

Kosmoloģiskā laika līnija

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.

Kopsavilkuma

Visuma vēsture aptver 13800 miljonus gadu. Šajā laika posmā Visums rekordīsā laikā pārveidoja enerģiju pirmatnējo elementu atomos. Atomi veidoja zvaigznes, un tie, savukārt, pārveidoja materiālu, lai iegūtu aptuveni 100 elementus, kas veido periodisko tabulu. Ķīmiskie elementi tika organizēti, bet, lai iegūtu prebiotisko materiālu, kas vēlāk noveda pie dažādām dzīvības formām, kuras mēs zinām uz Zemes, process bija garš un sarežģīts. Mēs varam teikt, ka dzīve ir vairāku faktoru sekas, kas to radīja un ļāva tai attīstīties. Zināt mirkļus, kas bija būtiski pagrieziena punkti dzīvības parādīšanai visā Visuma vēsturē, vērsties pie instrumentiem, kurus astronomi izstrādāja, uzbūvēja un uzstādīja, pat ārpus Zemes, lai izpētītu dzīvības pastāvēšanas iespēju ārpus vienīgās vietas Visumā, kur tā tika atklāta, un atklāt teorijas, kas mēģina izskaidrot, kā, kad un kur dzīvība radusies, ir šī Semināra misija.

Mērķi

- Vizualizējiet Visuma vēsturi, izmantojot laika skalu
- Izprotiet, cik svarīgs ir process, kas bija nepieciešams, lai sasniegtu dzīvības veidošanos
- Izprast dzīves pielāgošanos daudziem dažādiem apstākļiem

Kosmoloģiskais ievads

Visums ir vienīgā sistēma, kas izolēta no dabas: tā neapmainās ne ar enerģiju, ne matēriju ar vidi, jo tā ir vide.

Tiek lēsts, ka Visums radās pirms 13800 miljoniem gadu enerģijas izdalīšanās rezultātā. Visuma evolūcijas darbnīcā tika aplūkots Visuma dzimšanas un evolūcijas process, kā arī iespējamie scenāriji tā galamērķim.

Papildus Visuma izpētei kopumā ir interesanti paplašināt priekšlikumu, kas saistīts ar mēroga modeļiem, kas ļauj mums ieskatīties, ko nozīmē Kosmosa vecums, bet tajā pašā laikā ieviest cilvēka sugas pamatkonceptu: dzīvības jēdzienu, vienu no Visuma īpašībām vai unikālajām īpašībām.

Jautājums par dzīves izcelsmi un no tās izrietošo, saprātīgas dzīves esamību, ir ekso un astrobioloģijas galvenā uzmanība; Tas ir neparasts notikums, ko var pētīt no zinātniskā viedokļa, lai saprastu, kā tas ir noticis uz Zemes un kā tas varētu notikt citur.

Dzīvības meklējumi ir kopīgs mērķis astronomijā un astrofizikā, un līdz ar to subjekta ievietošana kosmoloģiskajā mērogā ļauj mums saprast garo laika intervālu, kas atdala Visuma izcelsmi ar primitīvāko dzīves formu parādīšanos.

Dzīves meklējumiem mums ir daži rīki, kas ir astrobioloģijas un astroķīmijas darba pamatā.

Zvaigznes veidošanās un dzimšanas procesā no starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņa gravitācijas sabrukuma var veidoties planētu sistēma ar materiāla paliekām no šī mākoņa.

Tādā pašā veidā, kā mēs varam uzzināt zvaigznes sastāvu, kas tiek ņemts vērā, pētot tās spektru, ir iespējams uzzināt planētas atmosfēras esamību un ķīmisko sastāvu Saules sistēmas gadījumā vai eksoplanētu eksoplanētāro vai ekstrapolāro sistēmu gadījumā. Katram ķīmiskajam elementam, katrai molekulai ir noteikts un unikāls spektrs.

Ja planētai vai eksoplanētai ir atmosfēra un ja ir zināms zvaigznes spektrs, kad gaisma no šīs zvaigznes iet caur eksoplanētas atmosfēru, to daļēji absorbēs šīs atmosfēras ķīmiskie elementi. Tādā veidā mēs varēsim noteikt jebkuras atmosfēras ķīmisko sastāvu.

Piemērs tam ir nesenie Džeimsa tīmekļa teleskopa atklājumi, kas veido dažādas eksoplanētārās sistēmas.

Piemērs: par to, kā ir iespējams tuvoties dzīves meklējumiem, būtu šāds. detalizētā eksoplanētas WASP-39b modelēšanā, kas veikta, pateicoties Web teleskopa novērojumiem, atklājās, ka SO₂ tās atmosfērā ražo fotoķīmija, kas ir ārkārtīgi svarīgi, jo fotoķīmija ir būtiska, lai dzīvība uz Zemes plauktu, jo tā ir saistīta ar O₃ (ozona) ražošanu, ar fotosintēzi un ar cilvēka organismam būtiska D vitamīna ražošanu.

No brīža, kad mēs ierosināsim nulles laika grafiku, pagāja tikai aptuveni 100 sekundes, līdz visa enerģija tika pārveidota par atomiem. Lai parādītos dzīvība, vispirms bija jārodas galaktikām, pēc tam zvaigznēm, tām bija jāpārveido ķīmiskie elementi, jābagātina starpgalaktiskā un starpzvaigžņu vide, un bija jādod apstākļi, lai nesakārtotas molekulas veidotu sarežģītas struktūras, kas varētu atkārtoties un beidzot dot ceļudzīvībai.

Turpmākajās sadaļās mēs redzēsim šo ilgo procesu, kas, tas nav brīnumains, ir Kosmosa evolūcijas sekas.

Aktivitāte 1: laika grafiks

Tas ir par Visuma vēstures laika grafika vizualizāciju lentē. izmantojot kā mērvienību vienu metru, kas vienāds ar vienu miljardu gadu ($1\text{m} = 10^9$ gadi, t.i., $10\text{ cm} = 10^6$ gadi).

Tā kā zinātne attīstās un kļūst pieejami precīzāki instrumenti, lielumu noteikšana, kas ir svarīga Visuma vēsturei, piemēram, laiks un attālums, var izraisīt noteiktas izmaiņas periodos, kuros notiek visnozīmīgākie notikumi Kosmosā. Atcerieties, ka tas, ko mēs zinām par Visumu, ir statistisks, vairāk un labāki novērojumi var piespiest mūs pārskatīt visus mūsu rezultātus.

Bing sprādziens, lielais sprādziens, notika pirms 13800 miljoniem gadu ($13,8 \cdot 10^9$ gadi), tad īsālaika periodā, 10^{-45} sekundes, nav ļoti labi zināms, lai izskaidrotu, kas noticis, jo jūs pat nevarat piemērot Einšteina relativitātes teoriju, tas ir tā sauktais Planka laikmets.



Zīm. 1: Vienkāršs laika grafika attēlojums uz 13,8 m garas lentes. Daži priekšmeti ir sašūti kopā, kas atvieglo vērtību attiecības un salīdzināšanu un ļauj noteikt skalu.

Pēc 10^{-35} no Lielā sprādziena sākas INFLĀCIJA, kas reaģē uz eksponenciālu Visuma paplašināšanos. Mikrosekunde (10^{-6} sekundes) pēc Lielā sprādziena sāk veidot pirmatnējo zupu (kas sastāv no dažādām elementārām daļiņām).

Pēc 3 minūtēm no Lielā sprādziena tiek uzsākta "H" pirmatnējā nukleosintēze. Visu šo pirmo daļu laika grafikā īsti nevar attēlot ar mērogošanas problēmu, jo mēs uzskatām, ka 1 milimetrs ir līdzvērtīgs miljonam gadu, sekundes vai minūtes ir neredzamas. Šī iemesla dēļ tas netiek parādīts laika grafikā, bet tiek parādīts atsevišķi.

Pēc 100 miljoniem gadu (pēc 10 cm), tas ir, pirms 13700 miljoniem gadu, tika izveidoti pirmie pirmatnējie elementi. Pēc vēl 100 miljoniem gadu jeb vēl 10 cm, pirms $13,6 \cdot 10^9$ gadiem izveidojās pirmās molekulas, tostarp pirmās ūdens molekulas.

Aptuveni arī šajā laika sprīdī, 13600 miljonu gadu laikā, izveidojās pirmās zvaigznes un kaut kas vēlāk, pirms 13100 miljoniem gadu, pirmās galaktikas. Pēc simts miljoniem gadu izveidojās primitīvais Piena ceļš ($13,0 \cdot 10^9$ gadi) (1. attēls).

