

## Kosmologinė laiko eilutė

**Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno, Pilar Orozco, Juan Antonio Prieto, Ivo Jokin**

International Astronomical Union, Polytechnical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Colegio Retamar, Spain, Diverciencia, Spain, Municipal Center for Extracurricular Activities, Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.

### Suvestinė

Visatos istorija apima 13800 milijonų metų. Tuo laikotarpiu Visata per rekordiškai trumpą laiką transformavo energiją į pirmųjų elementų atomus. Atomai suformavo žvaigždes, o šios savo ruožtu transformavo medžiagą, kad pagamintų maždaug 100 elementų, sudarančių periodinę lentelę. Cheminiai elementai buvo organizuoti, tačiau norint gauti prebiotinę medžiagą, kuri vėliau lėmė įvairias žemėje žinomas gyvybės formas, procesas buvo ilgas ir sudėtingas. Galime pasakyti, kad gyvenimas yra daugelio veiksnių, kurie jį sukūrė ir leido jam vystytis, pasekmė. Žinoti akimirkas, kurios buvo esminiai gyvybės atsiradimo etapai per visą Visatos istoriją, priartėti prie įrankių, kuriuos astronomai sukūrė, pastatė ir įdiegė net už Žemės ribų, kad ištirtų gyvybės egzistavimo galimybę už vienintelės Visatos vietos, kur ji buvo aptikta, ir atrasti teorijas, kurios bando paaiškinti, kaip, kada ir kur atsirado gyvybė, yra šio seminaro misija.

### Tikslai

- Vizualizuokite Visatos istoriją per laiko juostą
- Suprasti proceso, kuris buvo būtinas norint pasiekti gyvenimo formavimąsi, svarbą
- Suprasti gyvenimo prisitaikymą prie daugelio įvairių sąlygų

### Kosmologinis įvadas

Visata yra vienintelė sistema, izoliuota nuo gamtos: ji nekeičia nei energijos, nei materijos su aplinka, nes ji yra terpė.

Manoma, kad visata atsirado prieš 13800 milijonų metų, dėl energijos išsiskyrimo. Visatos gimimo ir evoliucijos procesas, taip pat galimi jos galutinės paskirties scenarijai buvo aptarti Visatos evoliucijos seminare.

Be visos Visatos tyrimo, įdomu išplėsti pasiūlymą, susijusį su mastelio modeliais, kurie leidžia mums pažvelgti į tai, ką reiškia Kosmoso amžius, bet tuo pačiu metu pristatyti pagrindinę žmogaus rūšies sąvoką: gyvybę, vieną iš Visatos savybių ar unikalių savybių.

Gyvybės kilmės klausimas ir jo pasekmė, protingos gyvybės egzistavimas, yra pagrindinis egzo ir astrobiologijos akcentas; Tai neįprastas įvykis, kurį galima ištirti moksliniu požiūriu, siekiant suprasti, kaip jis įvyko Žemėje ir kaip jis galėtų įvykti kitur.

Gyvybės paieška yra bendras astronomijos ir astrofizikos tikslas, todėl temos išskėlimas į kosmologinę skalę leidžia mums suprasti ilgą laiko tarpą, kuris atskiria Visatos kilmę su primityviausių gyvybės formų atsiradimu.

Gyvenimo paieškai turime keletą įrankių, kurie yra astrobiologijos ir astrochemijos darbo pagrindas.

Žvaigždės formavimosi ir gimimo procese iš tarpžvaigždinių dujų ir dulkių debesies gravitacinio žlugimo gali būti suformuota planetinė sistema su to debesies medžiagos liekanomis.

Lygiai taip pat, kaip mes galime žinoti svarstomos žvaigždės sudėtį, tiriant jos spektrą, galima žinoti planetinės atmosferos egzistavimą ir cheminę sudėtį, Saulės sistemos atveju, arba egzoplanetų, egzoplanetų ar ekstrasolarinių sistemų atveju. Kiekvienas cheminis elementas, kiekviena molekulė turi tam tikrą ir unikalų spektrą.

Jei planeta ar egzoplaneta turi atmosferą ir jei žvaigždės spektras yra žinomas, kai tos žvaigždės šviesa praeina per egzoplanetos atmosferą, ją iš dalies sugeria toje atmosferoje esantys cheminiai elementai. Tokiu būdu galėsime nustatyti bet kurios atmosferos cheminę sudėtį.

To pavyzdys yra naujausi Jameso internetinio teleskopo atradimai, kurie daro įvairias egzoplanetų sistemas.

Pavyzdys: kaip galima kreiptis į gyvenimo paiešką, būtų toks. detaliame egzoplanetos WASP-39b modeliavime, atliktame interneto teleskopo stebėjimų dėka, paaiškėjo, kad  $\text{SO}_2$  jo atmosferoje gamina fotochemija, o tai labai svarbu, nes fotochemija yra labai svarbi gyvybei Žemėje klestėti, nes ji yra susijusi su  $\text{O}_3$  (ozono) gamyba, su fotosinteze ir žmogaus organizmui esminio vitamino D gamyba.

Nuo momento nulinio laiko juostoje, kurią mes pasiūlysiame, praėjo tik apie 100 sekundžių, kol visa tai buvo energija transformuota į atomus. Gyvybės atsiradimui pirmiausia turėjo atsirasti galaktikos, paskui žvaigždės, šios turėjo transformuoti cheminius elementus, praturtinti tarpgalaktinę ir tarpžvaigždinę aplinką ir turėjo būti sudarytos sąlygos, kad netvarkingoms molekulėms būtų įsakyta suformuoti sudėtingas struktūras, kurios galėtų atkartoti save ir pagaliau užleisti vietą gyvybei.

Tolesniuose skyriuose pamatysime šį ilgą procesą, kuris, tai nėra stebuklingas, yra Kosmoso evoliucijos pasekmė.

## Veikla 1: chronologija

Tai apie Visatos istorijos laiko juostos vizualizavimą juostoje. naudojant kaip matavimo vienetą vieną metrą, lygų vienam milijardui metų ( $1\text{m} = 10^9$  metų, t.y.  $10\text{cm} = 10^6$  metų).

Mokslo pažangai ir tikslesniems instrumentams tampant prieinamiems, visatos istorijai svarbių dydžių, tokių kaip laikas ir atstumas, nustatymas gali lemti tam tikrus pokyčius laikotarpiams, kuriais vyksta svarbiausi įvykiai Kosmose. Atminkite, kad tai, ką žinome apie Visatą, yra statistinė, daugiau ir geresnių stebėjimų gali priversti mus peržiūrėti visus mūsų rezultatus.

"Bing Bang", didysis sprogimas, įvyko prieš 13800 milijonų metų ( $13,8 \cdot 10^9$  metų), tada trumpą laiką,  $10^{-45}$  sekundes, nėra labai gerai žinoma, kas nutiko, nes jūs net negalite taikyti Einšteino reliatyvumo teorijos, tai yra vadinamoji Planko era.



Fig. 1: Paprastas laiko juostos pristatymas 13,8 m ilgio juostoje. Kai kurie objektai yra siuvami kartu, kurie palengvina vertybių santykį ir palyginimą bei leidžia nustatyti skalę.

Po  $10^{-35}$  Didžiojo sprogimo prasideda INFLIACIJA, kuri reaguoja į eksponentinį Visatos plėtimąsi. Mikrosekundė ( $10^{-6}$  sekundės) po Didžiojo sprogimo pradeda formuotis pirmąją sriubą (susidedančią iš įvairių elementariųjų dalelių).

Po 3 minučių Didžiojo sprogimo pradeda pirmąją "H" nukleosintezę. Visa ši pirmoji dalis iš tikrųjų negali būti pavaizduota laiko juostoje mastelio keitimo problema, nes mes manome, kad 1 milimetras atitinka milijoną metų, sekundės ar minutės yra nematomos. Dėl šios priežasties jis nerodomas laiko juostoje, bet pateikiamas atskirai.

Po 100 milijonų metų (po 10 cm), ty prieš 13700 milijonų metų, susidarė pirmieji pirmąjais elementais. Po dar 100 milijonų metų, arba dar 10 cm, 13,6 Prieš  $10^9$  metų susidarė pirmosios molekulės, o tarp jų ir pirmosios vandens molekulės.

Maždaug, taip pat ir per šį laiko tarpą, prieš 13600 milijonų metų susiformavo pirmosios žvaigždės, o kiek vėliau, prieš 13100 milijonų metų, pirmosios galaktikos. Po šimto milijonų metų susiformavo primityvus Paukščių Takas ( $13,0 \cdot 10^9$  metai) (1 pav.).

