Udarbejdet af, Michael Lund Christensen og Dennis Nielsen: Favrskov Gymnasium

for Aktuel Naturvidenskab, maj 2017.

Link til artiklen:

<http://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-4/AN4-2015kemi-mellem-stjern.pdf>

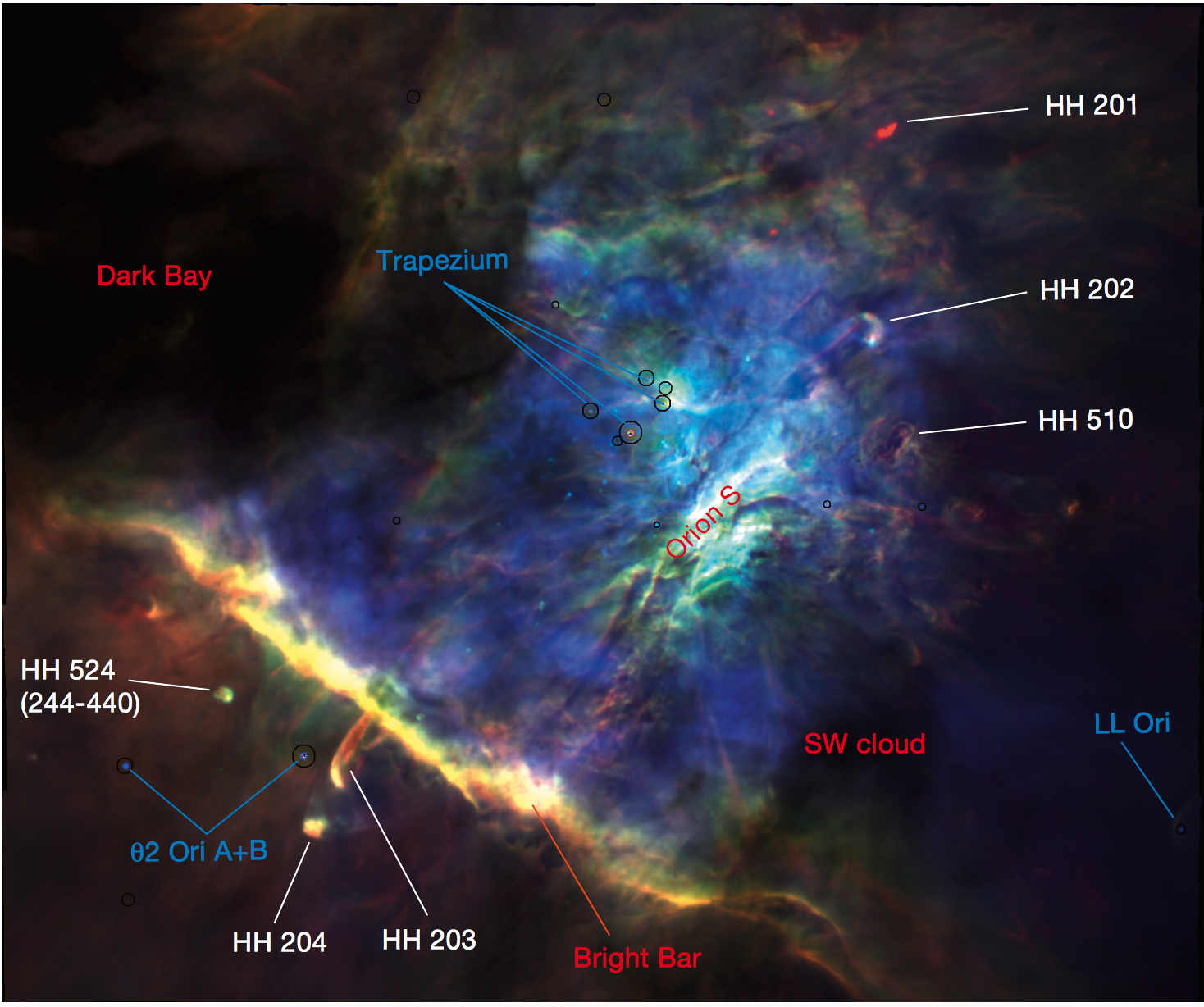
1.) **Oriontågen**

Nedenfor ses et billede af Oriontågen (M42), der blev opdaget af den franske videnskabsmand Nicolas Claude Fabri de Peiresc d. 26. november 1610.

