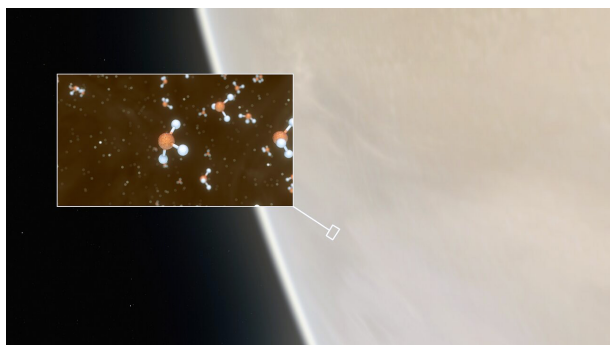


Kvant-nyheder

Christine Pepke Gunnarsson, Kvant

Liv på Venus?

ASTROBIOLOGI. Når vi taler om liv andre steder i solsystemet, er det normalt om planeten Mars, da den er den oplagte kandidat pga. dens ligheder med Jorden. Nu har forskere fra Cardiff Universitet fundet molekylet fosfin PH_3 i skyerne på Venus, og det får dem til at overveje, om der er mulighed for liv på den ellers så ubeboelige planet. På Jorden dannes den giftige gas fosfin nemlig af mikrober, der lever i anaerobe miljøer (uden ilt), og da vi kun kender dannelsen af fosfin derfra (udover fra industriel fremstilling), er fundet af fosfin en mulig indikation af liv i form af mikrober på Venus. Venus er ellers ikke en planet, der bliver forbundet med liv, som vi kender det på Jorden. Gennemsnitstemperaturen på overfladen af Venus er 464°C , og trykket er 91 atmosfære, hvilket er ekstremt højt og svarer til et tryk ca. 1 km under havet på Jorden. Venus' atmosfære består af 96% CO_2 og er fyldt med svovlskyer. Det er svært at udforske Venus pga. de ekstreme forhold, og rumfartøjer, der er landet på overfladen, har kun overlevet i et par timer. Derfor er en indikation af liv på Venus ekstra interessant.



Astronomer har før overvejet, om der kunne eksistere mikrober i Venus' skyer, da skyerne, selvom de indeholder meget syre, ikke er brændende varme som overfladen. I en højde af ca. 50 km over overfladen er temperaturen i skyerne ca. 30°C , og trykket minder mere om Jordens atmosfære. Derfor giver det mening, at der kunne være liv her.

Forskerne måler fosfin med spektroskopi. De anvendte først James Clerk Maxwell-teleskopet på Hawaii og så på absorptionsspekteret fra Venus. Når stråling passerer gennem Venus' atmosfære, vil molekyler og atomer i atmosfæren absorbere noget af strålingen ved bølgelængder, der svarer til energiovergange i molekylerne/atomerne. Absorptionsspektrene er en slags fingeraftryk for molekylerne, da man ud fra hvilke bølgelængder, der absorberes, kan se hvilke molekyler, der er til stede i atmosfæren. I Venus' atmosfære var der en absorption af stråling ved en af bølgelængderne svarende til fosfin. Herefter brugte de det mere følsomme ALMA-teleskop i Chile til at bekræfte målingen.

Fosfinmolekyler bliver hurtigt nedbrudt af UV-stråling fra Solen, så når man kan måle fosfin i Venus'

atmosfære, må det betyde, at der er processer til stede på Venus, der stadig danner det. Forskerne har målt en fosfinkoncentration på 20 ppb (20 molekyler pr. milliard), hvilket måske lyder af lidt, men er 1000 gange højere end koncentrationen her på Jorden. De har herefter udregnet, hvor meget fosfin, der kunne produceres naturligt på Venus ved at undersøge fotoke-miske og geokemiske reaktioner samt lyn og partikler fra Solen som en kilde til fosfindannelse. De har desuden overvejet meteornedslag fra meteoriter indeholdende fosfor. Dog kan alle disse processer til sammen ikke forklare hele mængden af den målte fosfin, og derfor har man foreslået, at der kan være tale om mikrober, der producerer resten af den målte fosfin.

Venus har været mere beboelig for milliarder af år siden, da der dengang var et køligere klima og endda oceaner på overfladen. Det er også muligt, at der engang har været liv på Venus. Men efter at drivhuseffekten på Venus løb løbsk, har den ekstreme globale opvarmning fordampet havene og øget overfladetemperaturen.