Apie 8400 milijonų metų (8,4 metro: mūsų skalėje  $10^9$  metų prilygsta vienam metrui) vyksta daugybė vienašakinių reiškinių. Pirmosios žvaigždės evoliucionuoja, sukeldamos skirtingus sproginimus, kurie išstumia skirtingų tipų atomus ir atsiranda periodinės lentelės pirmųjų elementų įvairovė. Tuo pačiu metu ir toliau formuojasi naujos žvaigždės, kurios taip pat vystosi, ir atsiranda įvairių tipų objektai skirtinguose evoliucijos etapuose.



Fig. 2: Prieš 4600 milijonų metų susidaro Saulė ir su ja atsiranda skirtingi Saulės sistemos kūnai, ypač Žemė ir uolinės planetos buvo suformuotos prieš 4560 milijonų metų. Maždaug po 20 milijonų metų atsirado Žemės magnetinis laukas, kuris tarnauja kaip apsauga nuo įvairių gyvybei pavojingų spindulių, kaip mes ją žinome.

Po minėtų 8,4 milijono metų, tai yra prieš  $4,6 \cdot 10^9$  metų, vyksta mūsų Saulės formavimasis, taip pat pirmųjų alkoholių susidarymas. OH grupės yra būtinos vėliau, nes jos atsiranda formuojant daugelį molekulių, kurios bus svarbios norint pasiekti DNR konstituciją.

Maždaug po 3 cm, prieš 4570 milijonų metų, gimė Saulės sistema, po 4 mm, prieš 4566 milijonus metų, susiformavo dujinės planetos, o po 6 mm, prieš 4560 milijonų metų, susiformavo Žemė ir kitos uolinės planetos (2 pav.).

Maždaug po 2 cm, atsirado Žemės magnetinis laukas, iš to prieš 4540 milijonų metų, o tai reiškė apsaugą nuo įvairių rūšių radiacijos, kenksmingos gyvybei mūsų planetoje.

Vėliau, 6 cm, prasidėjo Mėnulio formavimasis, maždaug prieš 4 480 milijonų metų, sudarantis Žemės ir Mėnulio sistemą mūsų planetinėje sistemoje.

Tik po 3 cm, prieš 4450 milijonų metų, susidaro primityvioji Žemės atmosfera.

4.1 Prieš  $10^9$  metų, tai yra po 45 cm, įvyko vėlyvas intensyvus bombardavimas, kuris paveikė Saulės sistemos kūnus, taip pat Žemę ir Mėnulį.

Prieš 4000 milijonų metų ( $4,0 \cdot 10^9$  metai), ty po 10 cm, atsiranda pirmosios prokariotinės ląstelės (be branduolio) ir atsiranda DNR molekulė.



Fig. 3: Linija yra tuščia nuo jos pradžios iki pirmųjų žaliųjų augalų atsiradimo. Rožinės spalvos nuo šio taško iki dabarties.

Po 2 metrų, tai yra prieš 2 milijardus metų, prasideda gyvenimas, kuris kvėpuoja deguonį  $O_2$ .

Po 40 cm,  $1,6 \cdot 10^9$  prieš metus prasideda žaliųjų augalų išvaizda mūsų planetoje, ty atsiranda chlorofilo funkcija (3 pav.).

Už 90 cm arba 90 milijonų metų, ty prieš 700 milijonų metų ( $0,7 \cdot 10^9$  metų), pradeda atsirasti pirmieji specializuoti audiniai ir organai.

Po 18 cm,  $0,52 \cdot 10^9$  metų pasirodo trilobitų, mums visiems gerai žinomų fosilijų.

Po 5 milijonų metų, ty po 5 cm, 470 milijonų metų įvyksta pirmasis gyvūnų išėjimas iš vandens į sausumos zoną.

Tik po 7 cm, prieš 400 milijonų metų, atsiranda amonitai (žinomos fosilijos).

Po 3 mm, prieš 397 milijonus metų, Žemėje pasirodo pirmieji stuburiniai gyvūnai.



Jei judame 14,7 cm, maždaug prieš 250 milijonų metų, pasirodo Nautili, gyvūnai, kuriuos vis dar galima rasti mūsų planetoje.

Tik po 5 milijonų, tai yra 5 mm vėliau, prieš 245 milijonus metų, pasirodo pirmieji dinozaurai.

Po 4,5 cm, prieš 200 milijonų metų, atsiranda tie pirmieji žinduoliai, iš pradžių jie buvo maži, nors vėliau atsiranda didesni.

Po 5 cm, nuo šio 150 milijonų metų, pasirodo pirmieji plunksniniai dinozaurai, mūsų paukščių protėviai. Tiesą sakant, vienas iš mažiausiai išsivysčiusių ir arčiausiai senovinių sparnuotų dinozaurų yra paprasti viščiukai, kuriuos turime savo rašikliuose (3 pav.).

Už 14,75 cm, tai yra, po 14,75 milijono metų, 0,0025 prieš  $10^9$  metų = 2,5 milijono metų = 2 500 000 metų, pasirodo pirmieji humanoidai.

Tik po 2, 2 mm, ty tik 0, 0003 prieš  $10^9$  metų =  $0,3 \cdot 10^6$  metų = 300 000 metų, pasirodo Homo sapiens.

## Kanibalinės galaktikos

Galaktikos yra gravitacijos sujungtų žvaigždžių grupės, kurios sukasi ant savęs. Įvairios galaktikų grupės sudaro gijas, kuriose naujų galaktikų formavimosi aktyvumas yra labai aktyvus.

Visos galaktikų grupės yra įtrauktos į puikų kosminį baletą, kuriame jos susitinka, susiduria, o didesnių kanibalizmas, palyginti su mažesnėmis, verčia jaunas galaktikas varžytis, kad įsigytų laisvų dujų, kurios lieka naujų žvaigždžių formavimuisi skatinti (4 pav.).

Taip turtingiausios žvaigždžių formavimosi sritys atitinka didelių susidūrimų zonas, kur didieji nugalėtojai visada yra didesnės galaktikos. Visa ši veikla vyksta gijinėse visatos vietose, paliekant dideles erdves laisvesnes nuo materijos (5 pav.).

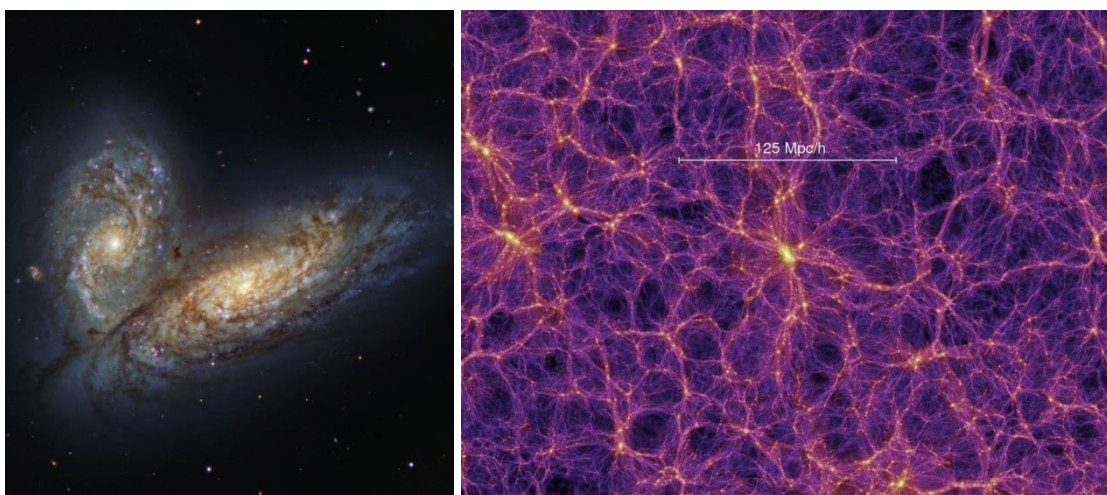


Fig. 4: Kanibalinė galaktikų susidūrimas (Kreditas: ESO). Fig. 5: Visatos gijinės struktūros modeliavimas (Kreditas: Springel ir kt.)

## Veikla 2: gijinis modelis

Visatos gijinė struktūra gali būti imituojama padėklu arba indu, kuriame galima įdėti vandenį su plovikliu. Pristatydami porą šiaudelių, kad gurkšnotumėte gaiviuosius gėrimus, jūs elgiatės atvirkščiai, per juos pučiate orą ir taip per labai trumpą laiką gaunate nemažai burbuliukų.

