

# Projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/213 “Starpzvaigžņu vides fizikāli ķīmisko procesu pētījumi”

Paveiktais laikā no 2018. gada februārim līdz 2018. gada aprīlim

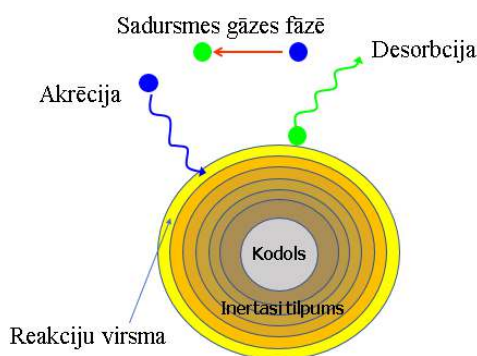
## 1. darbība Starpzvaigžņu vides ķīmisko procesu modelēšana

Ir pamats domāt, ka reaktīvās desorbcijas procesam (eksotermisko ķīmisko reakciju produktu izmešana no cieta ķermeņa virsmas) ir svarīga loma komplicēto organisko molekulu veidošanās (iespējamie dzīvības aizsākumi) zvaigžņu un planētu attīstības pašās sākuma stadijās. Zvaigžņu veidošanās apgabalos ķīmiskās reakcijas notiek gan gāzē gan uz sīku starpzvaigžņu putekļu virsmas, kuri kalpo ka katalizatori dažām ķīmiskām reakcijām, kuras nevar efektīvi notikt gāzes fāzē.

Desorbcijas process tika iekļauts datorprogrammas MONACO. Lai to veiktu, tika izmantots reaktīvās desorbcijas procesa modelis (Minissale, 2016), kurš tika nesen testēts (Vasyunin, 2017). *Gillespie* pamat algoritms, kas ir izmantots programmas MONACO modelī, tiek modificēts, pievienojot atsevišķus soļus. Konkrēti, pēc tam, kad algoritms izvēlas virsmas reakciju, kurai ir jānotiek nākamā solī, tiek ģenerēts papildus gadījuma skaitlis. Šis gadījuma skaitlis tiek izmantots, lai noteiktu, vai reakcijas produkts paliks uz grauda virsmas, vai iztvaikos gāzes fāzē. Papildus pētījums ir nepieciešams, lai noteiktu simulācijas efektivitāti (nepieciešamo simulēšanas laiku). Ir pamats domāt, ka simulācija nepaidzināsies.

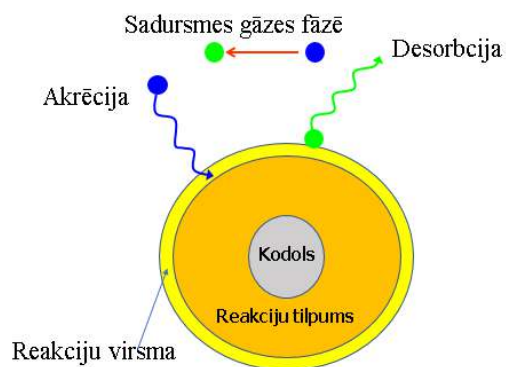
1. Minissale M., Dulieu F., Cazaux S., Hocuk S., 2016, A&A, 585, A24
2. A. I. Vasyunin, P. Caselli, F. Dulieu, I. Jiménez-Serra. Astrophysical Journal **Volume:** 842 **Issue:** 1 **Published:** JUN 10 2017

Tika izpētīta iespēja ieviest MONACO modelī reaģentu difūziju. MONACO modelis shematiski parādīts att.1.



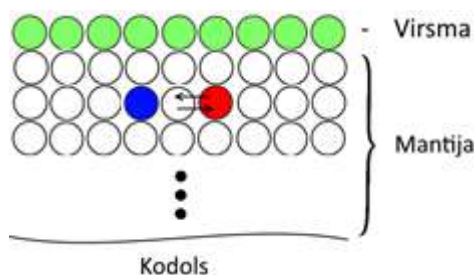
Att. 1. MONACO daudzslāņu modelis

Īpaši izveidotajos MONACO modeļa slāņos ieviest difūziju pastāv vairākas principiāli sarežģītumi. Šī iemesla dēļ tika izveidots vienkāršotāks modelis (att.2).