Aptuveni 8400 miljonus gadu ($8,4$ metri: mūsu mērogā 10^9 gadi ir vienāds ar vienu metru) notiek virkne vienlaicīgu parādību. Pirmās zvaigznes attīstās, izraisot dažādus sprādzienus, kas izspiež dažāda veida atomus, un parādās periodiskās tabulas pirmatnējo elementu daudzveidība. Tajā pašā laikā turpina veidoties jaunas zvaigznes, kas arī attīstās, un dažādos evolūcijas posmos rodas dažāda veida objekti.



Zīm. 2: Pirms 4600 miljoniem gadu veidojas Saule un līdz ar to parādās dažādi Saules sistēmas ķermeņi, jo īpaši Zeme un akmeņainās planētas veidojās pirms 4560 miljoniem gadu. Apmēram 20 miljonus gadu vēlāk parādījās Zemes magnētiskais lauks, kas kalpo kā aizsardzība pret dažādiem dzīvībai bīstamiem starojumiem, kā mēs to zinām.

Pēc iepriekšminētajiem $8,4$ miljoniem gadu, tas ir, pirms $4,6 \cdot 10^9$ gadiem, notiek mūsu Saules veidošanās, kā arī pirmo spirtu veidošanās. OH grupas ir nepieciešamas vēlāk, jo tās parādās daudzu molekulu veidošanās, kas būs svarīgi, lai sasniegtu DNS sastāvu.

Apmēram 3 cm vēlāk, pirms 4570 miljoniem gadu, piedzima Saules sistēma, 4mm vēlāk, pirms 4566 miljoniem gadu, izveidojās gāzveida planētas un 6mm vēlāk, pirms 4560 miljoniem gadu, izveidojās Zeme un citas akmeņainas planētas (2. attēls).

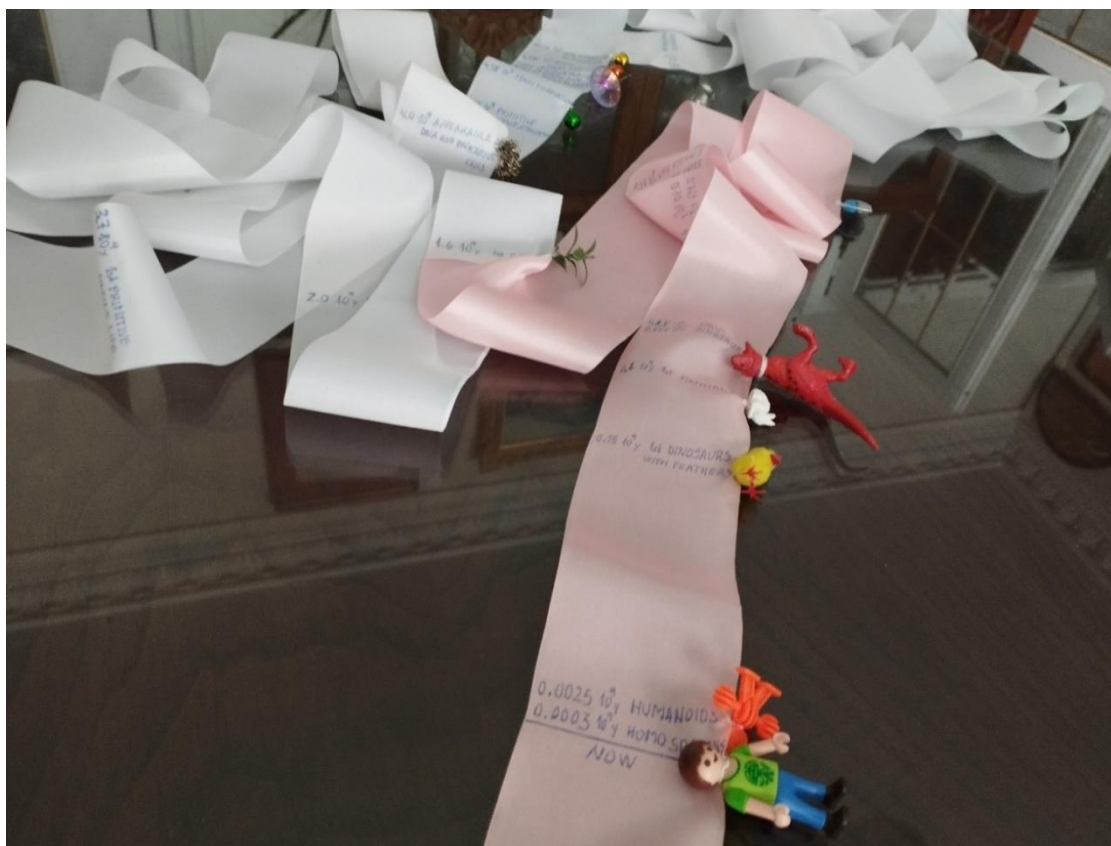
Apmēram 2 cm vēlāk, Zemes magnētiskais lauks no tā parādījās pirms 4540 miljoniem gadu, ar ko tas bija aizsardzība pret dažāda veida starojumu, kas kaitīgs dzīvībai uz mūsu planētas.

Pēc tam, 6 cm, sākas Mēness veidošanās, apmēram pirms 4 480 miljoniem gadu, veidojot Zemes-Mēness sistēmu mūsu planētu sistēmā.

Tikai 3 cm vēlāk, pirms 4450 miljoniem gadu, tiek izveidota primitīvā Zemes atmosfēra.

4.1 10^9 pirms gadiem, tas ir, pēc 45 cm, notika vēlā intensīvā bombardēšana, kas ietekmēja Saules sistēmas ķermeņus, kā arī Zemi un Mēnesi.

Pirms 4000 miljoniem gadu ($4,0 \cdot 10^9$ gadi), tas ir, 10 cm vēlāk, parādās pirmās prokariotu šūnas (bez kodola) un parādās DNS molekula.



Zīm. 3: Līnija ir tukša no tās pirmsākumiem līdz pirmo zaļo augu parādīšanās brīdim. Rozā krāsā no šī punkta līdz mūsdienām.

Pēc 2 metriem tas ir pirms 2 miljardiem gadu, sākas dzīve, kas elpo skābekli O_2 .

Pēc 40 cm, $1,6 \cdot 10^9$ gadiem sākas zaļo augu parādīšanās uz mūsu planētas, tas ir, spēlē hlorofila funkcija (3. attēls).

Pēc 90 cm vai 90 miljoniem gadu, tas ir, pirms 700 miljoniem gadu ($0,7 \cdot 10^9$ gadi), sāk parādīties pirmie specializētie audi un orgāni.

Pēc 18 cm, $0,52 \cdot 10^9$ gadus parādās trilobīti, mums visiem labi zināmas fosilijas.

Pēc 5 miljoniem gadu, tas ir, 5 cm vēlāk, 470 miljonus gadu notiek pirmā dzīvnieku izeja no ūdens uz sauszemes zonu.

Tikai pēc 7 cm, pirms 400 miljoniem gadu, parādās amonīti (zināmas fosilijas).

3 mm vēlāk, pirms 397 miljoniem gadu, uz Zemes parādās pirmie mugurkaulnieki.

Ja mēs pārvietojamies 14,7 cm, apmēram pirms 250 miljoniem gadu, parādās Nautili, dzīvnieki, kurus joprojām var atrast uz mūsu planētas.

Tikai 5 miljonus vēlāk, tas ir 5 mm vēlāk, pirms 245 miljoniem gadu, parādās pirmie dinozauri.

Pēc 4,5 cm, pirms 200 miljoniem gadu, parādās šie pirmie zīdītāji, sākotnēji tie bija mazi, lai gan vēlāk parādās lielāki.

5 cm vēlāk, no šī 150 miljoniem gadu atpakaļ, parādās pirmie putnu dinozauri, mūsu putnu senči. Faktiski viens no vismazāk attīstītajiem un vistuvāk senajiem spārnotajiem dinozauriem ir vienkāršie cāļi, kas mums ir mūsu pildspalvas (3. attēls).

Pārsniedzot 14,75 cm, tas ir, pēc 14,75 miljoniem gadu, $0,0025 \cdot 10^9$ pirms gadiem = 2,5 miljoni gadu = 2 500 000 gadu, parādās pirmie humanoīdi.