Kaip matyti modelyje su dideliais muilo burbuliukais, dauguma muilo skysčio yra išdėstyti burbuliukų susikirtimo vietose, todėl atsiranda daugiau ar mažiau gijinės išvaizdos sritys.

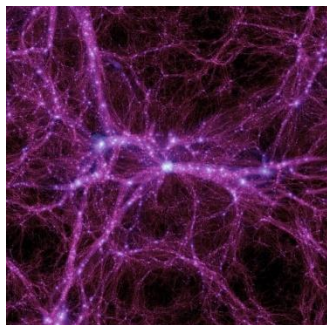


Fig. 6: Visatos gijinės struktūros modeliavimas (Kreditas: Illustris projektas). Fig. 7: Minėtos struktūros modeliavimas gijose naudojant vandenį ir ploviklį.

## Galaktikų klasifikacija

Yra spiralinės, spygliuotos, elipsinės, sferinės ir netaisyklingos galaktikos, kurios paprastai klasifikuojamos pagal jų morfologiją gerai žinomoje Hablo sekoje. Kaip minėta pirmiau, ši klasifikacija susijusi tik su jos forma ir neatitinka tos pačios raidos.

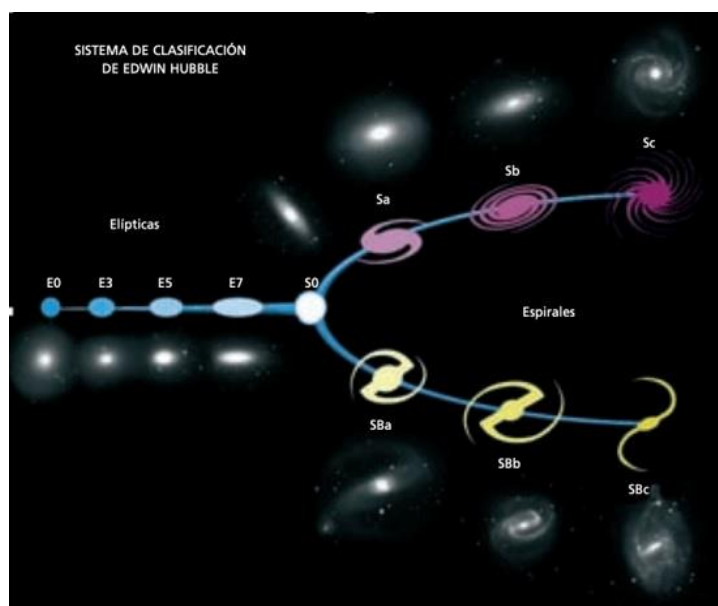


Fig. 8: Edwin Hubble klasifikavimo sistema (Credit NASA-ESO)

## Veikla 3: spiralinių galaktikų formavimosi modeliavimas

Spiralinių galaktikų modelis (9a pav.) gali būti pagamintas iš stiklinės, pilnos vandens, ir produkto, kuriame yra labai smulkių grūdelių, pavyzdžiui, natrio bikarbonato (9b pav.), valgomosios druskos (NaCl), nors ji lengviau ištirpsta vandenyje, ir smėlio (9c pav.). Jei jis yra labai smulkus, net per sietą.



Figū. 9a. "Galaxy NGC 5457" (ESA/Hablas)

Figū. 9b. Galaktika su bikarbonatu.

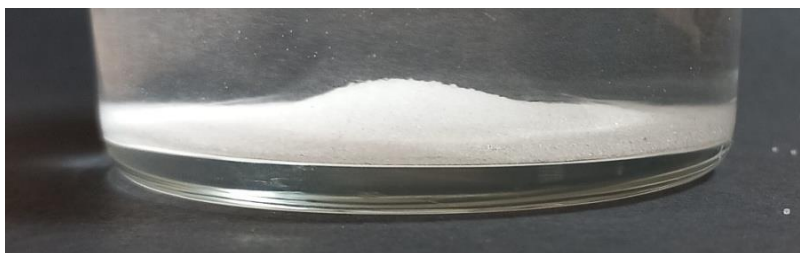
Figū. 9c. Galaktika su smėliu.

Maišykite vandenį iš stiklo šaukšteliu ir energija, nustokite maišyti, supilkite šaukštą produkto ir palaukite, kol grūdai nusistovės. Jūs gaunate centrinę krūvą ir spiralines rankas, labai panašias į galaktikų.

Žvelgdamas į stiklą iš šono, modelis taip pat imituoja galaktikų, matomų iš krašto, formą su centriniu išsipūtimu (10 a, b ir c pav.).



Fig. 10a, Smėlio galaktikos modelis, matomas iš šono.



Figū. 10b. Bikarbonato modelis, taip pat matomas iš šono.





Figū. 10c. "Galaxy NGC 4565" su centriniu išsipūtimu (ESO/NASA kreditas)

Jei lėtai maišote, galite modeliuoti spiralines rankas ir gauti kažką panašaus į elipsines galaktikas, kito tipo galaktikas Hablo sekoje (8 pav.). Vien mūsų modelis neatkuria užtvertų galaktikų.

## Gyvenamoji zona galaktikose

Centrinėje galaktikų zonoje yra aukštas energijos lygis, yra didžiuliai gama spindulių pliūpsniai ir didžiuliai labai energingi ir smurtiniai įvykiai, dėl kurių gyvenimas neįmanomas. Kita vertus, galaktikos krašto srityje trūksta atomų, sunkesnių už vandenilį ir helį, kurie yra būtini gyvybei, todėl gyvenamoji zona atitinka apskritą plotą, pavyzdžiui, automobilio padangos kamerą, ir atitinka sritį, kurioje juda Saulė. Gyvenamoji zona galaktikose paprastai yra spindulyje tarp 23000 l.y. ir 30000 l.y. nuo galaktikos centro (Saulė yra 27000 l.y.).

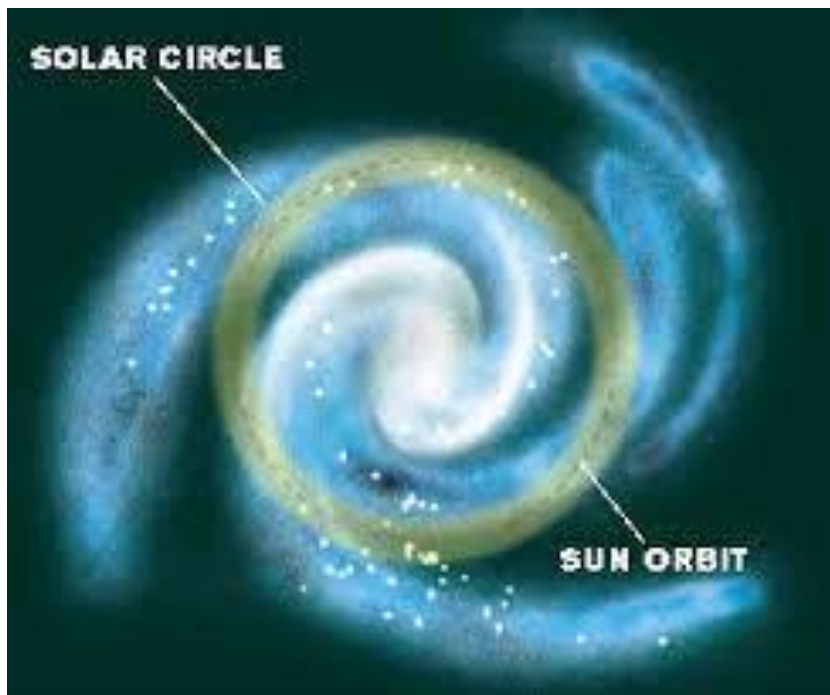


Fig. 11: Galaktikos gyvenamoji zona (Kreditas: NASA)

## Plazma ir magnetinis laukas

Tarpgalaktinėje terpėje, tarpžvaigždinėje terpėje ir pačiose žvaigždėse materija paprastai yra plazmos būsenoje. Ši plazma susideda iš elektronų, protonų, didelės energijos dalelių ir jonizuotų dujų.



Fig. 12a: Veil Nebula, (Credit Hubble), Fig. 12b: Comet C/2002 E3 (Credit Rykis Babianskas ir Carlos Viscasillas)

Žemėje yra tokios būsenos materija kaip žaibas, fluorescencinių vamzdžių ar energiją taupančių lempų vidus, monitoriai ir televizoriaus ekranai, plazmos rutuliai ar žvakės liepsna.



