

Årets højdepunkter for InterCat – 2024

Formålet med forskningen i Center for Interstellar Catalysis er at undersøge oprindelsen af livets molekulære byggesten – aminosyrer, fedtsyrer, DNA baser og sukker – i rummet. Vi opnår dette ved at kombinere laboratorieeksperimenter, der simulerer forholdene i rummet i ultrahøj-vakuums kamre på jorden; avancerede beregningsværktøjer, der integrerer særligt designede maskinlæringsteknikker; og adgang til observationsdata fra verdens mest avancerede teleskoper James Webb Space Telescope (JWST) og Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA).

Vores eksperimenter kræver temperaturer, som er lave nok til at kondensere molekulære gasser så som kulilte, som en molekulær is, under tryk der er milliarder gange lavere end atmosfærisk tryk. En vigtig eksperimentel milepæl i 2024 var færdiggørelsen af det nye "AU IR ice" kammer. Dette nyudviklede ultra-høj vacuum setup, giver muligheden for indsamlingen af spektralinformation fra forskellige typer af prøver, nedkølet til 10 K, i det infrarøde spektrale område. Dette kammer har været undervejs i 4 år og med færdiggørelsen i 2024 vil det levere store mængder data i, 2025.

Vores mål er at forstå hvordan molekyler kan syntetiseres under de forhold der er i rummet. For at opnå forståelse af de relevante processer helt ned på atomart og molekulært niveau simulerer vi vores eksperimentelle data ved at bruge beregningsmodeller der integrerer maskinlæringsalgoritmer. Træning af disse maskinlæringsmodeller er krævende og store internationale koalitioner med adgang til omfattende beregnings- og eksperimentelle datasæt arbejder p.t. på at udvikle sådanne modeller. I 2024 gjorde vi et betydeligt gennembrud, hvilket blev udgivet i Physical Review Letters, hvor vi demonstrerede hvordan vi kunne forstærke disse enorme internationale indsatser med tilpasninger særligt udviklet af os til astrokemiske formål. Disse nye modeller vil vi benytte i kommende år for bedre at kunne simulere vores laboratoriedata.

Det tredje indsatsområde i InterCat er observationer af molekyler i rummet, herunder bestemmelse af deres forekomst i specifikke objekter på nattehimlen. I 2024 nåede vi en milepæl i analysen af JWST data. Dette er første gang komplekse molekyler er blevet målt både i gas og is for den same kilde med ALMA og JWST, hvilket tillader en direkte sammenligning af molekylernes relative forekomster i gas og is, samt test af modeller for den kemiske udvikling i stjerne dannende "hot cores" hvor molekulær is sublimeres termisk.

Tre InterCat Ph.d.-studerende dimitterede i 2024, adskillige af vores postdocs rykkede videre til akademiske stillinger rundt omkring i verden, InterCat PI'er og seniorforskere gav flere inviterede foredrag og vores medlemmer talte om deres forskningsaktiviteter og livet som forsker for tusindvis af interesserede i det offentlige rum verden over. Nye bevillinger blev tildelt adskillige InterCat PI'er, hvor den mest betydningsfulde gik til vores Center Leder, Liv Hornekær, som modtog et ERC synergy grant der vil kickstarte udviklingen af et nyt lavtemperatur skanning tunnellerings-mikroskop, udstyret med infrarød spektroskopi i 2025 – hvilket vil blive integreret med InterCats aktiviteter. InterCat afdelingen i Leiden kom i mål med at flytte deres laboratorium til dets nye hjem i Gorlaeus bygningen på Leiden Universitet alt imens en række eksperimentelle aktiviteter blev udvidet. Ph.d.-studerende og postdocs havde beamtider hvor de udførte eksperimenter på internationale faciliteter på tværs af Europa inkl. MAX IV synkrotronkilden i Sverige og fri-elektron laser faciliteten – FELIX – i Holland. Og i juni besøgte hele InterCat Centret og nogle af vores samarbejdspartnere Island hvor vi afholdte vores årlige Center Retreat med intense og udbytterige videnskabelige diskussioner.



Figure 1. Det nye AU IR ice Chamber i Aarhus



Figure 2. InterCat Center Retreat 2024 (Island).