Forskerne nævner dog, at det stadig er usikkert, om der er liv i form af mikrober på Venus, da det er muligt, at fosfindannelsen kan forklares ud fra endnu ukendte fotokemiske eller geokemiske reaktioner. Desuden målte de kun fosfin ved én bølgelængde i absorptionsspekteret, og teorien ville stå stærkere, hvis der havde været flere absorberede bølgelængder i spekteret svarende til andre energiovergange i fosfinmolekylerne. Der er derfor brug for flere undersøgelser til endelig at bekræfte, at der er tale om fosfindannende mekanismer. Allerede nu har både NASA og ESA planlagt missioner til Venus, der bl.a. skal undersøge og tage prøver fra atmosfæren samt kortlægge overfladen, og derudover vil det lille amerikanske firma Rocket Lab til Venus netop for at lede efter liv, så måske kan de missioner hjælpe os med at forstå fosfindannelsen.

Det skal nævnes, at forskere fra MIT faktisk har undersøgt, hvordan mikrober kunne overleve i Venus' skyer ved at skærme sig selv i dråber. Deres forskning (se kilde) blev udgivet en måned inden, at fosfinmålingen blev offentliggjort.

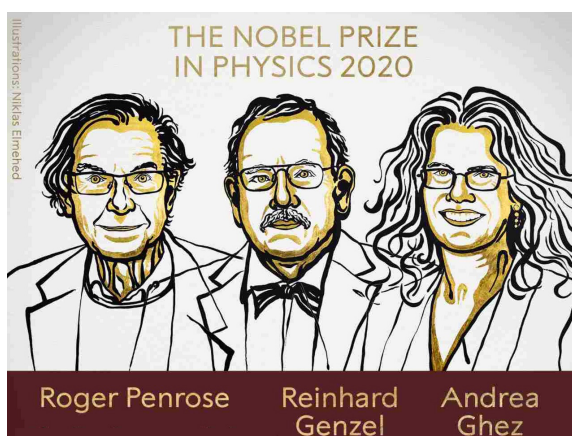
Målingerne er dog siden blevet kritiseret, da der er meget støj i datasætterne og forskere fra Glasgow Universitet mener, at det er mere sandsynligt, at fosfinproduktionen skyldes en endnu ukendt kemisk reaktion. Vi ved meget lidt om Venus' kemi, og kan derfor ikke antage, at den samme kendte kemi finder sted på både Jorden og Venus, hvilket Cardiffforskernes argument bygger på. Cardiffgruppen har efter kritikken analyseret deres data igen og fundet en kalibreringsfejl, som gav meget støj. Det viste sig, at fosfinkoncentrationen var syv gange mindre end først antaget. De kendte kemiske processer på Venus kan dog stadig ikke forklare den målte fosfinkoncentration, men forskerne har nu erkendt at fosfinsignalet også kunne stamme fra

svovldioxid (SO₂), da en af absorptionslinjerne af SO₂ kan overlape med den målte fosfinlinje.

Kilde: J.S. Greaves m.fl. (2020) Phosphine gas in the cloud decks of Venus, *Nat.Astron.* og S. Seager m.fl. (2020) The Venusian Lower Atmosphere Haze as a Depot for Desiccated Microbial Life: A Proposed Life Cycle for Persistence of the Venusian Aerial Biosphere, *Astrobiology*.

Nobelprisen i fysik 2020

ASTROFYSIK. Nobelprisen i fysik gik i år til Roger Penrose (Oxford Universitet), Reinhard Genzel (Max Planck-instituttet og Berkeley Universitet) og Andrea Ghez (Los Angeles Universitet) for deres forskning i sorte huller. Penrose får halvdelen af prisen for opdagelsen af, at sorte huller er en direkte konsekvens af generel relativitetsteori, mens Genzel og Ghez deler den anden halvdel for opdagelsen af et usynligt og ekstremt tungt objekt i midten af Mælkevejen, hvis eneste forklaring er et supermassivt sort hul. Ghez er den fjerde kvinde, der får Nobelprisen i fysik.