Fig. 13a, 13b ir 13c: Plazmos rutulyje, liepsnoje ir fluorescenciniame mėgintuvėlyje plazmos būsenoje yra medžiagos

Tai taip pat plazma Saulės vėjas, įkrautų dalelių srautas, kuris išsiskiria iš Saulės koronos visoje Saulės sistemoje, visomis kryptimis. Šių dalelių srautas yra kintamas, jį labai veikia saulės aktyvumas, kuris sukuria saulės dėmes ir blyksnius. Saulės vėjas gali deformuoti kometų uodegų plazmą, kuri visada nukreipta prieš Saulę.

Žemėje jis gali sukelti geomagnetines audras ir sukelti auroras (šviesas šiaurėje ir pietuose). Saulės vėjo dalelės keliauja dideliu greičiu ir su daug energijos, turi didelę skvarbą ir gali pažeisti laštelių DNR. Žemės magnetinis laukas sudaro magnetosferą, kuri veikia kaip apsauginis skydas, kaip skėtis, nukreipiantis įkrautas daleles, kurios yra tokios pavojingos gyvybei, neleidžiant joms pasiekti Žemės paviršiaus.

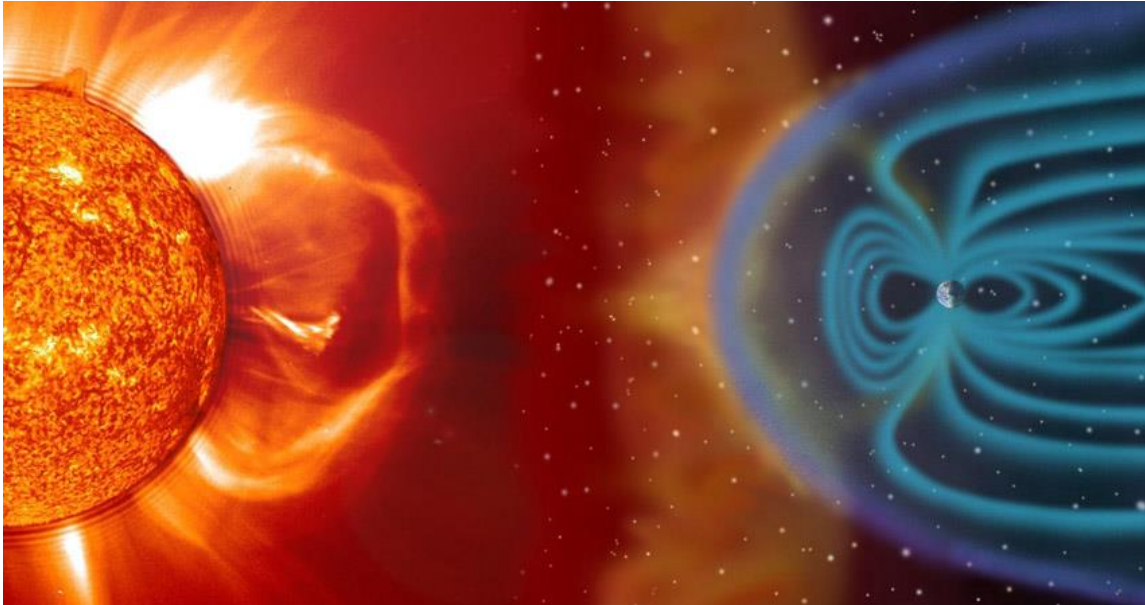


Fig. 14: Žemės magnetinis laukas tarnauja kaip skydas arba skėtis prieš saulės vėją.

Kai Saulėje yra stiprūs koroniniai išstūmimai, Saulės vėjo intensyvumas labai padidėja, ir jis gali pradurti Žemės magnetosferą. Tais atvejais dalis saulės vėjo pasiekia atmosferą vietovėse, esančiose netoli ašigalių, sukurdamą gražius šiaurinius žiburius (šiauriniame pusrutulyje) ir pietų žiburius (pietiniame pusrutulyje).

Šių dalelių energija sužadina atmosferoje esančius atomus, todėl jų elektronai skleidžia skirtingų bangų ilgių fotonus. Jei dalelės yra didelės energijos, deguonis skleidžia žalia/geltoną šviesą, o jei jos yra mažos energijos, raudoną/violetinę šviesą. Azoto atveju jis skleidžia melsvą arba raudoną/violetinę šviesą apatiniuose aurorų kraštuose.



Fig. 15a ir 15b: Skirtingos auroros spalvos priklauso nuo deguonies ir azoto jonizacijos. (Kreditai , S.Ekko, Suomija)



## Veikla 4: Žemės magnetinis laukas

Žemės magnetinį lauką galime vizualizuoti magnetu, kuris vaizduoja Žemės magnetinį lauką, ir kompasu, su kuriuo einame per lauko jėgos linijas. Pakanka suprasti, kad magneto adata yra "liestinė" magnetinio lauko linijoms (17a, 17b ir 17c pav.).

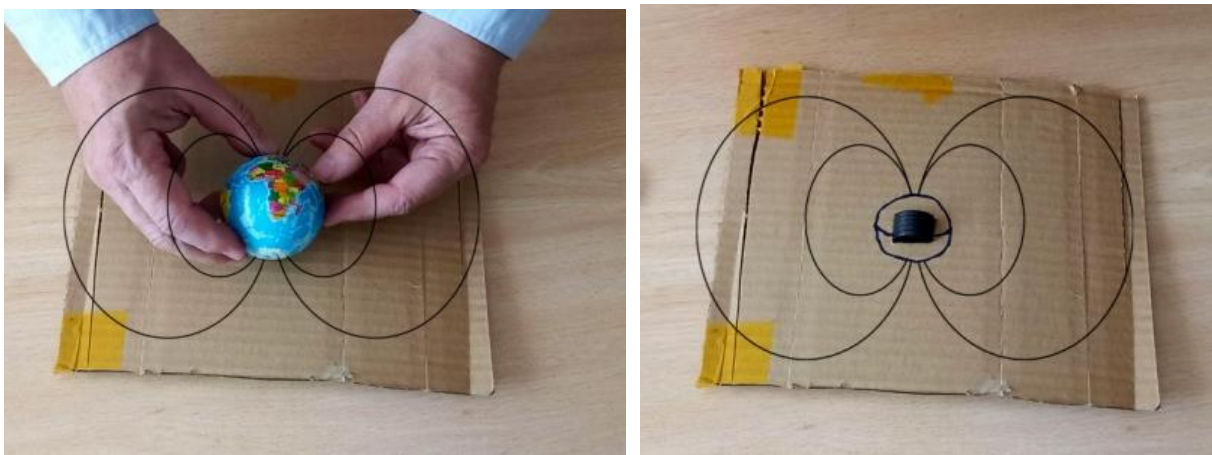


Fig. 16a, 16b Žemės magnetinio lauko modelis su kai kuriomis jėgos linijomis.

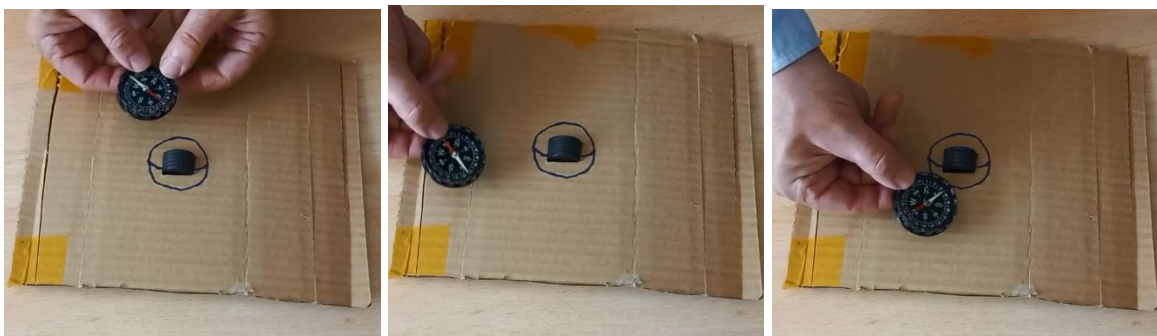


Fig. 17a, 17b, 17c: Kompasų lauko linijos yra "nubrėžtos" (kompaso adata visada liečia lauko linijas).

Plastikinės sferos viduje mes įdėjome magnetą, suvyniotą į popierinę servetėlę. Jis atstovauja Žemei. Prie polių pabarstome geležies drožles, kurios labai gerai vizualizuoja magnetinio lauko linijas toje srityje.



Fig. 18: Magnetą plastikinės sferos viduje, kaip Žemės magnetinio lauko modelis.