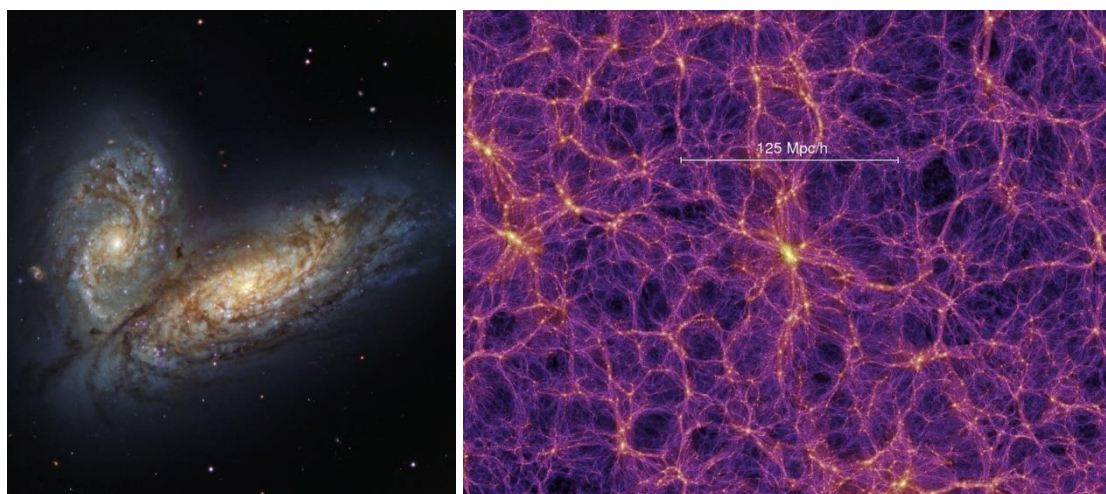
Tikai pēc 2,2 mm, tas ir, tikai $0,0003 \cdot 10^9$ gadus atpakaļ = $0,3 \cdot 10^6$ gadi = 300 000 gadi, parādās Homo sapiens.

Kanibālu galaktikas

Galaktikas ir gravitācijas savstarpēji saistītas zvaigžņu grupas, kas rotē pašas par sevi. Dažādās galaktiku grupas veido pavedienus, kur ļoti aktīva ir jaunu galaktiku veidošanās aktivitāte.

Visas galaktiku kopas ir iekļautas lielā kosmiskā baletā, kur tās satiekas, saduras, un lielāko kanibālisms pār mazākajām liek jaunajām galaktikām sacensties, lai iegūtu brīvo gāzi, kas paliek, lai veicinātu jaunu zvaigžņu veidošanos (4. attēls).

Tādā veidā bagātākie zvaigžņu veidošanās apgabali atbilst lielu sadursmju zonām, kur lieli ieguvēji vienmēr ir lielākās galaktikas. Visa šī darbība notiek Visuma pavedienu zonās, atstājot lielas telpas brīvākas no matērijas (5. attēls).

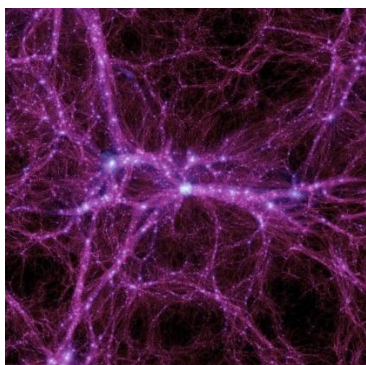


Zīm. 4: Kanibālu galaktiku sadursme (Kredīts: ESO). Zīm. 5: Visuma pavedienu struktūras modelēšana (Kredīts: Springel et al.)

Aktivitāte 2: Šķiedru modelis

Visuma pavedienu struktūru var simulēt ar paplāti vai trauku, kurā var ievietot ūdeni ar mazgāšanas līdzekli. Ieviešot pāris salmiņus, lai malkotu bezalkoholiskos dzērienus, jūs rīkojaties atpakaļgaitā, pūšot caur tiem gaisu un tādējādi ļoti īsā laikā iegūstot labu skaitu burbuļu.

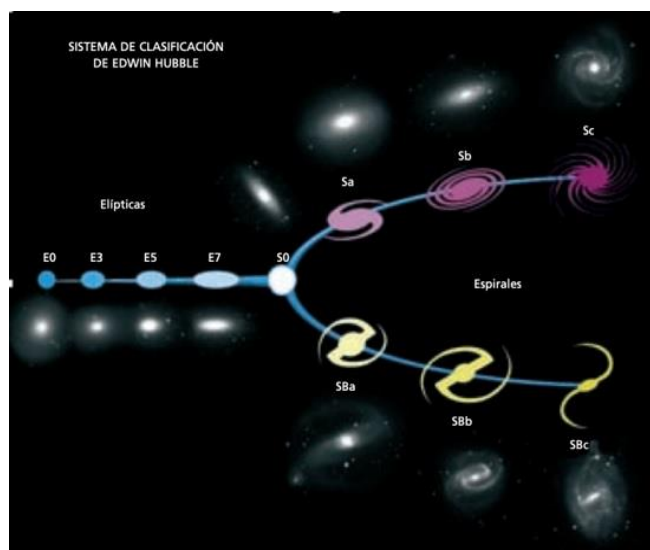
Kā redzams modelī ar lieliem ziepju burbuļiem, lielākā daļa ziepjūdens šķidrums ir izvietots burbuļu krustojšanās vietās, radot vairāk vai mazāk pavedienu izskatu.



Zīm. 6: Visuma pavedienu struktūras modelēšana (Kredīts: Illustris Projekts). Zīm. 7: Iepriekšminētās struktūras modelēšana kvēldiegos, izmantojot ūdeni un mazgāšanas līdzekli.

Galaktiku klasifikācija

Ir spirālveida, bārkstis, elipsveida, sfēriskas un neregulāras galaktikas, kuras parasti klasificē pēc to morfoloģijas labi zināmajā Habla secībā. Kā minēts iepriekš, šī klasifikācija attiecas tikai uz tās formu un neatbilst tās attīstībai.



Zīm. 8: Edvīna Habla klasifikācijas sistēma (Credit NASA-ESO)

Aktivitāte 3: spirālveida galaktiku veidošanās simulācija

Spirālveida galaktiku modeli (9. att. a) var izgatavot ar glāzi, kas pilna ar ūdeni, un produktu, kurā ir ļoti smalki graudi, piemēram, nātrija bikarbonāts (9. att. b), galda sāls (NaCl), lai gan tas vieglāk izšķīst ūdenī, un smiltis (9. att. c), ja vien tas ir ļoti smalks, pat izsijāts caur sietu.



Vīģes. 9.a klase. Galaxy NGC 5457 (ESA/Habls)



Vīģes. 9.b klase. Galaktika ar bikarbonātu.



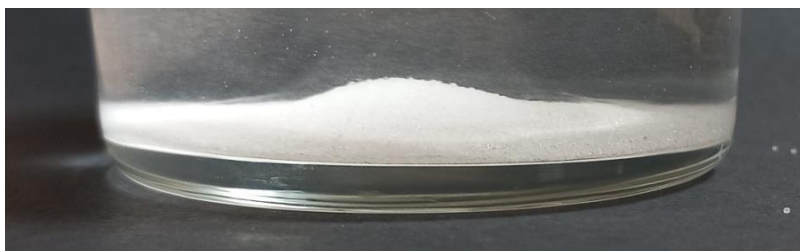
Vīģes. 9.c kl. Galaktika ar smiltīm.

Maisiet ūdeni no stikla ar tējkaroti un ar enerģiju, pārtrauciet maisīšanu, ielejiet ēdamkaroti produkta un pagaidiet, līdz graudi nosēžas. Jūs saņemat centrālo kaudzi un spirālveida rokas, kas ir ļoti līdzīgas galaktikām.

Skatoties uz stiklu no sāniem, modelis simulē arī galaktiku formu, kas redzama no malas, ar centrālo izliekumu (10. att. a, b un c).



Zīm. 10a, Smilšu galaktikas modelis, redzams no sāniem.



Vīģes. 10.b klase. Bikarbonāta modelis, redzams arī no sāniem.