*Hvor på nattehimlen kan man finde Oriontågen?*

*Undersøg hvor langt væk Oriontågen er, og hvor stor den er.*

*Hvad foregår der i Oriontågen?*



*I midten af billedet ses en konstellation, som kaldes ”Trapezium”. Undersøg hvad den består af.*

*På billedet ses også en række såkaldte Herbig-Haro (HH) objekter. Undersøg hvad det er.*

I nederste venstre hjørne ser man to af de tre stjerner, som tilsammen udgør stjernekonstellationen -Orion (A,B,C).

*Sammenlign ovenstående billede af Oriontågen med artiklens forsidebillede på s. 28.*

*Selve Oriontågen er et såkaldt HII område. Hvad er det?*

*Hvad er HI områder ? Og hvad er en molekylsky?*

*Hvorfor domineres Oriontågen af HII områder?*

2.) **Det interstellare rum**

I det interstellare rum har man indtil nu fundet mere end 150 forskellige molekyler. De ekstreme tryk og temperaturer, som er i det interstellare rum, er umiddelbart svære at forene med dannelsen at molekyler.

*Undersøg hvad det interstellare rum består af.*

*Hvad er typiske temperaturer i det interstellare rum i Mælkevejen?*

*Antag at temperaturen i en molekylsky er på og trykket er*

*Brug idealgasligningen (1) til at bestemme antal partikler pr. kubikmeter.*

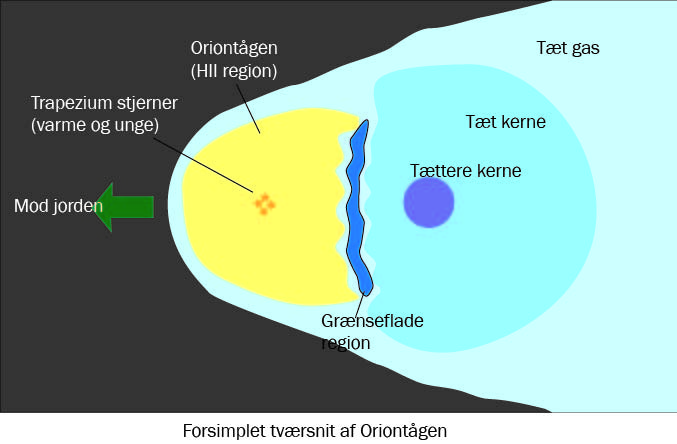
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

*Hvorfor er man specielt interesseret i at forstå dannelsen af molekylær hydrogen i det interstellare rum?*

3.) **Området ”*Orion Bar*”**

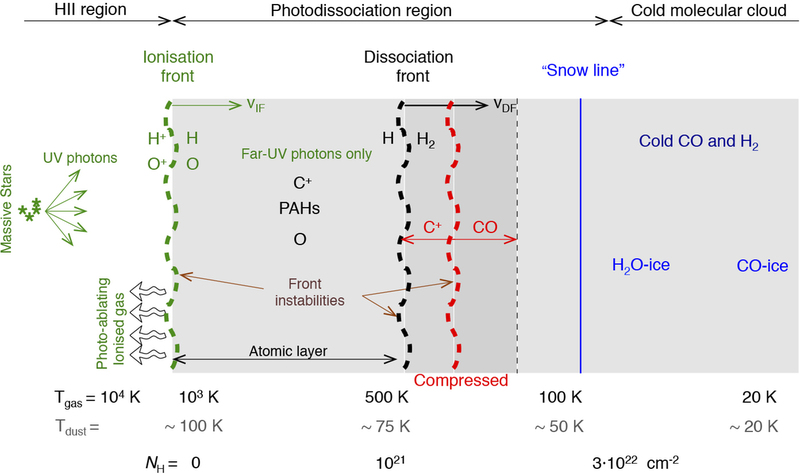
For dannelsen af interstellare molekyler spiller området ”Orion Bar” også kaldet ”Bright Bar” en særlig rolle.

*Sammenlign nedenstående figur med billedet på s. 29 i artiklen. Hvilke områder grænser op til ”Orion Bar”?*



”Orion Bar” er et såkaldt fotodissociations område, også kaldet PDR (photodissociation region). Det er et område, hvor fotonerne adskiller molekyler i mindre bestanddele.

På nedenstående figur ser man en skematisk oversigt over de forskellige elementer, som PDR´en indeholder.



Som det ses af figuren, vil den varme stjerne ionisere hydrogen og dermed danne HII området.