Att. 2. Modelis, kas ietver difūziju

Modelī ir saglabāts virsmas slānis, uz kura akrēcijas (pievienošanās) rezultātā nosēžas daļiņas, tāpat no virsmas var arī notikt desorbcija. Virsmas loma te ir īpaša. Virsma ļauj molekulām no gāzes nonākušām akrēcijas rezultātā satīties un reaģēt un tad atvienoties un aizlidot atpakaļ gāzē (desorbcija). Daudzas šādas molekulas gāzē nevarētu reaģēt, jo tās pārāk ātri sadalītos vienkāršās molekulās vai atomos. Virsma ļauj šīm daļiņām ilgāku laiku pastāvēt, lai tās varētu satikt viena otru un reaģētu. Savukārt mantija (reakcijas tilpums) ļauj veidoties kompleksām molekulām, jo tur daļiņu kustīgums ir mazāks un tās pavada tur ilgāku laiku. Daļiņu reakcijas putekļa mantijā ir shematiski parādītas att. 3.



Att.3. Reakcijas tilpumā

Reakciju simulācijai tiek izmantots Gillespie algoritms, kas ļauj ar gadījuma skaitļiem izvēlēties to, kura reakcija notiks nākamā no visām iespējamām. MONACO kods tiek modificēts atbilstoši aprakstītam modelim. Atsevišķi tiek aplūkota reakcijas (difūzija) uz virsmas (g) un mantijā (m), piem.  $gH+gH=gH_2$ ,  $mH+mH=mH_2$ . Modelis pašlaik darbojas testa režīmā.

## 2. darbība “Masas izplūdes no AMZ un pēc-AMZ zvaigznēm pētījumi”

**Apakšdarbības 2.1 “AMZ un pēc-AMZ zvaigžņu polarimetriski novērojumi”** ietvaros tika daļēji apgūta Eiropas Dienvidu observatorijas (*European Southern Observatory, ESO*) teleskopu *Very Large Telescope (VLT)* novērojumu datu pirmapstrādes sistēma *Reflex*. *ESO* galvenajā mītnē Garhingā pie Minhenes (Vācija) tika apmeklēta darba sanāksme, kuras ietvaros notika arī konsultācijas ar *ESO* speciālistiem par novērojumu pieteikumu sastādīšanu.

**Apakšdarbība 2.2 “Polarizēta starojuma pārnese modelēšana patvaļīgas formas apzvaigžņu gāzu-putekļu apvalkos”.** Augšminētajā sanāksmē *ESO* galvenajā mītnē iegūtās zināšanas par novērojumu datu pirmapstrādes sistēmu *Reflex* ļaus pārveidot gan jau *ESO* arhīvā esošos citu astronomu iegūtos datus, gan (cerams) šī projekta gaitā iegūtos datus tādā formātā, kas ir piemērots un ērts apzvaigžņu gāzu-putekļu apvalku teorētisko modeļu salīdzināšanai ar novērojumu datiem.

Izveidots matemātiski teorētiskais kodols polarizēta starojuma pārnese modelēšanai apzvaigžņu apvalkā ultravioletajā, optiskajā un ļoti tuvajā infrasarkanajā diapazonā (izslēdzot policiklisko aromātisko ogļūdeņražu spektra līnijas un joslas). Veikta teorētiska analīze par starojuma pārnese procesa īpatnībām atkarībā no polidispersas vides efektīvās ekstinkcijas matricas un optisko dziļumu matricas komutācijas sakarībām. Uzrakstīti praktiskai statistiskai modelēšanai lietojami vienādojumi gadījumiem, ja ekstinkcijas matrica un optisko dziļumu matrica komutē, vai ja šo matricu komutatora nenulles locekļi tieši neskar starojuma intensitāti. Uzrakstīti vienādojumi izklides leņķu statistiskai modelēšanai makroskopiski izotropā spoguļsimetriskā vidē, un šo leņķu modelēšana sekmīgi īstenota atbilstošā datorprogrammā.