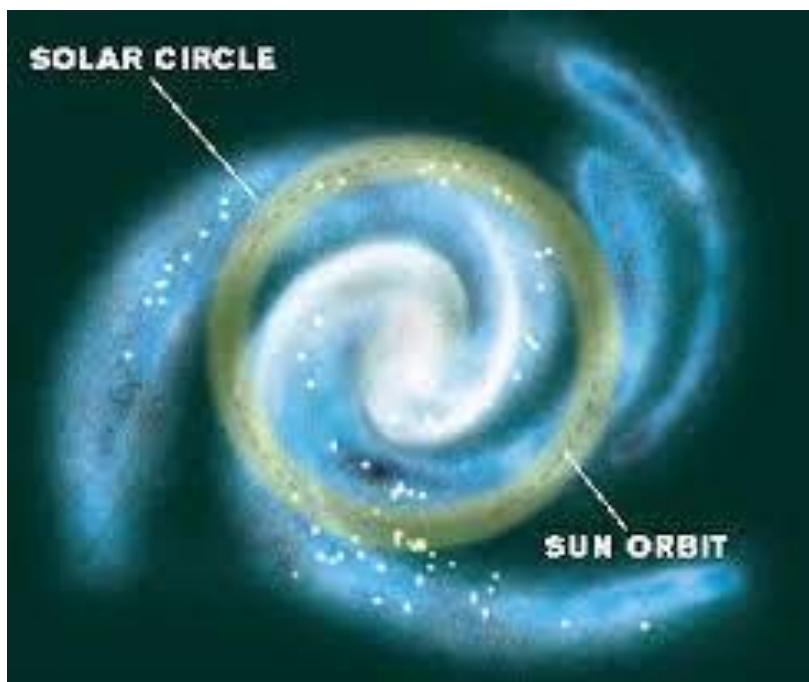


Vīģes. 10.c klase. Galaxy NGC 4565 ar centrālo izliekumu (Credit ESO/NASA)

Ja jūs turpināt lēnām maisīt, jūs varat modelēt spirālveida rokas un iegūt kaut ko līdzīgu elipsveida galaktikām, cita veida galaktikām Habla secībā (8. att.). Mūsu modelis viens pats nespēj atveidot aizsprostotās galaktikas.

Apdzīvojamā zona galaktikās

Galaktiku centrālajā zonā ir augsts enerģijas līmenis, ir masīvi gamma staru pārrāvumi un milzīgi ļoti enerģiski un vardarbīgi notikumi, kas padara dzīvi neiespējamu. No otras puses, galaktikas malas rajonā trūkst atomu, kas ir smagāki par ūdeņradi un hēliju, kas ir nepieciešami dzīvībai, tāpēc apdzīvojamā zona atbilst aplūveida zonai, piemēram, automašīnas riepas kamerai, un atbilst apgabalam, kurā pārvietojas Saule. Apdzīvojamā zona galaktikās parasti atrodas rādiusā no 23000 l.y. līdz 30000 l.y. no galaktikas centra (Saule atrodas 27000 l.y.).



Zīm. 11: Galaktikas apdzīvojamā zona (Kredīts: NASA)

Plazma un magnētiskais lauks

Starpgalaktiskajā vidē, starpzvaigžņu vidē un pašās zvaigznēs viela parasti ir plazmas stāvoklī. Šī plazma sastāv no elektroniem, protoniem, augstas enerģijas daļiņām un jonizētām gāzēm.



12.a attēls: Plūvura miglājs, (Credit Hubble), 12.b attēls: Komēta C/2002 E3 (Kredīts Rykis Babianskas un Carlos Viscasillas)

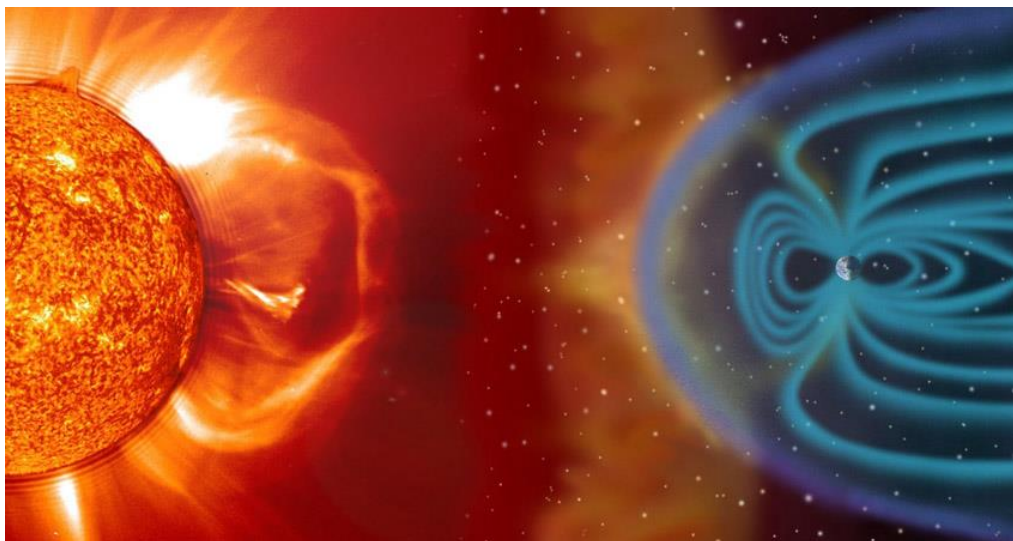
Uz Zemes šajā stāvoklī ir matērija, piemēram, zibens, dienasgaismas spuldžu vai enerģijas taupīšanas spuldžu iekšpuse, monitori un televizoru ekrāni, plazmas bumbiņas vai sveces liesma.



13.a, 13.b un 13.c attēls: Plazmas lodē, liesmā un luminiscences mēģenē plazmas stāvoklī ir viela

Tā ir arī plazma saules vējš, uzlādētu daļiņu plūsma, kas izdalās no Saules korona visā Saules sistēmā, visos virzienos. Šo daļiņu plūsma ir mainīga, to lielā mērā ietekmē saules aktivitāte, kas rada saules plankumus un uzliesmojumus. Saules vējš var deformēt komētu astu plazmu, kas vienmēr ir vērsta pret Sauli.

Uz Zemes tas var radīt ģeomagnētiskās vētras un radīt auroras (gaismas ziemeļos un dienvidos). Saules vēja daļiņas pārvietojas lielā ātrumā un ar lielu enerģijas daudzumu, tām ir liela iespiešanās jauda un tās var sabojāt šūnu DNS. Zemes magnētiskais lauks veido magnetosfēru, kas darbojas kā aizsargājošs vairogs, piemēram, lietussargs, novirzot uzlādētas daļiņas, kas ir tik bīstamas dzīvībai, neļaujot tām sasniegt Zemes virsmu.



Zīm. 14: Zemes magnētiskais lauks kalpo kā vairogs vai lietussargs pret Saules vēju.

Ja uz Saules ir spēcīgas koronālās izmešanas, Saules vēja intensitāte ievērojami palielinās, un tā var caurdurt Zemes magnetosfēru. Šajos gadījumos daļa saules vēja sasniedz atmosfēru apgabalos, kas atrodas netālu no poliem, radot skaistu ziemeļblāzmu (ziemeļu puslodē) un dienvidu gaismu (dienvidu puslodē).

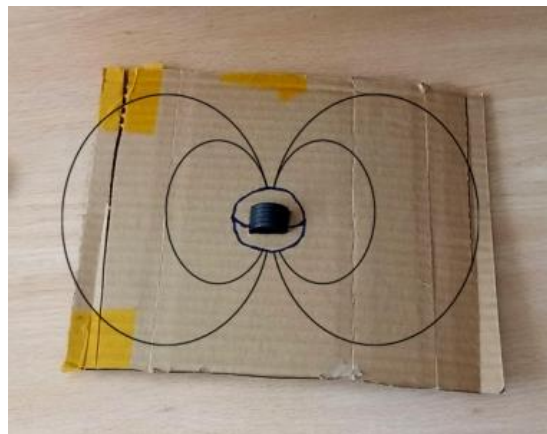
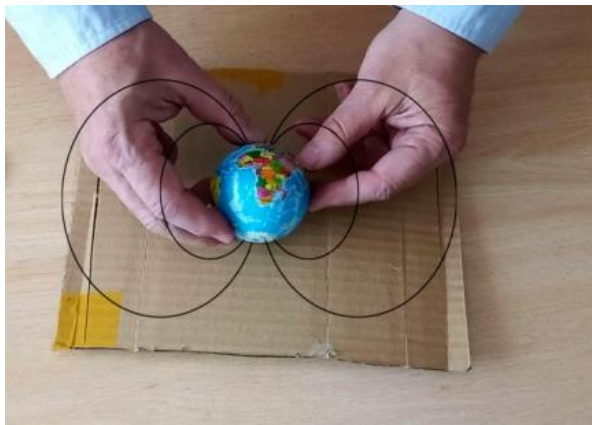
Šo daļiņu enerģija ierosina atmosfērā esošos atomus, izraisot to elektronu izstarošanu dažādu viļņu garumu fotoniem. Ja daļiņas ir ar lielu enerģiju, skābeklis rada zaļu/dzeltenu gaismu, un, ja tās ir ar zemu enerģijas patēriņu, sarkanu/violetu gaismu. Slāpekļa gadījumā tas rada zilganu vai sarkanu/violetu gaismu auroras apakšējās malās.