Fig. 19a ir 19b: Naudojant geležies drožles, vizualizuojamos lauko linijos poliarinėse srityse. Būtent šiose vietose atsiranda auroros.

## Gyvybės kilmė Žemėje

Pripažįstama, kad gyvybės kilmė Žemėje datuojama daugiau nei prieš 3 milijardus metų, laikui bėgant išsivystant nuo pačių paprasčiausių mikrobus iki didelio sudėtingumo. Bet kaip pirmieji organizmai išsivystė vieninteliuose žinomuose gyvybės namuose visatoje?

Mokslas lieka neapsisprendęs ir nesutaria dėl tikslios gyvybės kilmės, net pats gyvybės apibrėžimas kvestionuojamas ir perrašomas. Kai kurios iš daugelio galiojančių mokslinių teorijų apie gyvybės kilmę Žemėje yra šios:



- Viena iš labiausiai priimtų teorijų yra ta, kuri siūlo, kad gyvenimas galėjo prasidėti hidroterminėse angose, kurias galima rasti giliame vandenyne, paprastai skirtingose kontinentinėse plokštėse ir kurios išskiria pagrindinius gyvybės elementus, tokius kaip anglis ir vandenilis. Išstumti skysčiai atvėsta, kai jie praeina per žemės pluta, sugerdami ištirpusias dujas ir mineralus, tokius kaip anglis ir vandenilis. Dabar žinome, kad šiose ventiliacijos angose, kuriose gausu cheminės ir šiluminės energijos, karštos ir šarminės, yra daug įvairių rūšių (20a ir 20b pav.).

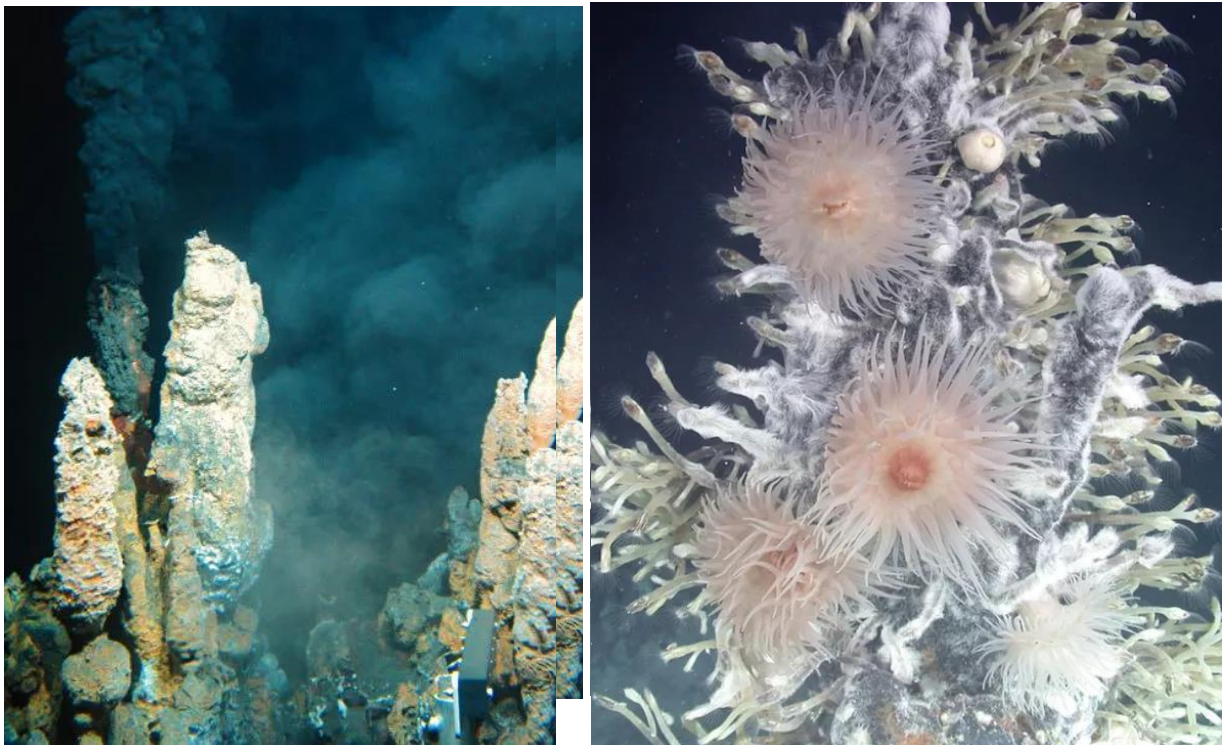
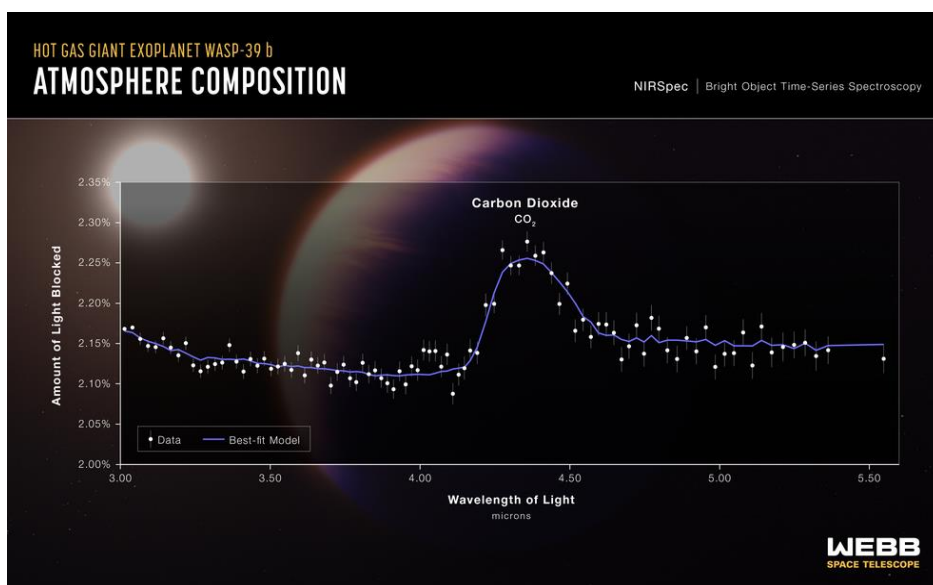
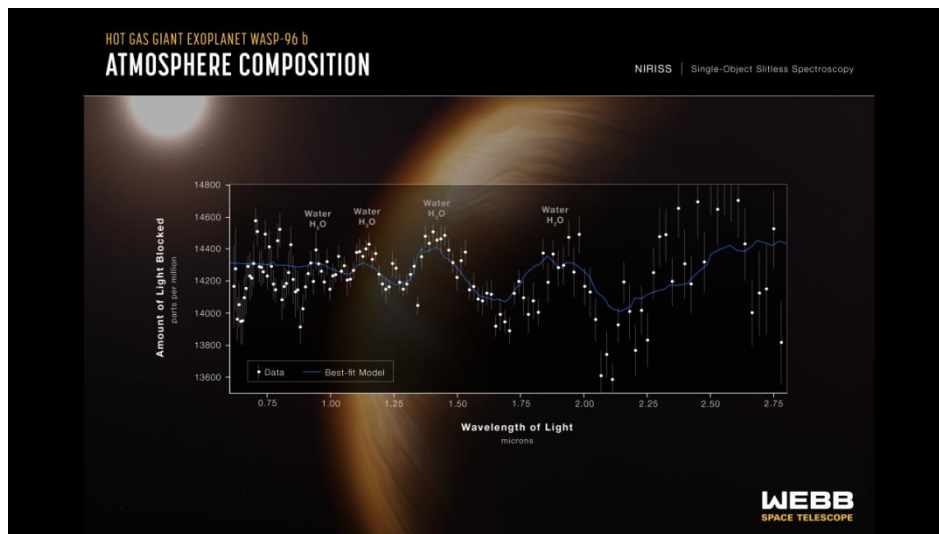


Fig. 20a: Gyvybė galėjo prasidėti hidroterminėse angose, kur rūgštus jūros vanduo susitiko su šarminiu skysčiu iš Žemės plutos (Kreditas: Woods Hole okeanografijos institucija). Fig. 20b: Anemonai, klestintys šiltuose ventiliacijos angų vandenyse (Kreditas: VERT ChEsSo konsorciūmas)

- Žaibas galėjo suteikti kibirkštį, reikalingą gyvybei pradėti. Elektrinės kibirkštys gali generuoti aminorūgštis ir cukrų iš atmosferos, įkrautos vandeniu, metanu, amoniaku ir vandeniliu. Per milijonus metų gali susidaryti didesnės, sudėtingesnės molekulės. Nors nuo to laiko tyrimai atskleidė, kad ankstyvojoje Žemės atmosferoje iš tikrųjų buvo mažai vandenilio, mokslininkai teigė, kad vulkaniniuose debesyse ankstyvojoje atmosferoje galėjo būti metano, amoniako ir vandenilio bei elektros iškrovų, pirmosios gyvybės molekulės galėjo būti rastos molyje, mineraliniai kristalai molyje galėjo išdėstyti organines molekules organizuotais modeliais. Tačiau ši teorija nebuvo kategoriškai įrodyta (21a ir 21b pav.).

