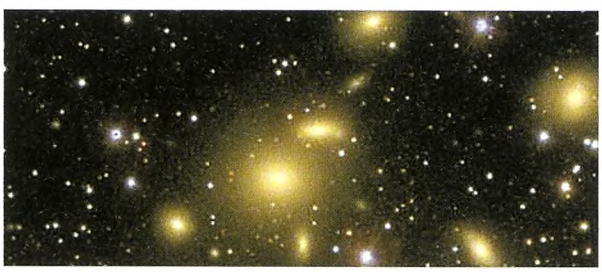
KVANT-nyheder

Af Sven Munk, KVANT

Forvokset sort hul

ASTRONOMI. I stjernebilledet Perseus 220 mill. lysår borte finder man galaksen NGC 1277, som rummer et supermassivt sort hul. Helt usædvanligt rummer dette sorte hul 59 % af massen i den fortættede del af galaksen. Omregnet til solmasser bliver det til 17 mia. Selv for astronomer er dette et meget stort tal, så en teoretisk forklaring på fænomenet efterlyses. Måske kunne det være et resultat af sammensmeltning af flere galakser, som hver bidrager med et sort hul.

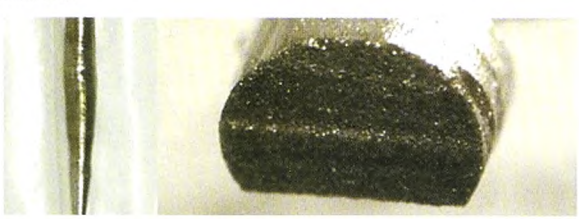


Billedet viser galaksehoben Perseus med NGC 1277 i midten. Denne er en såkaldt linseformet galakse – en overgangsform mellem spiral- og elliptisk galakse. Ud fra galaksens udseende var astronomernes forventning, at det sorte hul i centrum ville have en masse på 30 mio. gange Solens masse.

Kilder: An over-massive black hole in the compact lenticular galaxy NGC 1277, Remco C.E. van den Bosch et al., *Nature* **491**, 729-731 2012.

Hemmelighedsfuld Uranforbindelse

KERNEFYSIK. I mere end 25 år har en sjælden forbindelse af uran, ruthenium og silicium drillet fysikere. Når stoffet afkøles til 18 K viser det typiske tegn på en faseovergang, men hverken krystalstruktur eller atomernes placering i krystallet forandres.



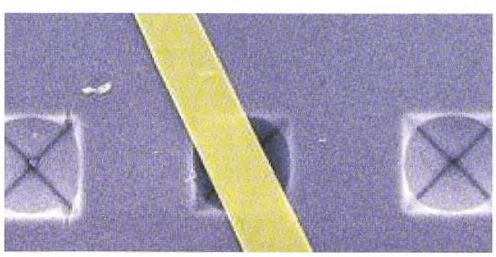
Siden 1985, hvor fysikere første gang mødte de uforklarlige magnetiske og superledende egenskaber i uran-ruthenium-silicid ved lav temperatur, har der været fremsat mange teorier. Den nyeste fremsat af Piers Coleman er baseret på en mulig kobling mellem uran-ioner og relativt frie og mobile elektroner i yderste orbital. Dette kan matematisk behandles som spinorer. Ved faseovergangen bliver de magnetiske spin således orienterede som i antiferromagnetiske materialer.

Forskerne antyder, at denne spinor-model måske kan være inspiration, når man vil behandle højtemperatur-superledere teoretisk.

Kilder: Hastatic order in the heavy-fermion compound URu_2Si_2, Premala Chandra et al., *Nature* **493** (7434) 2013. Center for Materials Theory, Rutgers University, Piscataway.

Halvleder afkøles med laserlys

FASTSTOFFYSIK. Det valgte halvledermateriale er cadmiumsulfid (CdS), der belyses med grønne lyspulser (532 nm) fra en laser. Lyset absorberes af halvledermaterialet hvorved elektroner exciteres. Dette beskriver fysikere med begreber som excitoner og fononer, som efter meget kort tid udsender luminiscens-lys. Dette kræver dog en større energi end fotonenergien i laserslyset, så fotonerne i luminiscenslyset "stjæler" energi (varme) fra halvledermaterialet, hvorved dette afkøles. Ved forsøg udført med halvlederen ved stuetemperatur kunne temperaturen sænkes med 40 K.