Zīm. 15a un 15b: Dažādās krāsas aurorās ir atkarīgas no skābekļa un slāpekļa jonizācijas. (Kredītpunkti, S.Ekko, Somija)

Aktivitāte 4: Zemes magnētiskais lauks

Mēs varam vizualizēt Zemes magnētisko lauku ar magnētu, kas attēlo Zemes magnētisko lauku, un kompasu, ar kuru mēs ejam cauri lauka spēka līnijām. Pietiek saprast, ka magnēta adata ir novietota "pieskare" magnētiskā lauka līnijām (17.a, 17.b un 17.c attēls).



Zīm. 16a, 16b Zemes magnētiskā lauka modelis ar dažām attēlotām spēka līnijām.

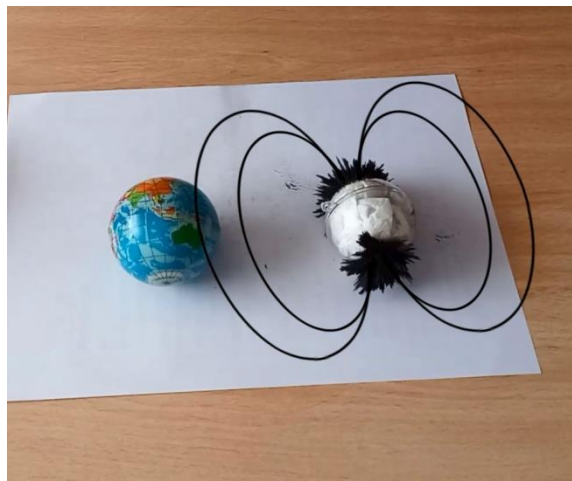
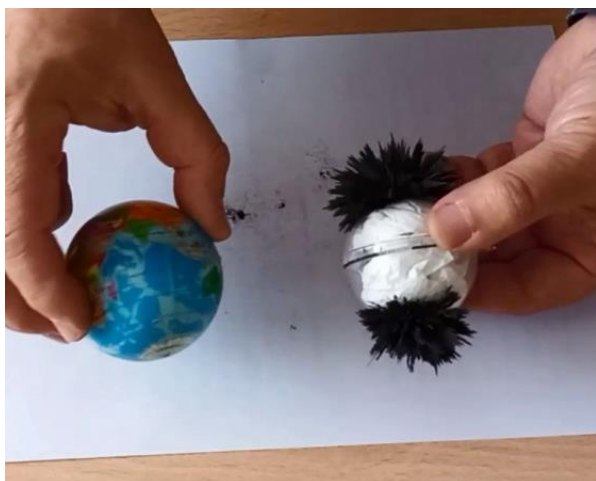


Zīm. 17a, 17b, 17c: Ar kompasu lauka līnijas tiek "uzzīmētas" (kompasa adata vienmēr pieskaras lauka līnijām).

Plastmasas sfēras iekšpusē mēs ievietojam magnētu, kas iesaiņots papīra salvetē. Tas pārstāv Zemi. Pie stabiem apkaisām dzelzs kartotēkas, kas ļoti labi vizualizē magnētiskā lauka līnijas šajā zonā.



Zīm. 18: Magnēts plastmasas sfēras iekšpusē, kā Zemes magnētiskā lauka modelis.



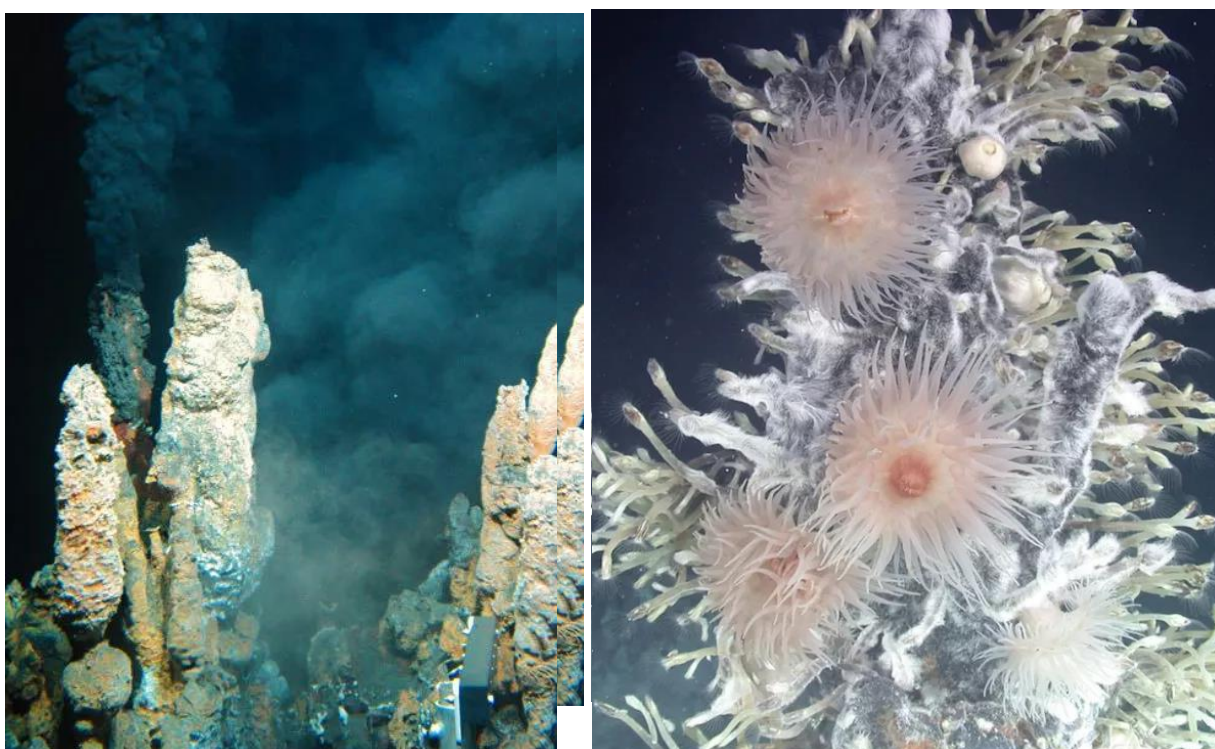
Zīm. 19a un 19b: Ar dzelzs kartotēkām tiek vizualizētas lauka līnijas polārajos apgabalos. Tieši šajās vietās rodas auroas.

Dzīvības izcelsme uz Zemes

Ir pieņemts, ka dzīvības izcelsme uz Zemes aizsākās pirms vairāk nekā 3 miljardiem gadu, laika gaitā attīstoties no visvienkāršākajiem mikrobiem līdz lielai sarežģītībai. Bet kā pirmie organismi attīstījās vienīgajā zināmajā dzīves mājā Visumā?