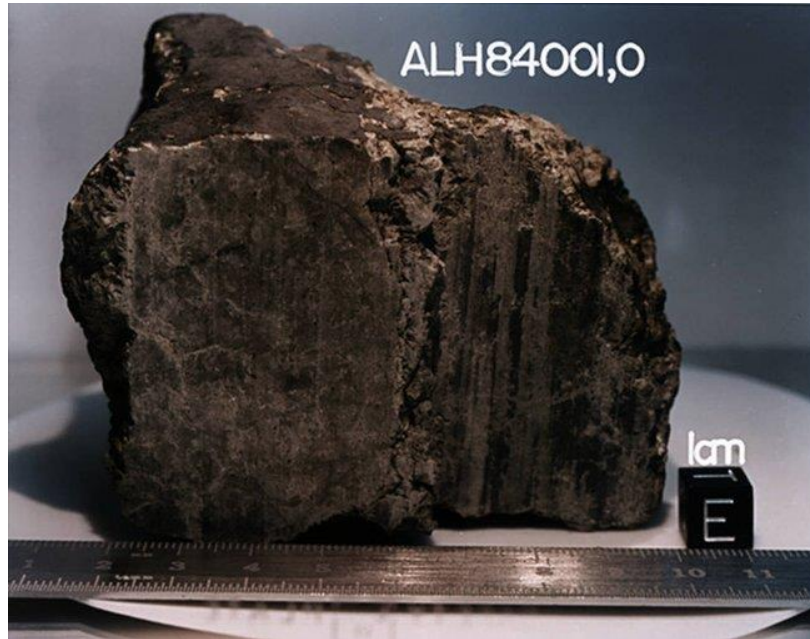


21a pav. Egzoplanetinių atmosferų spektrai, išsigyti Džeimso internetiniu teleskopu. WASP-96 b (viršuje) 21b pav.: pastebimas vandens molekulės buvimas; WASP-39 b (apačioje): anglies dioksido juosta, esanti ne spektro centre. Atkreipkite dėmesį, kad šie spektrai yra perdavimo spektrai, o bangos ilgiai atitinka artimąjį infraraudonųjų spindulių, ty juostos atsiranda už matomo elektromagnetinio spektro regiono.

- Prieš 3 milijardus metų ledas galėjo padengti vandenynus ir palengvinti gyvybės gimimą, nes manoma, kad organiniai junginiai yra stabilesni esant žemai temperatūrai. Ledas taip pat galėjo apsaugoti trapius organinius junginius nuo ultravioletinės šviesos ir kosminio poveikio. Šiandien mes žinome, kad užšaldytame dirvožemyje, vadinamame amžinuoju įšalu, yra ramybės būsenos gyvybės formų.

Tačiau taip pat būtų galima teigti, kad gyvybė prasideda už Žemės ribų ir būtų atėjusi keičiantis uolienomis per milijonus metų dėl kometų, asteroidų, meteoritų poveikio pagal teoriją, vadinamą panspermija. Apsaugoti nuo kosmoso sąlygų, mikrobai gali išgyventi įstrigę uolienose, tačiau į šį klausimą reikia žiūrėti labai rimtai, nes taip pat įmanoma, kad pasiekus

Žemę nežemiška medžiaga bus užteršta jau egzistuojančia gyvybe Planetoje, kaip atsitiko su garsiuoju meteoritu ALH 84001 (22 pav.), kuriam naujausi tyrimai, finansuojama NASA Astrobiologijos programos, ji rodo, kad joje esanti organinė medžiaga susiformavo ne biologiškai, o geocheminės sąveikos tarp vandens ir uolienu.



Pav. 22. Meteoritas ALH 84001: atskridęs iš Marso, buvo ankstyvo pranešimo apie gyvybę, atkeliaujančią iš tos planetos, veikėjas. Šiandien mes žinome, kad tai, kas aptinkama kaip organinė medžiaga, neturi biologinės kilmės.

Tačiau net jei panspermija būtų tiesa, klausimas, kaip prasidėjo gyvybė Žemėje, pasikeistų tik į tai, kaip gyvybė prasidėjo kitur Universtyje.

Ekstremalių aplinkų tyrinėjimas Žemėje leido atrasti daugybę buveinių, kurios tik prieš kelerius metus buvo laikomos negyvenamomis. Susidomėjimas ekstremalių aplinkų įvairove ir ekologija išaugo dėl kelių priežasčių, ne tik dėl galimo ekstremofilų ir jų komponentų panaudojimo biotechnologiniuose procesuose (pvz., biologinėje kasyboje, biologiniame valyme), bet ir dėl gyvybės egzistavimo ribų paieškos.

Pirmosios gyvos rūšys turėjo būti paprastos gyvybės formos, kurios tarnavo kaip ryšys tarp pirmojo organizmo (pvz., Bakterijų) ir gyvybės, kaip mes ją žinome.

Kaip gerai žinoma, neįmanoma tiesiog sudėti kai kurių cheminių elementų į mėgintuvėlį ir tikėtis, kad naujas gyvenimo tipas pasirodys spontaniškai. Gyvybės kilmė yra įvykis, kuriam įvykti reikia milijonų metų, tačiau kai jis prasideda, gyvenimas gali daugintis eksponentiškai ir prisitaikyti prie planetos sričių, kurios gali labai skirtis nuo to, kur jis atsirado.

## Mikrometeoritai

Kieta medžiaga, kilusi iš Saulės sistemos, formavo mėnulių ir planetas. Tas susikaupimas dar nesibaigė, o apie 5 tonos medžiagos iš kosmoso vis dar krenta į Žemę. Šie meteorai dideliu greičiu be vargo praskrieja pro egzosferą ir termosferą, nes tie sluoksniai nėra labai tankūs. Bet kai jie pasiekia mezosferą, tankis yra didesnis ir yra didelė trintis, kuri gali ištirpinti medžiagą. Aušinant stratosferoje ir troposferoje, galų gale jie pateikia sferinę formą, kartais su stygomis ir kartais mažais burbuliukais, kurie greitai kietėja.

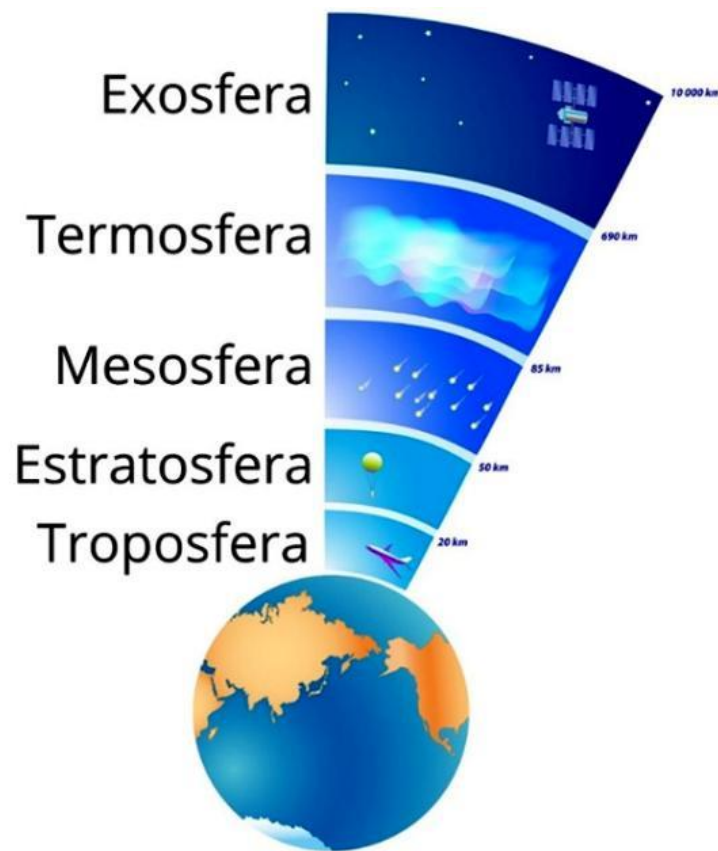


Fig. 23 Atmosferos sluoksniai (Kreditas: Lifeder)

## Veikla 5: Sferinių mikrometeoritų modeliavimas.

Užpildykite aukštą, cilindrinį permatomą indą saulėgrąžų aliejumi kaip kolonėlę. Naudojant švirkštą (24a ir 24b pav.), Nuleidžiami keli lašai vandens ar kolos (nes jo spalva atrodo geriau). Dėl pradinės fizinės vandens ar gaiviojo gėrimo būklės iš karto susidaro mažos sferos, kurios lėtai matomos krentant žemyn aliejaus kolonėle.