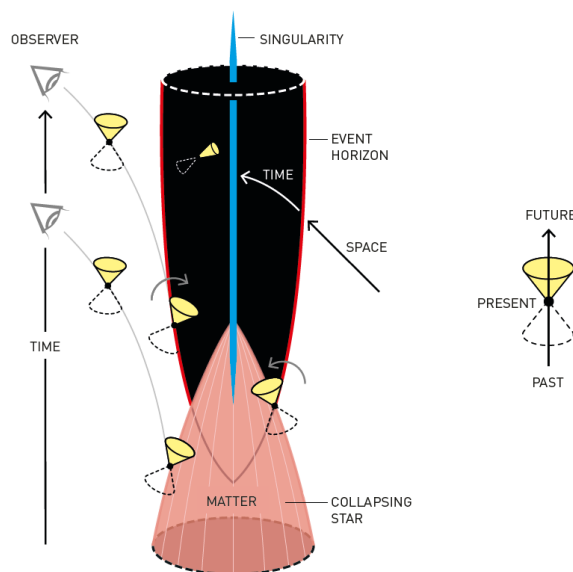
Einstein troede ikke selv på eksistensen af sorte huller, men i 1965 (10 år efter Einsteins død) beviste Penrose, at dannelsen af sorte huller er en forudsigelse fra Einsteins generelle relativitetsteori. Når en tung stjerne løber tør for fusionsmateriale og ikke længere kan opretholde et strålingstryk udadtil, kolliderer den under sin egen tyngdekraft i en supernovaekspllosion, og der kan dannes et sort hul af stjerneveresterne. Et sort hul har så høj densitet, at dets tyngdefelt opluger alt, selv lys, der kommer inden for en bestemt radius af det sorte hul, kaldet givenhedshorisonten.

Einsteins generelle relativitetsteori beskriver tyngdekraften som en fortolkning af rumtidens krumning; et meget tungt objekt krummer rumtiden meget og vil påvirke omgivelserne med et stort tyngdefelt. Desuden vil tiden gå langsommere tæt på objektet. Penrose beskrev, hvordan der i midten af det sorte hul er en singularitet i rumtiden, hvor rumtidens krumning går mod uendelig, dvs. at det lille stykke rum er afskåret fra omgivelserne, og at tiden i dette stykke ender. I singulariteten bryder alle fysikkens love desuden sammen.

For at beskrive rumtidssingulariteten og dannelsen af sorte huller måtte Penrose skabe nye matematiske værktøjer. Det siges, at han fandt løsningen under en gåtur med en kollega ved Birkbeck College i London, hvor han var ansat. Løsningen var de såkaldte lukkede overflader (trapped surfaces), som er overflader, der

tvinger alle lysstråler til at pege mod et center, lige meget om overfladen er sfærisk eller krummer indad eller udad. Når der opstår en lukket overflade, vil det altid føre til dannelsen af et sort hul. Ved at bruge de lukkede overflader kunne Penrose vise, at et sort hul har en singularitet, hvor rum og tid ender.

Penrose viste, at sorte huller er en forudsigelse af generel relativitetsteori, men for at beskrive, hvad der sker inde i singulariteten i det sorte hul, er der brug for en teori, der forener relativitetsteori og kvantefysik, hvilket flere forskere og også Penrose arbejder på. Penrose arbejdede i mange år sammen med Stephen Hawking, der døde i 2018, og det er muligt, at hvis Hawking havde været i live i dag, havde han og Penrose delt Nobelprisen.



Fysikerne Genzel og Ghez har siden 1990'erne arbejdet i to forskellige og konkurrerende grupper på at observere banerne af de klareste stjerner i et område kaldet Sagittarius A* i midten af Mælkevejen. Begge grupper fandt ud af, at der måtte eksistere et ekstremt tungt og usynligt objekt, som påvirker stjernerne med dets tyngdefelt. Alle stjerner i vores galakse kredser omkring Sagittarius A*, men de stjerner, der er tættest på, bevæger sig rundt i dansende bevægelser med enorme hastigheder. Uden for området bevæger stjernerne sig i deres normale elliptiske kredsløb. Ved at se på, hvordan objektets tyngdekraft påvirker stjernernes kredsløb, kunne Genzel og Ghez bestemme objektets egenskaber. Begge grupper beregnede objektets masse til at være 4 millioner gange Solens, mens det kun fylder et område mindre end vores solsystem. Den eneste kendte kandidat til sådan et objekt er et supermassivt sort hul.

Både Genzels og Ghez' grupper har brugt lang tid på at udvikle metoder til at se gennem skyerne af interstellart gas og støv for at kunne observere stjernerne omkring det sorte hul i Mælkevejens center. Fra Jorden er det svært at se gennem de interstellare gasskyer, da de slører og forvrænger lyset fra Sagittarius A*. Desuden påvirker Jordens atmosfære også observationerne. En del af Genzels og Ghez' arbejde har været at udvikle optik og digitale lyssensorer til at forbedre billedopløsningen og korrigere de slørede billeder.