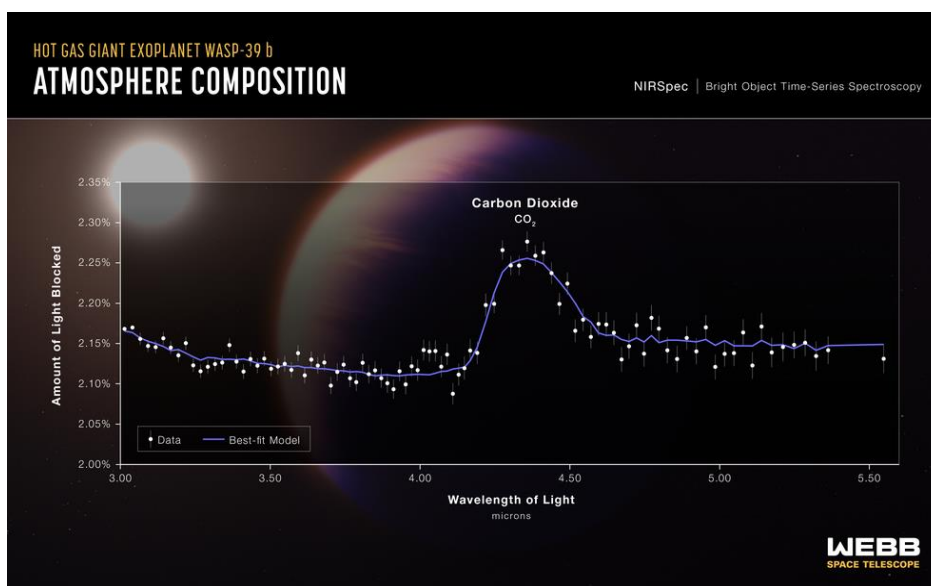
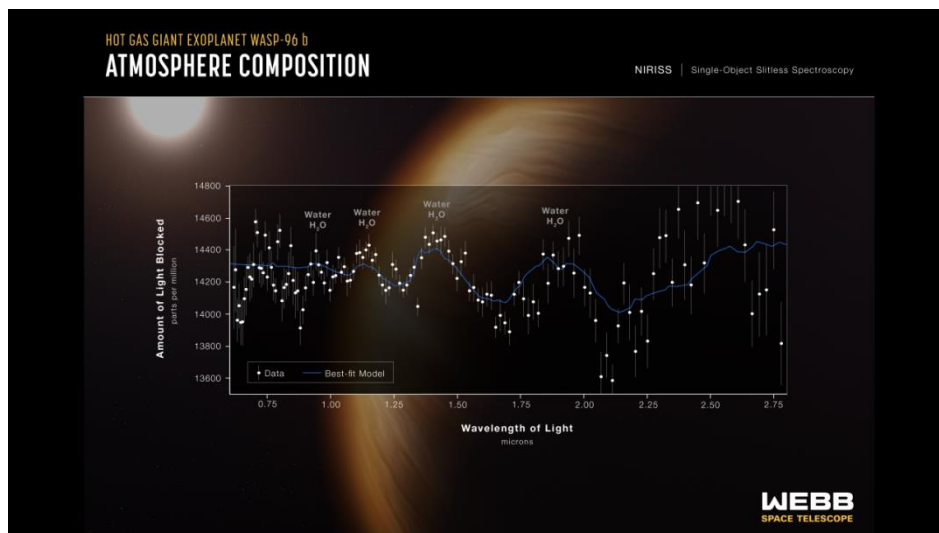
Zinātne paliek neizlēmīga un pretrunīga attiecībā uz precīzu dzīves izcelsmi, pat pati dzīves definīcija tiek apšaubīta un pārrakstīta. Dažas no daudzajām spēkā esošajām zinātniskajām teorijām par dzīvības izcelsmi uz Zemes ir:

- Viena no vispieņemamākajām teorijām ir tā, kas ierosina, ka dzīve, iespējams, ir sākusies hidrotermālās ventilācijas atverēs, kuras var atrast dziļajā okeānā, parasti uz atšķirīgām kontinentālām plāksnēm un kas izkļied galvenos dzīvības elementus, piemēram, oglekli un ūdeņradi. Izvadītie šķidrumi atdziest, kad tie iziet cauri zemes garozai, absorbējot izšķīdušās gāzes un minerālus, piemēram, oglekli un ūdeņradi. Tagad mēs zinām, ka šajās ventilācijas atverēs, kas bagātas ar ķīmisko un siltumenerģiju, karstās un sārmainās, ir ļoti dažādas sugas (20.a un 20.b attēls).



Zīm. 20a: Dzīve varētu būt sākusies hidrotermālajās atverēs, kur skābais jūras ūdens satikās ar sārmainu šķidrumu no Zemes garozas (Kredīts: Woods Hole Okeanogrāfijas iestāde). 20.b attēls: Anemones, kas plaukst ventilācijas atveru siltajos ūdeņos (Kredīts: NERC ChEsSo Consortium)

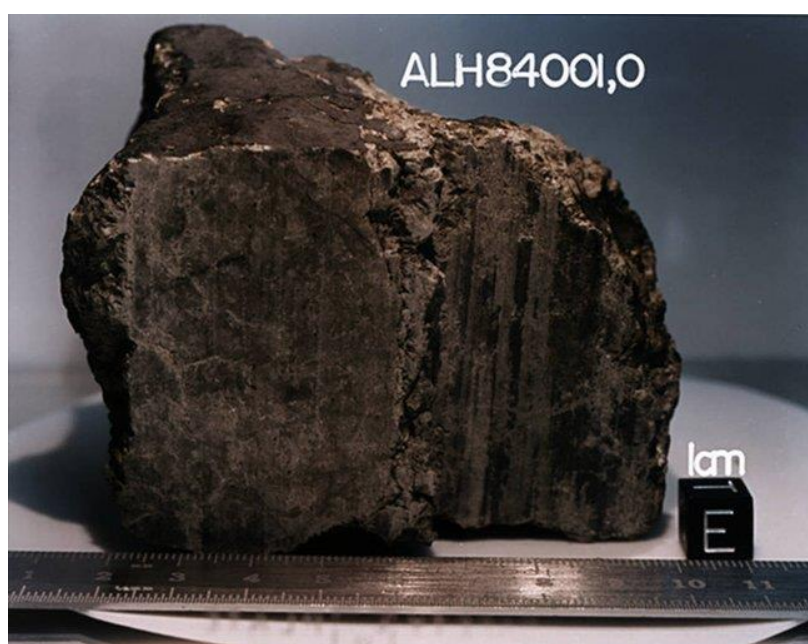
- Zibens, iespējams, ir nodrošinājis dzirksteli, kas nepieciešama, lai sāktu dzīvi. Elektriskās dzirksteles var radīt aminoskābes un cukurus no atmosfēras, kas uzlādēta ar ūdeni, metānu, amonjaku un ūdeņradi Miljoniem gadu laikā var veidoties lielākas, sarežģītākas molekulas. Lai gan pētījumi kopš tā laika ir atklājuši, ka Zemes agrīnā atmosfēra faktiski bija slihta ūdeņraža daudzumā, zinātnieki ir norādījuši, ka vulkāniskie mākoņi agrīnajā atmosfērā varēja saturēt metānu, amonjaku un ūdeņradi un elektriskās izlādes, pirmās dzīvības molekulas varēja atrast mālā, minerālu kristāli mālā varēja sakārtot organiskās molekulas organizētos modeļos. Tomēr šī teorija nav kategoriski pierādīta (21.a un 21.b attēls).



21.a attēls. Eksoplanetāro atmosfēru spektri, kas iegūti ar Džeimsa tīmekļa teleskopu. WASP-96 b (augšā) 21.b attēls: atzīmēta ūdens molekulas klātbūtne; WASP-39 b (apakšā): oglekļa dioksīda josla, kas neatrodas spektra centrā. Ņemiet vērā, ka šie spektri ir pārraides spektri, un viļņu garumi atbilst tuvajam infrasarkanajam starojumam, tas ir, joslas parādās ārpus elektromagnētiskā spektra redzamā reģiona.

- Pirms 3 miljardiem gadu ledus, iespējams, pārklāja okeānus un veicināja dzīvības dzimšanu, jo tiek uzskatīts, ka organiskie savienojumi ir stabilāki zemās temperatūrās. Ledus varēja arī aizsargāt trauslos organiskos savienojumus no ultravioletās gaismas iedarbības un kosmiskās ietekmes. Šodien mēs zinām, ka sasaldētā augsnē, kas pazīstama kā mūžīgais sasalums, ir dzīvības formas neaktīvā stāvoklī.

Bet būtu arī iespējams apgalvot, ka dzīve sākas ārpus Zemes un būtu nonākusi ar akmeņu apmaiņu miljoniem gadu laikā, pateicoties komētu, asteroīdu, meteorītu ietekmei teorijas, ko sauc par panspermiju, ietvaros. Aizsargāti no kosmosa apstākļiem, mikrobi varētu izdzīvot iesprostoti klintīs, taču šis jautājums ir jāuztver ļoti nopietni, jo ir arī iespējams, ka, sasniedzot Zemi, ārpuszemes materiāls tiks piesārņots ar iepriekš esošo dzīvību uz Planētas, kā tas notika ar slaveno meteorītu ALH 84001 (22. att.), par kuru jaunākie pētījumi, finansēti no NASA Astrobioloģijas programmas, tas parāda, ka tajā esošais organiskais materiāls nav veidojies bioloģiski, bet gan ģeokīmiskā mijiedarbība starp ūdeni un klintīm.



Zīm. 22. Meteorīts ALH 84001: ieradās no Marsa, bija galvenais varonis priekšlaicīgajam paziņojumam par dzīvību, kas ieradās no šīs planētas. Šodien mēs zinām, ka tam, kas tiek konstatēts kā organiska viela, nav bioloģiskas izcelsmes.

Tomēr, pat ja panspermija būtu patiesa, jautājums par to, kā dzīve sākās uz Zemes, mainītos tikai uz to, kā dzīve sākās citur Univerā.

