

Kosmologinè laiko juosta

**Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno,
Pilar Orozco, Juan A. Prieto and Ivo Jockin**

*International Astronomical Union, Polytechnical University of
Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University,
Argentina, Colegio Retamar, Spain and Diverciencia, Spain,
Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.*



Tikslai

- Visatos istoriją įsivaizduokite naudodami laiko juostą.
- Suprasti svarbius procesus, kurie buvo būtini gyvybei susiformuoti.
- Suprasti gyvybės prisitaikymą prie labai įvairių sąlygų.



1 veikla: Laiko juosta

Visatos pradžia - Didysis sproginimas, įvyko maždaug prieš 13,8 mlrd. Metų ($13.8 \cdot 10^9$ metų atgal).

1 m = 10^9 metų

1 mm = 1 milijonas metų

Laiko juosta

13.8 metrams



1 veikla: Laiko juosta

$t=0$ sec ($13.8 \cdot 10^9$ metai atgal, Didysis sprogimas.)

10^{-45} sec End Planck Era (N.B. Relativity Einstein)

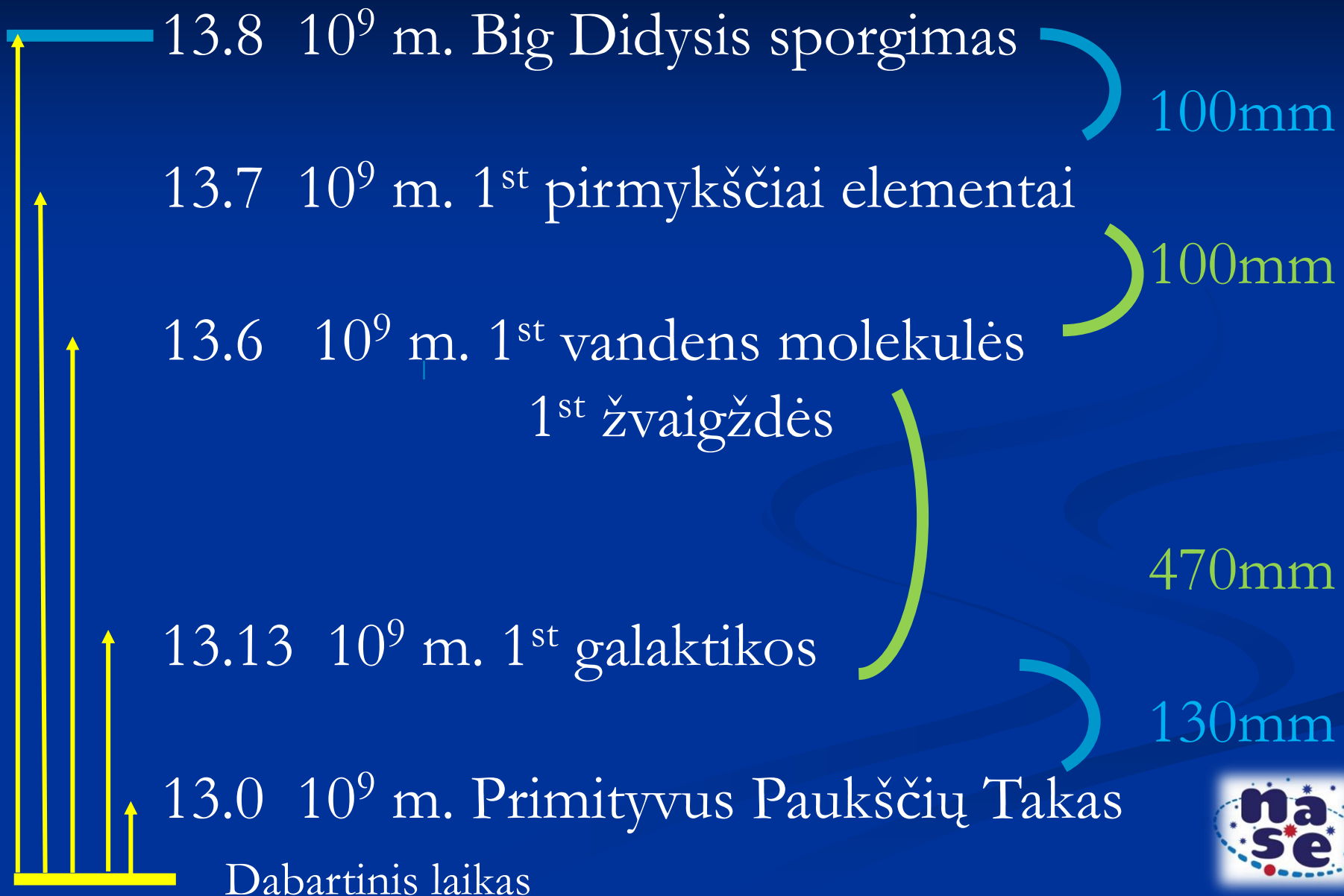
10^{-35} sec Infliacija (eksponentinė plėtimosi visata)

10^{-6} sec Pirmapradė sriuba (įvairios elementariosios dalelės)

3 min. Pirmapradė Nukleosintezė “H”

(Šis laikotarpis negali būti pavaizduotas laiko juostoje kaip $1 \text{ mm} = 10^6$ metai)

1 veikla: laiko juosta



1 veikla: Laiko juosta

13.0 10^9 m. Primityvus Paukščių Takas

Per pirmuosius 8,4 mlrd. metų (8,4 metrus) vienu metu vyko daugybė reiškinių.

