorbere op til 95 % af stjernens stråling. Der må derfor være meget materie, som formentlig kan danne flere måner end den, der befinder sig 61 mio. km fra exoplaneten. Skal man tegne et billede af situationen er Saturn er godt bud.

Kilder: Matthew A. Kenworthy et al., "Modeling giant extrasolar ring systems in eclipse and the case of J1407b: sculpting by exomoons?", *Astrophys. Jour.* (i trykken), http://arxiv.org/abs/1501.05652; Matthew A. Kenworthy, Leiden University, http://home.strw.leidenuniv.nl/~kenworthy; SuperWASP, http://www.superwasp.org.

Solformørkelse den 20. marts

ASTRONOMI. Den 20. marts om morgenen vil der optræde en total solformørkelse, som er synlig omkring Færøerne. Flere hundrede danskere forventes at overvære denne begivenhed, bl.a. på turen omtalt i KVANT nr. 3, 2013. I Danmark bliver formørkelsen ca. 80 %.