Ekstremālu vidi izpēte uz Zemes ir novedusi pie daudzu biotopu atklāšanas, kas tikai pirms dažiem gadiem tika uzskatīti par neapdzīvojamiem. Interese par ekstremālu vidi daudzveidību un ekoloģiju ir palielinājusies vairāku iemeslu dēļ, ne tikai tāpēc, ka ekstremofīli un to sastāvdaļas tiek izmantotas biotehnoloģiskajos procesos (piemēram, bioloģiskajā kalnrūpniecībā, bio-atveseļošanā), bet arī tāpēc, ka tiek meklētas robežas dzīves pastāvēšanai.

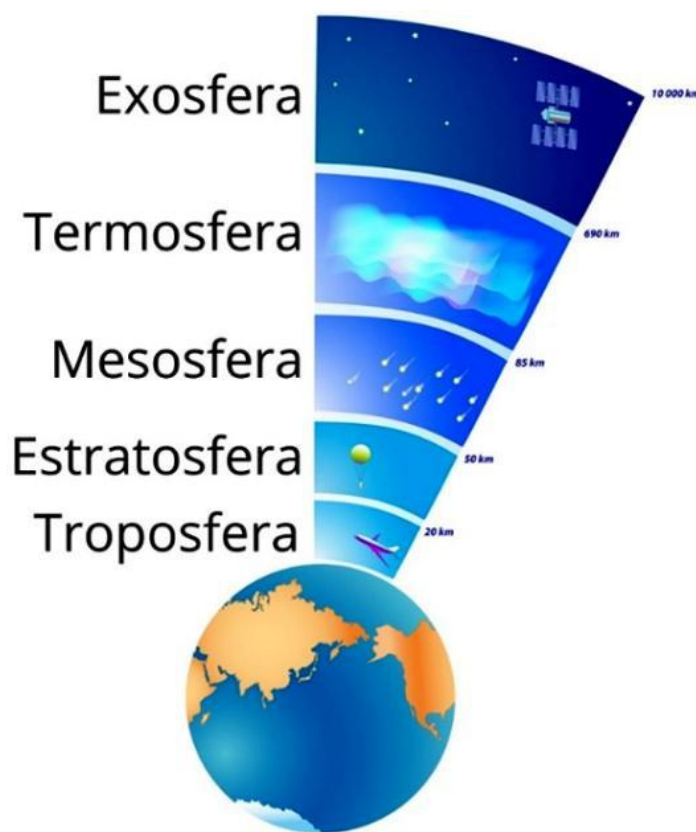
Pirmajām dzīvajām sugām bija jābūt vienkāršām dzīvības formām, kas kalpoja kā saikne starp pirmo organismu (piemēram, baktērijām) un dzīvību, kādu mēs to pazīstam.

Kā zināms, nav iespējams vienkārši salikt dažus ķīmiskos elementus mēģenē un sagaidīt, ka jauna veida dzīvība parādīsies spontāni. Dzīvības izcelsme ir notikums, kas prasa miljoniem

gadu, bet, tiklīdz tas sākas, dzīve var eksponenciāli vairoties un pielāgoties planētas apgabaliem, kas var būt ļoti atšķirīgi no tā, kur tā radusies.

Mikrometeorīti

Cietais materiāls, kas cēlies no Saules sistēmas, veidoja pavadoņus un planētas. Šī uzkrāšanās nav beigusies, un apmēram 5 tonnas materiāla no kosmosa joprojām krīt uz Zemes. Šie meteori lielā ātrumā bez grūtībām iziet cauri eksosfērai un termosfērai, jo šie slāņi nav ļoti blīvi. Bet, kad tie sasniedz mezosfēru, blīvums ir lielāks un ir liela berze, kas var izkausēt materiālu. Atdzesējot stratosfērā un troposfērā, beigās tie rada sfērisku formu, dažreiz ar svītrām un dažreiz maziem burbuļiem, ātras sacietēšanas efektu.



Zīm. 23 Atmosfēras slāņi (Kredīts: Lifeder)

Aktivitāte 5: Sfērisku mikrometeorītu simulācija.

Piepildiet garu, cilindrisku caurspīdīgu trauku ar saulespuķu eļļu kā kolonnu. Ar šļirces palīdzību (24.a un 24.b attēls) tiek nomesti dažādi pilieni ūdens vai kolas (jo tā krāsa izskatās labāk). Ūdens vai bezalkoholiskā dzēriena sākotnējais fiziskais stāvoklis izraisa mazu sfēru veidošanos, kas lēnām redzamas krītot pa eļļas kolonnu.



24. att. a: Piliens ar šļirci, 24. att. b: Kolonna, kurā veidojas sfēras.

Aktivitāte 6: mikrometeorītu meklēšana

Mikrometeorītus var iegūt materiālā, kas nepārtraukti tiek nogulsnēts uz jumtiem, ceļiem utt. Lietus laikā ūdens tos mazgā caur jumtu kanalizācijas notekcaurulēm un ielu vai maršrutu grāvjos. Tas tiek savākts uz papīra lapas ar suku nedaudz smiltis no šīm vietām.



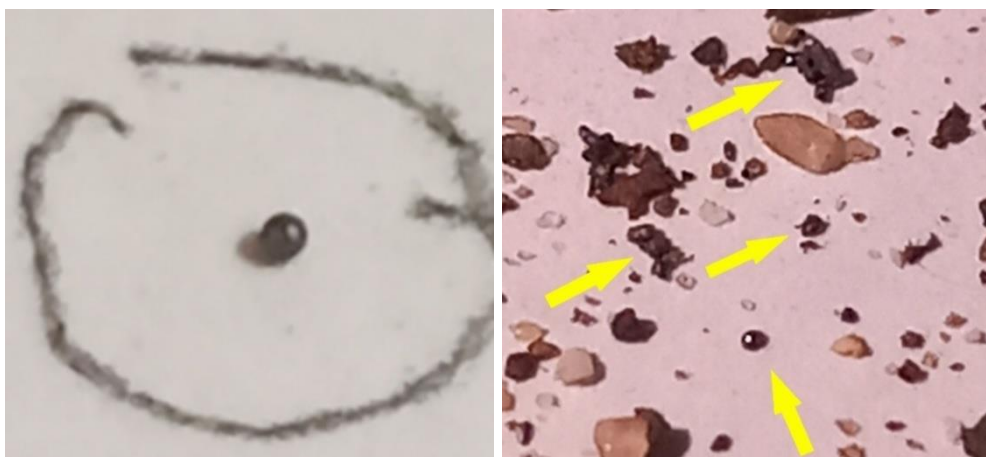
Zīm. 25a: Koplietošanas ceļāvar atrast grāvjus vai notekcaurules ar smilti, kur varam atrast meteorītus. 25.b attēls: Mēs savācam šo smiltis ar papīru, lai to analizētu.

Pēc tam magnēts tiek nodots zem papīra lapas ar materiālu: būs skaidri redzams, kā magnētam tiek piesaistītas mazas dzelzs materiāla daļiņas (26. attēls). Neatdalot magnētu, apgāžiet papīru, un visas smiltis nokritīs, izņemot tās smalkās tumšās daļiņas, kuras piesaistīs magnēta magnētiskais lauks. Apgrieziet papīru un noņemiet magnētu. Tur var būt iespējami mikrometeorīti.



26.a un 26.b attēls: Izlaižot magnētu zem papīra lapas, velciet feromagnētisko materiālu

Skatoties paraugu ar mobilā tālruņa kameru maksimālā tālummaiņā, daļiņas, kas ir mikrometeorīti, ir sfēriskas, piemēram, mazi marmori.



Zīm. 27a: Viena izolēta mikrometeorīta fotogrāfija ar mobilo kameru, 27.b attēls: Fotogrāfija ar vairākiem mikrometeorītiem, izmantojot vienu un to pašu kameru;

Jūs varat arī izveidot vienkāršus "slazdus". Tam nepieciešami šādi elementi: virtuves paplāte un caurspīdīgs celofāna papīrs (virtuves plēves papīrs). Pārklājiet paplāti ar celofāna papīru, salokot malas vai pielīmējot celofānu zem tā, lai novērstu tā lidošanu (28.a, 28.b un 28.c attēls).



Zīm. 28a: Paplāte, celofāna papīrs un lente līmēšanai, 28.b att.: Celofāna papīra līmēšana paplātes aizmugurē, 28.c att.: Dārzā uzstādīts mikrometeorīta "slazds".