### 3. darbība “Molekulāro radiolīniju novērojumi”

Kā jau ierasts regulārie 6,7 GHz metanola māzeru novērojumi ir galvenais projekta trešās darbības virziens. Šajā periodā veiktas 77 regulāro novērojumu sesijas, kopā izmantojot 270 stundas teleskopa laika. Regulāri, ar 3 līdz 5 dienu periodu, novērojām visus 42 monitoringa programmā iekļautos avotus. Divus sevišķi interesantus metanola māzerus *Cepheus A* un *S255* novērojam divas reizes dienā, šiem avotiem raksturīga ļoti strauja spožuma maiņa. Veicot intensīvu novērošanas programmu, ceram vēlāk precīzi aprakstīt šo māzeru mainīguma raksturu.

Ir pagājis vairāk nekā gads kopš ir sākti regulāri metanola māzeru novērojumi ar Irbenes radioteleskopiem. Tāpēc ir pienācis laiks sākt arī rezultātu interpretāciju. Kā viens no pirmajiem secinājumiem ir tas, ka nepieciešams uzlabot kalibrācijas precizitāti, ņemot vērā Zemes atmosfēras ietekmi. Iespējams, tas ļaus samazināt pašreiz novērojamo aptuveni 7 procentu lielo rezultātu starpību starp rīta un vakara novērojumiem. Šāds precizitātes uzlabojums būtu ļoti svarīgs, jo ir norādes, ka dažiem kosmiskā māzera starojuma avotiem iespējamās nelielas spožuma svārstības dienas laikā.

Šajā periodā izdevās arī gūt panākumus mazas bāzes interferometra izveidē. Kļūstot skaidram, ka šī gada pirmajā pusē abus Irbenes teleskopus nevarēs vienlaicīgi izmantot novērojumu veikšanai, tika izlemts mazas bāzes interferometra izveides testos kā otru teleskopu lietot kādu citas observatorijas radioteleskopu. Te lietie noderēja februāra beigās – marta sākumā notikušā vizīte Toruņā, par ko sīkāk lasiet [šeit](#). Ar poļu kolēģiem bijām vienojušies, ka nepieciešamības gadījumā viņi sniegs nepieciešamos novērojumu laikus uz Toruņas RT-4 radioteleskopa. Šī gada 25. aprīlī tika veikti pirmie veiksmīgie t.s. *fringe* testi ar Toruņu, apliecinot, ka spējām plānot un īstenot interferometriskos novērojumus.

Šīs darbības ietvarā Projekta zinātniskais vadītājs Ivars Šmelds un zinātniskais asistents Artis Aberfelds arī piedalījās Eiropas astronomijas biedrības (EAB) asamblejā *European Week of Astronomy and Space Science* (EWASS 2018), sniedza divus ziņojumus: A. Aberfelds, I. Shmeld “*First year of 6.7 GHz methanol maser monitoring*” un I. Shmeld, Vl. Bezrukovs “*Possibilities of VIRAC small baseline interferometer for exploring of maser*”

*sources*”. Šis ir lielākais un nozīmīgākais Eiropas astronomijas biedrības rīkotais ikgadējais pasākums, kas pēc sava formāta un mēroga atbilst Starptautiskās astronomijas savienības (SAS) rīkotajām Ģenerālajām asamblejām. Šo pasākumu ietvaros notiek daudzi aktuālām astronomijas tēmām veltīti simpoziji un t.s. speciālās sesijas un tajos parasti piedalās pāri par tūkstoti dalībnieku no dažādām Eiropas valstīm. Kā ziņoja organizatori, šis bija vēsturē lielākais EWASS ar 1311 dalībniekiem. Šoreiz tas bija sadalīts dažādām tēmām veltītos 11 simpozijos un 31 speciālās sesijās. Katru dienu norisinājās vairākas paralēlas sesijas un arī viena plenārsēde. Konferences sesijas norisinājās vienā no lielākajiem Liverpoolas konferenču centriem, t.s. *Arena and Convention Centre* (ACC). Papildu informāciju par šo pasākumu iespējams atrast tā mājas lapā <http://eas.unige.ch/EWASS2018/index.jsp>.