*Hvad er ioniseringsenergien for hydrogen?*

*Hvad er bølgelængden for en foton, som kan ionisere hydrogen?*

*Giv, ved brug af Wiens forskydningslov (2), en vurdering af, hvor varm en stjerne skal være, for at størstedelen af den udsendte stråling er i stand til at ionisere hydrogen.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Fotoner med en bølgelængde mellem 10 nm - 121 nm kaldes EUV (*Extreme ultraviolet*), og fotoner med en bølgelængde mellem 121 nm - 200 nm kaldes FUV (*Far ultraviolet*).

*Forklar hvorfor området efter ioniseringsfronten (atomlaget) kun består af FUV fotoner.*

Af figuren ses det, at de såkaldte PAH´er (polycykliske aromatiske hydrocarboner) befinder sig i dette område.

Tilstedeværelsen af molekylær hydrogen ( ses efter den såkaldte dissociation-front. Da tætheden og temperaturen i området er forholdsvis lav, vil dannelsen af molekylær hydrogen være meget lidt effektiv.

*Nævn de destruktive processer, som vil arbejde på at splitte de nydannede molekyler.*

Der må altså findes en meget effektiv mekanisme, som kan sikre dannelsen af molekylær hydrogen i et tempo, der matcher de destruktive processer.

*Hvor forestiller man sig, at denne effektive proces finder sted?*

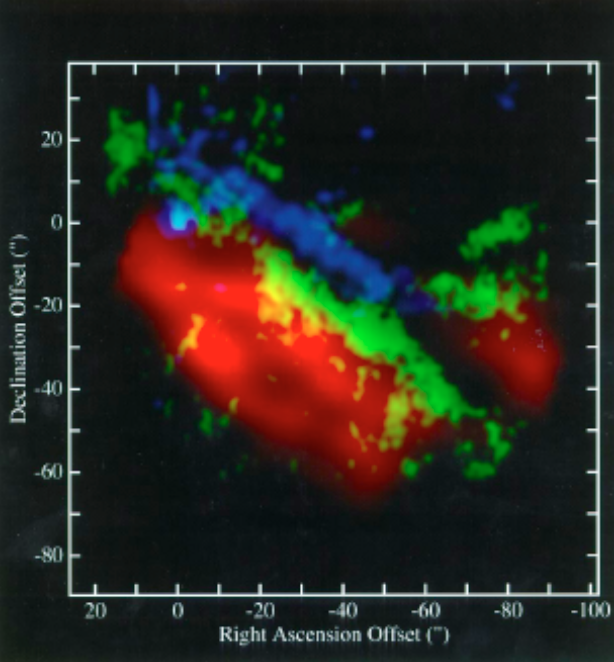
4) **PAH´er (*polycykliske aromatiske hydrocarboner*)**

*Hvad er PAH’er? Og hvorfor har eksistensen af PAH´er i det interstellare rum været genstand for debat blandt forskere i de sidste 20 år?*

*Undersøg hvad et emissionsspektrum er, og hvad et absorptionsspektrum er.*

*Hvordan observerer man tilstedeværelsen af PAH’er i det interstellare rum?*

Nedenstående figur viser endnu engang den såkaldte ”Orion Bar”. Det blå område viser tilstedeværelsen af PAH’er, det grønne område af og det røde område af .



*Den mest karakteristiske emissionslinje for PAH’erne har bølgelængden 3.3μm. Hvilken type stråling svarer det til?*

*Undersøg hvordan absorption af UV-stråling i et molekyle kan føre til emissionslinjer i det infrarøde spektrum.*

*Hvilke udfordringer er det ved at observere i det infrarøde spektrum?*

*Hvad har Liv Hornekjær og hendes gruppe, som de første, eksperimentelt vist?*

*Hvad vil det sige, at PAH´en coronen bliver superhydrogeneret?*

*Hvordan forestiller man sig, at molekylær hydrogen bliver dannet på coronen?*

*Hvad bruger man de to eksperimentelle teknikker: masse-spektrometri og skanning-tunnel-mikroskopi (STM) til, i forbindelse med undersøgelsen af PAH’er?*

Man forestiller sig altså, at superhydrogering af PAH-molekyler kan være den effektive mekanisme, som øger dannelsen af molekylær hydrogen.

*Hvilken rolle kan UV-strålingen spille i den forbindelse ? Hvad er en fotokatalytisk proces?*

*Hvad er de fremtidige perspektiver i forskningsprojektet?*