Paplāti novieto nedaudz prom no zemes, lai novērstu apkārtējo putekļu vai dzīvnieku klātbūtnes piesārņošanu ar paraugu (28.c attēls), vietā, kur nav daudz vēja un kur nekas neaizsedz debesis. Atstājiet šo iestādi ārā vismaz nedēļu. Papīrs sāks izskatīties "netīrs". Nedēļas beigās pārvietojiet visu uzkrāto materiālu uz papīra lapas. Magnēts tiek nodots zem tā un analizēts ar tālruņa kameru.

Ir iespējams arī sagatavot individuālu slazdu katram studentam. Jums ir nepieciešama papīra krūze, virve, lai to sasietu, un mazs magnēts.



Zīm. 29a un 29b: Stikls sasiets ar diegu un nelielu magnētu iekšpusē. Zīm. 29c: Students, izmantojot stiklu, meklē mikrometeorītus.

Lai sagatavotu slazdu katram studentam, mēs sasienam stiklu ar diegu un stikla iekšpusē ievietojam nelielu magnētu. Skolēni pārvietojas pa skolas pagalma zonu ar magnētiskajām krūzītēm. Tad viņi noņem magnētu, un, ja ir dzelzs daļiņas (mikrometeorīti), tie nokrīt uz baltās papīra lapas. Studenti vēro ar savām telefona kamerām, lai atrastu mikrometeorītus, identificējot tos kā sīkas sfēras.

Ekstremofīlu klasifikācija

Ekstremofīls ir organisms, bieži vien mikroorganisms, kas dzīvo ekstremālos apstākļos, tas ir, apstākļos, kas ir ļoti atšķirīgi no tiem, ko piedzīvo lielākā daļa sauszemes dzīvības formu.

Vēl nesen tika uzskatīts, ka vietās, kur mēs tagad zinām, ka ekstremofīli aug, nav iespējams dzīvot. Piemēram, ārkārtīgi aukstajos Antarktīdas apgabalos, Rio Tinto ļoti skābajos un ar metāliem bagātajos ūdeņos vai Atakamas ārkārtīgi sausajā un smago metālu tuksnesī. Bet ir pierādīts, ka ir organismi, kas dzīvo visās šajās jomās.

NASA un EKA astrobiologi uz vietas (Antarktīdā, Atakamas tuksnesī, Ríotinto raktuvēs u.c.) pēta, kā dzīve attīstās vai pielāgojas, lai saprastu, kā tā radusies.

Antarktīda lielākoties ir auksta un pamesta, tomēr vairākām zinātnieku grupām ir izdevies atrast lielu dzīvības daudzumu zem tās virsmas. Viņi ir atraduši ekstremofīlos mikrobus, kas dzīvo 36m dziļumā ar temperatūru -20°C sālsūdenī (kas nesasalst augstās sāls koncentrācijas dēļ), cita grupa ir atradusi 800m dziļumā visu ekosistēmu pilnīgi bez gaismas (30. attēls).



Zīm. 30: Dažādas zinātniskās grupas atrod ekstremofilus zem Antarktīdas virsmas

Daži ekstremofili dzīvo bez ūdens vai spēj pretoties izžūšanai, dzīvojot ar ļoti maz. Tāpat kā Atakamas tuksneša augsnes mikrobi.

Ir ļoti iespaidīga parādība: puķainais tuksnesis. Tas ir sausākais tuksnesis pasaulē, gados, kad ir vairāk nokrišņu nekā parasti, un tad aukstā fronte parādās liels skaits un ziedu daudzveidība (līdz 14 šķirnēm), kas paliek dažus mēnešus.

Riotinto kalnrūpniecības apgabalu kopš pirmā gadsimta pirms mūsu ēras izmantoja Romas impērija, un situācija šodien, pēc simtiem gadu ilgas virszemes ieguves, kurā ir iegūti smagie minerāli, ir ļoti interesanta, lai pētītu dzīvi ekstremālos apstākļos.



Zīm. 31: Fotografija no 2022. gada augusta Pēc vairāku gadu sausuma pēdējie gadi bija 2015. un 2017. gads

Citi ekstremofili attīstās vidēs ar augstu skābumu un augstu metāla koncentrāciju (dzelzs, varš, kadmījs, arsēns, cinks, svins). Reakcijas šajā upē katalizē acidofilās baktērijas, tāpēc, samazinot skābumu, baktēriju populācija vairojas, kas rada lielāku sulfīdu oksidēšanos un lielāku skābumu procesā, kas barojas atpakaļ. Apgabala iedzīvotāji zina, cikdaudz lietūs lietūs upes krāsas izmaiņu dēļ (baktērijas rada lielāku skābumu, lai saglabātu pH upes plūdu laikā).



Zīm. 32: Rio Tinto sarkanie ūdeņi, kur dzīvo acidofilās baktērijas.



Zīm. 33: Erica andevalensis ir plaši izplatīts visā apgabalā, kura saknes ir skābās augsnēs un ar ļoti maz barības vielu

Ir plašas Erica Andevalencis vai "kalnrūpniecības viršu" krūmu platības, kas izplatītas gar upes gultni. Šo augu saknes ir ļoti skābās augsnēs ar maz barības vielām. Pat daži augi aug upes krastos, un to saknes daļēji iegremdētas skābā ūdenī un augsnēs ar augstu vara un svina koncentrāciju.

Kosmosa izpētei ir nepieciešams astrobiologu darbs ekstremālās teritorijās, piemēram, Antarktīdā, Atakamas tuksnesī vai Ríotinto raktuvēs. Daudzu protokolu, kas tiek veikti, lai atklātu ekstremofilus, pirmais solis ir DNS ekstrakcijas process, un šī iemesla dēļ šī darbība tiek veikta zemāk.

Aktivitāte 7: DNS ekstrakcija

Novērojot, ka ir dzīvība ļoti ekstremālos apstākļos, ir nolemts veikt DNS testu, kad vēlaties noteikt dzīvības esamību. DNS paliekas ļauj noteikt dzīvības (pašreizējās vai pagātnes) esamību, un to izmanto, lai meklētu dzīvību kosmosā.

DNS molekula ir ļoti gara molekula, un tā ir saspiesta ar proteīniem (piemēram, jucekli) šūnu iekšpusē. Tādējādi, lai noteiktu DNS palieku klātbūtni, ir nepieciešams sagatavot risinājumu, ar kuru mēs varam lauzt šūnas apvalka membrānu.

Mēs turpināsim kā piemēru, lai iegūtu nobriedušu tomātu DNS, jo to ir ļoti viegli sašķidrināt.

Risinājums šūnas sadalīšanai

Pusglāzē ūdens izšķīdina tējkaroti sāls (nātrija hlorīda), lai atbrīvotu olbaltumvielas un tādējādi atbrīvotu DNS, kas sāls klātbūtnes dēļ parādīsies balta. Trīs tējkarotes cepamā nātrija, lai saglabātu nemainīgu šķīduma pH un DNS nenoārdās. Pēc tam pievienojiet trauku mazgājamo mašīnu, līdz ūdens ir tādā krāsā, lai izjauktu tauku šūnu membrānu. Ir nepieciešams sajaukt bez putām, lai varētu labi redzēt DNS.

Sagatavojiet "tomātu" šūnu sulu

Mēs sāksim, ekstrahējot divas ēdamkarotes tomātu mīkstuma, sasmalcinot to ar karoti un sasmalcinot to ar dakšīnu, līdz mums būs vairāk vai mazāk šķidrums biezenis (34. attēls).

Ielejiet šūnu drupinātāja šķīdumu virs tomātu biezeņa. Divreiz vairāk šķīduma nekā tomātu biezenis. Lai salauztu šūnas, sakratiet, uzmanoties, lai putas un celms, lai noņemtu lielos gabalus. Šūnu saturs ir sulā, un tieši tur tiek atrasta DNS, kuru mēs vēlamies iegūt.



Zīm. 34: Šķidrā tomātu biezeņa sagatavošana, lai no membrānām turpinātu izliet divreiz vairāk drupinātāja šķīduma, lai iegūtu DNS.

DNS padarīšana par redzamu

Ja ir daudz DNS pavedienu, tas izskatās kā balts mākonis (sāls piešķir tai bālganu krāsu). Mēs pilinām alkoholu uz sulas glāzes sienas, jo mēs vēlamies, lai alkohola slānis paliktu sulas virspusē, nesajaucoties ar to. Trīs vai četru minūšu laikā veidojas balts DNS mākonis, kas salīpis kopā un kļūst redzams (iet uz augšu). Alkohols tiek pievienots, jo DNS nešķīst spirtā un veidojas DNS mākonis, kas ir labi redzams (35. attēls).



Zīm. 35: DNS mākonis ir ļoti redzams peldošs virs maisījuma

Bibliogrāfija

- 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/>