Fig. 24 a: Lašinamas švirškštu, 24b pav.: Stulpelis, kuriame susidaro rutuliai.

## Veikla 6: mikrometeoritų paieška

Mikrometeoritus galima gauti medžiagoje, kuri nuolat nusėda ant stogų, kelių ir kt. Kai lyja, vanduo juos nuplauna per stogų drenažo latakus ir gatvių ar takų griovius. Jis surenkamas ant popieriaus lapo su šepečiu šiek tiek smėlio iš tų vietų.



Fig. 25a: Viešajame kelyje galite rasti griovių ar latakų su smėliu, kur galime rasti meteoritus. Fig. 25b: Mes renkame šį smėlį su popieriumi, kad jį išanalizuotume.

Tada po popieriaus lapu su medžiaga perduodamas magnetas: bus aiškiai matyti, kaip mažos geležies medžiagos dalelės pritraukiamos prie magneto (26 pav.). Neatskirdami magneto, apverskite popierių, ir visas smėlis nukris, išskyrus tas smulkias tamsias daleles, kurias pritrauks magneto magnetinis laukas. Apverskite popierių ir nuimkite magnetą. Ten gali būti galimi mikrometeoritai.



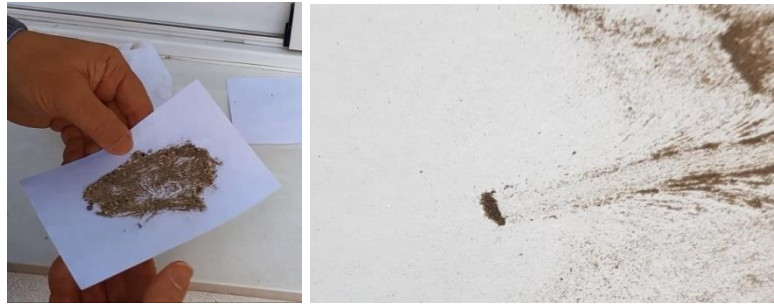


Fig. 26a ir 26b: Praveddami magnetą po popieriaus lapu, vilkite feromagnetinę medžiagą

Žiūrint mėginį mobiliojo telefono kamera maksimaliu priartinimu, dalelės, kurios yra mikrometeoritai, yra sferinės formos, kaip maži rutuliukai.

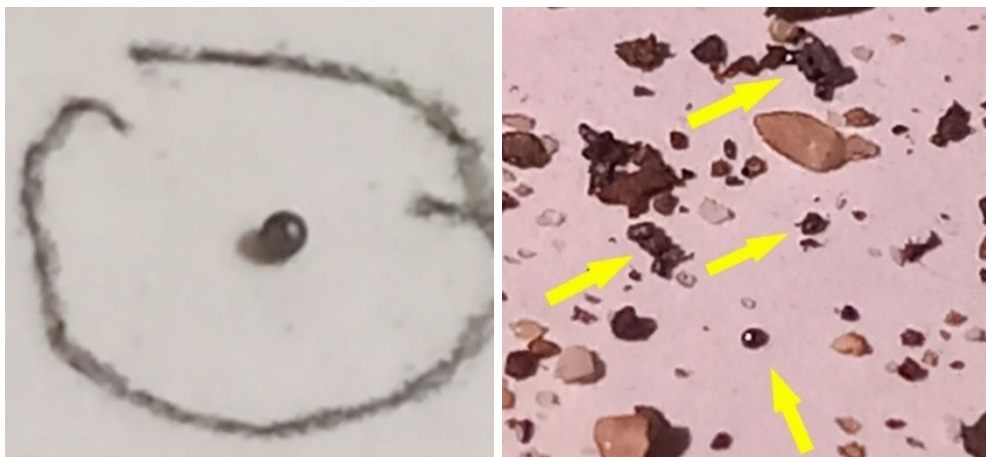


Fig. 27a: Vieno izoliuoto mikrometeorito nuotrauka su mobiliuoju fotoaparatu, 27b pav.: Nuotrauka su keliais mikrometeoritais naudojant tą pačią kamerą;

Taip pat galite sukurti paprastus "spąstus". Tam reikia šių elementų: virtuvės dėklas ir skaidrus celofano popierius (virtuvės plėvelės popierius). Uždenkite dėklą celofano popieriumi, užlenkdami kraštus arba priklijuodami celofaną po apačia, kad jis neskraidytų (28a, 28b ir 28c pav.).



Fig. 28a: Padėklas, celofano popierius ir juosta klijavimui, 28b pav.: Celofano popieriaus klijavimas dėklo gale, 28c pav.: Mikrometeorito "spąstai", įrengti sode.

Padėkite padėklą šiek tiek atokiau nuo žemės, kad aplinkinės dulkės arba gyvūnai neužterštų mėginio (28c pav.), tokioje vietoje, kur nėra daug vėjo ir kur niekas neuždengia dangaus. Palikite šį objektą lauke mažiausiai savaitei. Popierius pradės atrodyti "nešvarus". Savaitės pabaigoje perkelkite visą sukauptą medžiagą ant popieriaus lapo. Magnetą perduodamas po apačia ir analizuojamas telefono kamera.

Taip pat galima paruošti spąstus kiekvienam studentui. Jums reikia popierinio puodelio, virvės, kad jį surištumėte, ir mažo magneto.



Fig. 29a ir 29b: Stiklas, surištas siūlu ir mažu magnetu viduje. Fig. 29c: Studentas, naudojantis stiklą, ieško mikrometeoritų.

Norėdami paruošti spąstus kiekvienam studentui, stiklą surišame siūlu ir stiklo viduje įdedame nedidelį magnetą. Mokiniai juda po mokyklos kiemo teritoriją su magnetiniais puodeliais. Tada jie pašalina magnetą ir, jei yra geležies dalelių (mikrometeoritų), jie nukris ant balto popieriaus lapo. Studentai savo telefono kameromis stebi, kaip randa mikrometeoritus, identifikuodami juos kaip mažytes sferas.

## Ekstremofilų klasifikacija

Ekstremofilas yra organizmas, dažnai mikroorganizmas, kuris gyvena ekstremaliomis sąlygomis, ty tomis aplinkybėmis, kurios labai skiriasi nuo tų, kurias patiria dauguma sausumos gyvybės formų.

Dar visai neseniai buvo manoma, kad tose vietose, kur dabar žinome, kad auga ekstremofilai, neįmanoma, kad būtų gyvybė. Pavyzdžiui, itin šaltose Antarktidos vietose, labai rūgščiuose ir metalų turinčiuose Rio Tinto vandenyse arba itin sausoje ir sunkiųjų metalų Atakamos dykumoje. Tačiau buvo įrodyta, kad yra organizmų, kurie gyvena visose šiose srityse.

NASA ir ESA astrobiologai ant žemės (Antarktida, Atakamos dykuma, Ríotinto kasyklos ir kt.) tiria, kaip gyvybė vystosi ar prisitaiko, kad suprastų, kaip ji atsirado.

Antarktida dažniausiai yra šalta ir apleista, tačiau kelioms mokslininkų grupėms pavyko rasti daug gyvybės po jos paviršiumi. Jie rado ekstremofilų mikrobus, gyvenančius 36 m gylyje, kai sūriame vandenyje temperatūra yra  $-20^{\circ}\text{C}$  (kuri neužšąla dėl didelės druskos koncentracijos), kita grupė 800 m gylyje rado visą ekosistemą, kurioje visiškai nėra šviesos (30 pav.).



Fig. 30: Skirtingos mokslinės grupės randa ekstremofilus po Antarktidos paviršiumi

Kai kurie ekstremofilai gyvena be vandens arba gali atsispirti sausinimui, gyvendami su labai mažai. Kaip ir Atakamos dykumos dirvožemio mikrobai.