Den gule stribe på billedet skulle være CdS med mikroskopiske dimensioner (nano) og det blå beskrives som et strukturet silicium-underlag. Hvorvidt dette silicium blot er tilfældigt valgt eller om strukturen har betydning for forsøget fremgår ikke klart.

Kilder: Laser cooling of a semiconductor by 40 kelvin, Jun Zhang et al., *Nature* **493**, 504-508 2013. Nanyang Technological University.

Vulkanisme på Venus?

ASTRONOMI. Langtidsvariationer i koncentrationen af svovldioxid i Venus øvre atmosfære kan tolkes som udtryk for vulkanisme på planeten. Da den europæiske rumsonde "Venus Express" ankom i 2006 blev koncentrationen af svovldioxid målt til at være 10 gange større end forventet. Herefter er koncentrationen faldet til 1/10 af det i 2006 målte.

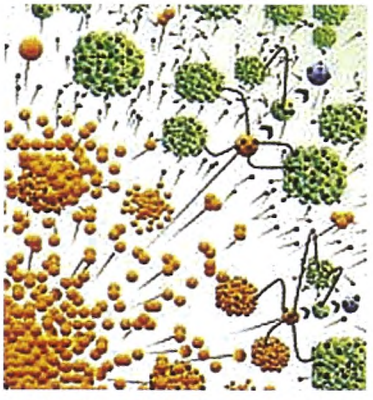
I den øvre atmosfære nedbryder sollyset svovldioxid i løbet af et par dage. At koncentrationen af svovldioxid overhovedet er steget viser, at en eller anden mekanisme må have transporteret dette stof opad. Den nedre del af atmosfæren indeholder svovl i meget store mængder. Dette tolker forskerne som et klart vidnesbyrd om, at vulkanisme er forekommet, men om der fortsat er aktive vulkaner er ikke endelig afklaret. "Venus Express" har ved tidligere målinger konstateret at svovldioxid-koncentrationen kunne variere inden for et par dage.

Kilder: Variations of sulphur dioxide at the cloud top of Venus's dynamic atmosphere, Emmanuel Marcq et al., *Nature Geoscience* **6**, 25-28 (2013). LATMOS; Venus Express.

Neutrale atomer med høj hastighed

ATOMFYSIK. En ny metode gør det muligt at tilføre neutrale atomer en kinetisk energi på op til 1 MeV, hvilket er ret usædvanligt. At det nødvendige udstyr kan være på et skrivebord er ikke mindre bemærkelsesværdigt. Neutrale atomer påvirkes ikke af elektriske og magnetiske felter, hvilket betyder at de kan skydes langt ind i materialer.

Accelerationsprocessen består af tre trin, som er søgt illustreret med billedet.



Trin 1. En ultrakort intensiv laserpuls sendes mod en nano-cluster af neutrale argon-atomer. Disse atomer bliver derved effektivt ioniseret – hvilket betyder, at der kan frigøres op til 12 elektroner fra hvert atom.

Trin 2. Elektronerne flyver ind i "kolde" nano-clustere, som befinder sig tæt på. Dette medfører, at disse argon-atomer bringes i Rydberg-tilstande (elektroner løftes op i et højt energiniveau uden at blive frigjort fra atomerne). Elektronerne er med andre ord svagt bundne og kan derfor let flytte sig over til andre atomer.

Trin 3. Nogle nanosekunder efter laser-pulsen følger, de noget langsommere ioner, efter elektronerne. Den elektriske frastødning, som skyldes de positive ioner, får nano-clusterne til at eksplodere. Samtidig er argon-ionerne tilført en kinetisk energi på op til 1 MeV. På den få mm lange færd gennem kolde nano-clustere vekselvirker de med de argon-atomer, som befinder sig i Rydberg-tilstande. Under passagen "stjæler" clusterne de exciterede elektroner. De positivt ladede argon-ioner er herved blevet elektrisk neutrale, men har samtidig bevaret den store kinetiske energi.

Forskerne har gentaget forsøget med kuldioxid (gas) og kunne konstatere, at det var vellykket.

Som potentielle anvendelser nævner forskerne: Lithografi (mikro- og nanostrukturer) og Tokamak-fusionsreaktorer.

Kilder: A compact laser-driven plasma accelerator for megaelectronvolt-energy neutral atoms, R. Rajeev et al., *Nature Physics* **9**, 185-190 (2013). Ultrashort Pulse High Intensity Laser Laboratory at Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai.