Genzel brugte først New Technology Telescope i Chile og derefter Very Large Telescope (VLT), også i Chile. VLT er et af de bedste teleskoper i verden med spejle med en diameter på over 8 m. Imens brugte Ghez Keck-observatoriet på Hawaii; dette teleskops spejle er næsten 10 m i diameter og blandt de største i verden.

Genzel og Ghez har i næsten 30 år observeret de samme stjernes kredsløb for at kunne beskrive det supermassive sorte hul i Sagittarius A*. Fx stjernen S2, som er blevet observeret siden 1992 i dens bane omkring Sagittarius A*. Her observerede de i kredsløbet på næsten 16 år, at når S2 kom tættest på det sorte hul i Sagittarius A*, var afstanden mellem dem kun 17 lystimer, og S2's radiale hastighed voksede

drastisk, mens hastigheden faldt igen, når S2 bevægede sig væk fra Sagittarius A*. (Den radiale hastighed er den komponent af stjernens hastighed, som er i vores synsfelt).

Selvom de to grupper længe konkurrerede mod hinanden, viste det sig, at de langvarige og detaljerede observationer stemte overens, og deres forskning har bevist, at der i midten af vores galakse er et supermassivt sort hul. Det bliver måske snart muligt at få et billede af det sorte hul i Sagittarius A*, det lykkedes i hvert fald sidste år Event Horizon Telescope at tage det første billede af (begivenhedshorisonten af) et sort hul.

Kilde: Nobelprize.org

Kommende foredrag

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
Jan 2021				
18/1	19.30	Om vacciner	Peter Lawætz Andersen	SNU
Feb 2021				
8/2	19.30	Kan voldsomme klimaforandringer forudsiges?	Peter Ditlevsen	SNU
10/2	18.15	Stjernernes sang og planeternes dans (asteroseismologi og exoplaneter)	Hans Kjeldsen	AS (Kbh)
17/2	19.45	Stjernernes sang og planeternes dans (asteroseismologi og exoplaneter)	Hans Kjeldsen	AS (Aarh)
17/2	18.15	Kæmpelyn set fra rummet (rumobservatoriet ASIM)	Torsten Neubert	AS (Kbh)
24/2	19.45	Kæmpelyn set fra rummet (rumobservatoriet ASIM)	Torsten Neubert	AS (Aarh)
24/2	18.15	Titan – et tidsforskudt billede af Jordens oprindelse og udvikling	Jens Olaf Pepke Pedersen	AS (Kbh)
Mrs 2021				
1/3	19.30	Om pandemier	Kim Sneppen og Lone Simonsen	SNU
3/3	19.45	Titan – et tidsforskudt billede af Jordens oprindelse og udvikling	Jens Olaf Pepke Pedersen	AS (Aarh)
3/3	18.15	Det tidligste billede af Universet	Thomas Tram	AS (Kbh)
10/3	19.45	Det tidligste billede af Universet	Thomas Tram	AS (Aarh)
10/3	18.15	Gammaglimt: Universets sankthansorme	Johan Peter Uldall Fynbo	AS (Kbh)
17/3	19.45	Gammaglimt: Universets sankthansorme	Johan Peter Uldall Fynbo	AS (Aarh)
22/3	19.30	Molekylær modellering	Birgit Schiøtt	SNU
Efter foredraget er der generalforsamling				
Apr 2021				
12/4	19.30	Om modeller for galaksedannelser	NN	SNU
Efter foredraget er der uddeling af en Ørsted-grundskolelærermedalje				

AS (Kbh): Astronomisk Selskab (Kbh), City Campus, Københavns Universitet, (astronomisk.dk).

AS (Aarh): Astronomisk Selskab (Aarh), Matematisk Institut, AU, Ny Munkegade 118, Bygn. 1530, 8000 Aarhus C.

Astronomisk Selskab har også arrangementer i Kosmosklubben (astronomi for børn mellem 4 og 12 år), se kosmosklubben.dk, samt i Astronomisk Ungdom (astronomi for unge mellem 12 og 18 år), se astronomisk-ungdom.dk.

Wieth-Knudsen Observatoriet, Margot Nyholms Vej 1, 3220 Tisvildeleje, har åbent hus-arrangementer med gratis adgang to lørdage om måneden, se astronomisk.dk/wieth-knudsen-observatoriet.

SNU: Aud. 1, H. C. Ørsted Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø (naturlæren.dk, facebook.com/SNU1824).