Yra labai įspūdingas reiškinys: gėlėta dykuma. Tai yra sausiausia dykuma pasaulyje, tais metais, kai yra daugiau kritulių nei įprastai, o tada šaltas frontas pasirodo daug ir įvairių gėlių (iki 14 veislių), kurios išlieka kelis mėnesius.

Riotinto kasybos rajoną nuo pirmojo amžiaus prieš Kristų išnaudojo Romos imperija, o šiandieninė situacija, po šimtų metų paviršinės kasybos, kai buvo išgaunami sunkieji mineralai, yra labai įdomi tyrinėti gyvenimą ekstremaliomis sąlygomis.





Fig. 31: Nuotrauka iš 2022 m. Rugpjūčio mėn Po kelerių metų sausumo, paskutiniai metai buvo 2015 ir 2017 m

Kiti ekstremofilai vystosi didelio rūgštingumo ir didelės metalo koncentracijos aplinkoje (geležis, varis, kadmis, arsenas, cinkas, švinas). Šios upės reakcijas katalizuoja acidofilinės bakterijos, todėl, sumažėjus rūgštingumui, bakterijų populiacija dauginasi, o tai sukelia daugiau sulfidų oksidacijos ir daugiau rūgštingumo procese, kuris grįžta atgal. Vietovės gyventojai žino, kiek lietaus dėl upės spalvos pokyčių (bakterijos sukuria daugiau rūgštingumo, kad išlaikytų pH upės potvynio metu).



Fig. 32: Raudonieji Rio Tinto vandenys, kuriuose gyvena acidofilinės bakterijos.



Fig. 33: *Erica andevalensis* yra plačiai paplitęs visame rajone, kurio šaknys yra rūgščiuose dirvožemiuose ir labai mažai maistinių medžiagų

Yra daug *Erica Andevalencis* arba "kasybos viržių" krūmų plotų, paskirstytų palei upės vagą. Šių augalų šaknys yra labai rūgščiose dirvose, kuriose yra nedaug maistinių medžiagų. Net kai kurie augalai auga upės krantuose, o jų šaknys iš dalies panardintos į rūgštų vandenį ir dirvožemius, kuriuose yra didelė vario ir švino koncentracija.

Kosmoso tyrimams reikalingas astrobiologų darbas ekstremaliose srityse, tokiose kaip Antarktida, Atakamos dykuma ar Ríotinto kasyklos. Pirmasis daugelio protokolų, kurie atliekami siekiant atrasti ekstremofilus, žingsnis yra DNR ekstrahavimo procesas ir dėl šios priežasties ši veikla atliekama žemiau.

## Veikla 7: DNR ekstrahavimas

Pastebėjus, kad yra gyvybė labai ekstremaliomis sąlygomis, buvo nuspręsta atlikti DNR testą, kai norite nustatyti gyvybės egzistavimą. DNR liekanos leidžia aptikti gyvybės egzistavimą (dabartinę ar praeitį), ir tai naudojama ieškant gyvybės erdvėje.

DNR molekulė yra labai ilga molekulė ir yra suspausta su baltymais (kaip raizginys) ląstelių viduje. Taigi, norint nustatyti DNR liekanų buvimą, būtina paruošti tirpalą, su kuriuo galėtume sulaužyti ląstelės apvalkalą.



Mes tęsime kaip pavyzdį, kad išgautume prinokusių pomidorų DNR, nes tai labai lengva suskystinti.

Sprendimas, skirtas sulaužyti ląsteles

Pusėje stiklinės vandens ištirpinamas šaukštelis druskos (natrio chlorido), kad išlaisvintų baltymus ir taip išlaisvintų DNR, kuri dėl druskos buvimo atrodo baltas. Trys arbatiniai šaukšteliai kepimo natrio, kad tirpalo pH būtų pastovus ir kad DNR nesuirėtų. Tada įpilkite indaplovės, kol vanduo turės tokią spalvą, kad sulaužytumėte riebalų ląstelių membraną. Būtina sumaišyti be putų, kad būtų galima gerai matyti DNR.

Paruoškite "pomidorų" ląstelių sultis

Pradėsime ištraukdami du šaukštus pomidorų minkštimo, susmulkindami šaukštu ir sutraiškįdami šakute, kol turėsime daugiau ar mažiau skystą tyrę (34 pav.).

Supilkite ląstelių pertraukiklio tirpalą ant pomidorų tyrės. Dvigubai didesnis tirpalo tūris nei pomidorų tyrė. Norėdami sulaužyti ląsteles, purtykite, pasirūpinkite, kad nebūtų putų ir padermių, kad pašalintumėte didelius gabalus. Ląstelių viduje esantis turinys yra sultyse ir čia randama DNR, kurią norime išgauti.



Fig. 34: Skystos pomidorų tyrės paruošimas, norint iš membranų išpilti dvigubai daugiau pertraukiklio tirpalo, kad būtų išgauta DNR.

Padaryti DNR matomą

Kai yra daug DNR sruogų, jis atrodo kaip baltas debesis (druska suteikia jai balkšvą spalvą). Mes lašiname alkoholį ant sulčių stiklinės sienos, nes norime, kad alkoholio sluoksnis liktų ant sulčių, nesimaišant su juo. Per tris ar keturias minutes susiformuoja baltas DNR debesis, kuris susikaupia ir tampa matomas (kyla). Alkoholio pridedama, nes DNR netirpsta alkoholyje ir susidaro gerai matomas DNR debesis (35 pav.).

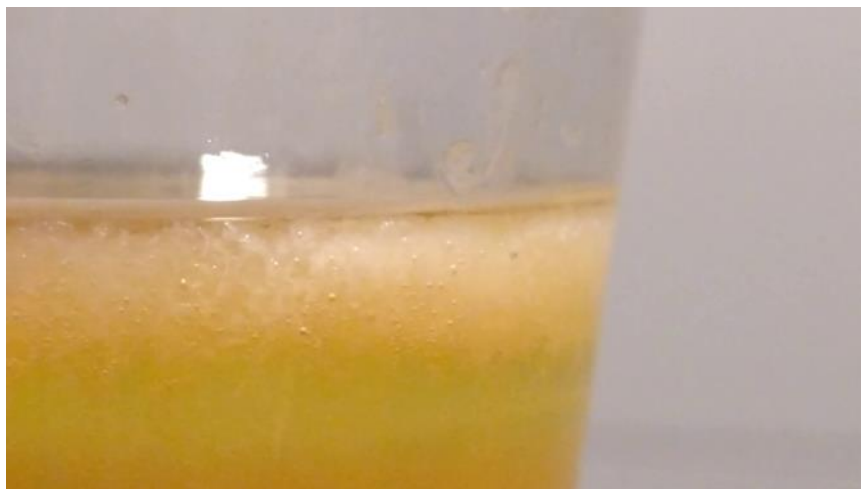


Fig. 35: DNR debesis yra labai matomas plūduriuojantis virš mišinio

## Bibliografija

- Arisa, E., Mazón, J. and Ros, R.M. 2012, Looking for the north, EU-UNAWA, Barcelona, Spain.
- Dill K.A. and Agozzino L. 2021, “Driving forces in the origins of life”, Open biology, Volume 11, <https://doi.org/10.1098/rsob.200324>
- Kostov, R. I., Kurchatov, V. 2001. Bulgarian meteorites – history and stage of study. – Geology and Mineral Resources, 8, 10, 16-20, Bulgaria.
- Larsen L., 2019, On the Trail of Stardust: The Guide to Finding Micrometeorites: Tools, Techniques, and Identification, Voyageur Press, Beverly, MA (USA).
- Levy M. et al. 2000, “Prebiotic Synthesis of Adenine and Amino Acids Under Europa-like Conditions”, Icarus, Volume 145, <https://doi.org/10.1006/icar.2000.6365>
- Martin W. 2008, “Hydrothermal vents and the origin of life”, Nature Reviews Microbiology, Volume 6, <https://doi.org/10.1038/nrmicro1991>
- Moreno, R., 2022, Experimentos para todas las edades, 3ª Edición. Editorial Rialp, Madrid (Spain).
- Declaration for scientists/researchers using the NHM Collection, 2013.
- La plus Grande Histoire jamais contée, Des Origines de l’Univers a la vie sur Terre, Belin, Paris, France, 2017.
  - <https://www.sciencefriday.com/articles/up-on-the-roof-a-handful-of-urban-stardust/>
  - <https://micro-meteorites.com/>
  - <https://www.astrogc.com/index-otros-projects-met.html>
  - <https://www.pbslearningmedia.org/resource/5762943c-af62-4a3b-8340-36660545628a/go-outside-and-play-micrometeorites-young-explorers/>