Fisk anvender optisk kamuflage

OPTIK. Spejlende overflader vil i større eller mindre grad polarisere det lys som reflekteres. Sølvfarvede fisk som sild, sardin og brisling har dog spejlende overflader, som reducerer en sådan polaristaionseffekt. Derved bliver det sværere for rovfisk (delfiner og tunfisk) at opdage dem i vandet.



Huden på de nævnte fiskearter består af en flerlagsstruktur af såkaldte guaninkrystaller. Hidtil har man antaget, at lyset ved refleksion blev stærkt polariseret, men forskerne har nu fundet, at der i fiskenes hud er to forskellige former for guaninkrystaller. De to typer har forskellige optiske egenskaber og dermed også i forskellig grad polariserer det reflekterede lys. Slutresultatet er, at fiskene ikke afsløres af stærkt polariseret reflekteret lys.

Kilder: Non-polarizing broadband multilayer reflectors in fish, T. Jordan et al., *Nature Photonics* okt. 2012; DOI: 10.1038/nphoton.2012.260. School of Biological Sciences Bristol.

Sprites set fra ISS

RUMFYSIK. Sprites er elektriske udladninger (som lyn) i den øverste del af atmosfæren. Dette er dokumenteret med fotografiske optagelser fra Jorden (se fx KVANT nr. 3, 2012). Optagelser fra rummet giver et bedre overblik, fordi udladningerne sker over skylaget. På figuren ses lyn og en sprite (rød).

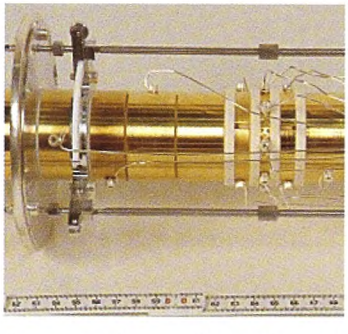


Besætningen på rumstationen ISS har nu lavet optagelser af tordenvejr. Ved at gennemse 20 timers video lykkedes det at finde 15 udladninger. Varigheden af en sprite-udladning er nogle millisekunder, så videoen skulle analyseres billede for billede. Som ekstra gevist blev der opdaget 50 meteorer og tusindvis af almindelige lyn.

Kilder: Color pictures of sprites from non-dedicated observation on board the International Space Station, Augustin Jehl et al., *Jour. Geophys. Res.*, 2013; DOI: 10.1029/2012JA018144. NASA Crew Earth Observations (CEO).

Tungeste atomer på vægten

KERNEFYSIK. Det har nærmest været et permanent problem at bestemme masse af de kunstige radioaktive kerner, som er tungere end uran. Generelt er der to problemer: små stofmængder og korte levetider (halveringstid). Her kan tilføjes, at fysikerne også gerne vil vide noget om en kernes stabilitet. Hvis proton- og neutrontallet er et af de magiske tal: 2, 8, 20, 28, 50 eller 82 vil kernen være mest stabil. For de transurane atomer har der været nogen usikkerhed om, hvorvidt det magiske tal er 152.



Massen bestemmes v.h.a. en "vægt", som i virkeligheden er en ion-fælde (Penning-type). Elektriske og magnetiske felter kan holde på ioner medens de roterer med cyklotronfrekvensen. Denne frekvens er bestemt af magnetfeltets styrke og atomets masse.

Ved at måle grundstofferne nobelium (102 protoner) og lawrencium (103 protoner) med fokus på neutrontallet 152. De to nævnte grundstoffer blev fremstillet ved at beskyde Pb-hhv Bi-film med energirige Ca-atomer. Fremstillingsmetoden indebar, at der blev dannet atomkerner med 150 og op til 153 neutroner. Med halveringstider på mellem 2 og 100 sek. var der tid nok til at bestemme masserne.

De udførte målinger tyder på, at 152 er et magisk tal.

I det videre perspektiv skal målingerne ses som et skridt i den rigtige retning mod at få besvaret spørgsmålet: Findes der en "ø" af stabilitet for nuklider med 120 protoner og 184 neutroner ?

Kilde: Direct Mapping of Nuclear Shell Effects in the Heaviest Elements, E. Minaya Ramirez et al., *Science* **337**, s. 1207-1210 (2012).