Pirmosios žvaigždės evoliucionavo, sukeldamos skirtingus sprogimus, kurių metu buvo išstumti įvairių tipų atomai, ir atsirado periodinės elementų lentelės elementų įvairovė. Skirtingų tipų objektai atsiranda vienu metu:

Mėlynosios milžinės ir supermilžinės žvaigždės: 10-100 mln. metų (10-100 **8400mm**). Jos sprogsta kaip supernovos, išmesdamos sunkiuosius atomus, tokius kaip geležis, švinas, auksas, uranas ir kt.

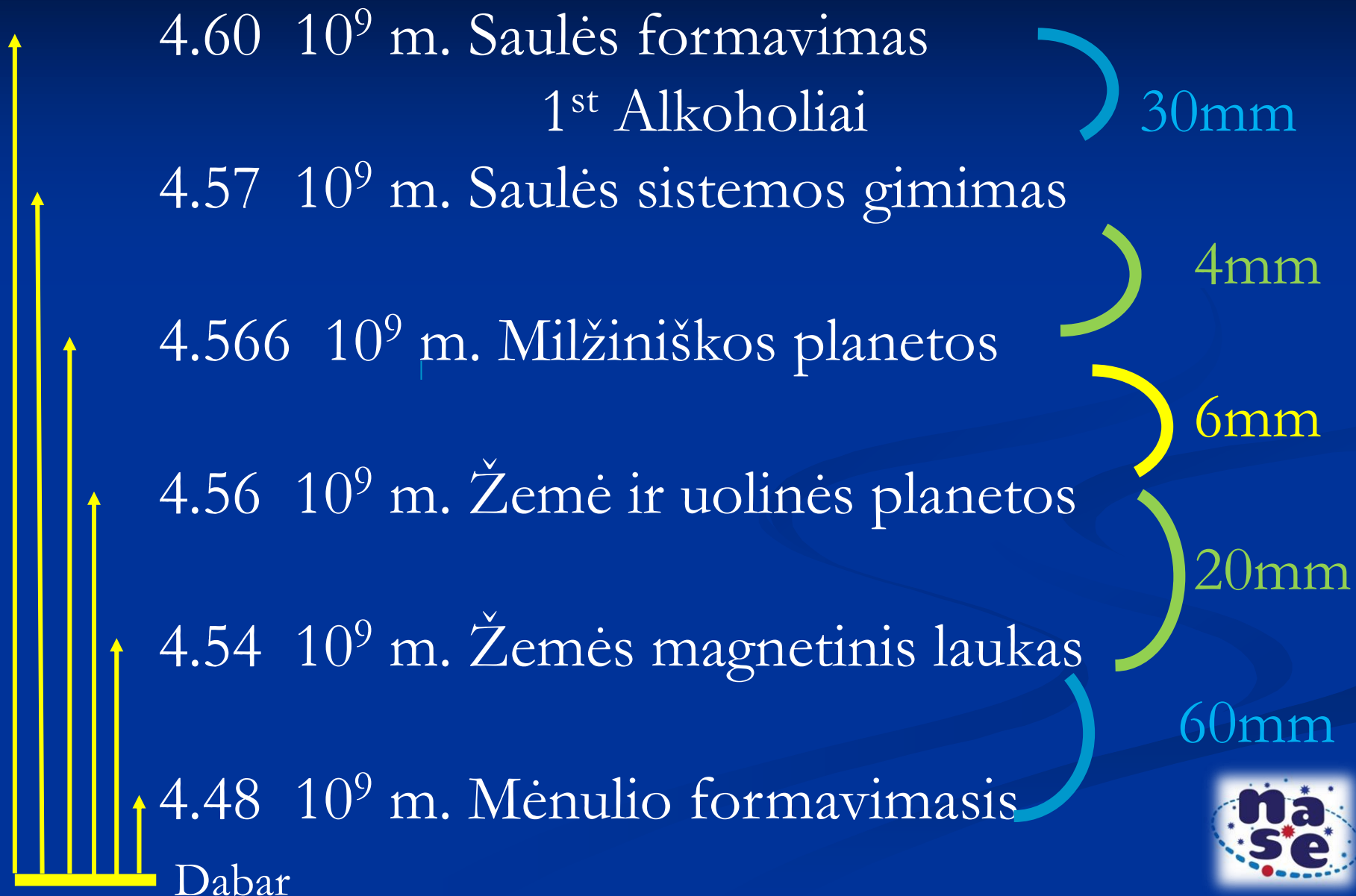
Geltonosios žvaigždės, tokios kaip Saulė, trunka 10 000 milijonų metų (10 000 mm). Jos baigiasi kaip planetinės miglos, išmesdamos vidutinio sunkumo atomus, tokius kaip anglis, deguonis, azotas ir kt.

Raudonosios nykštukinės žvaigždės: Gyvuoja ilgiau nei Visatos amžius.

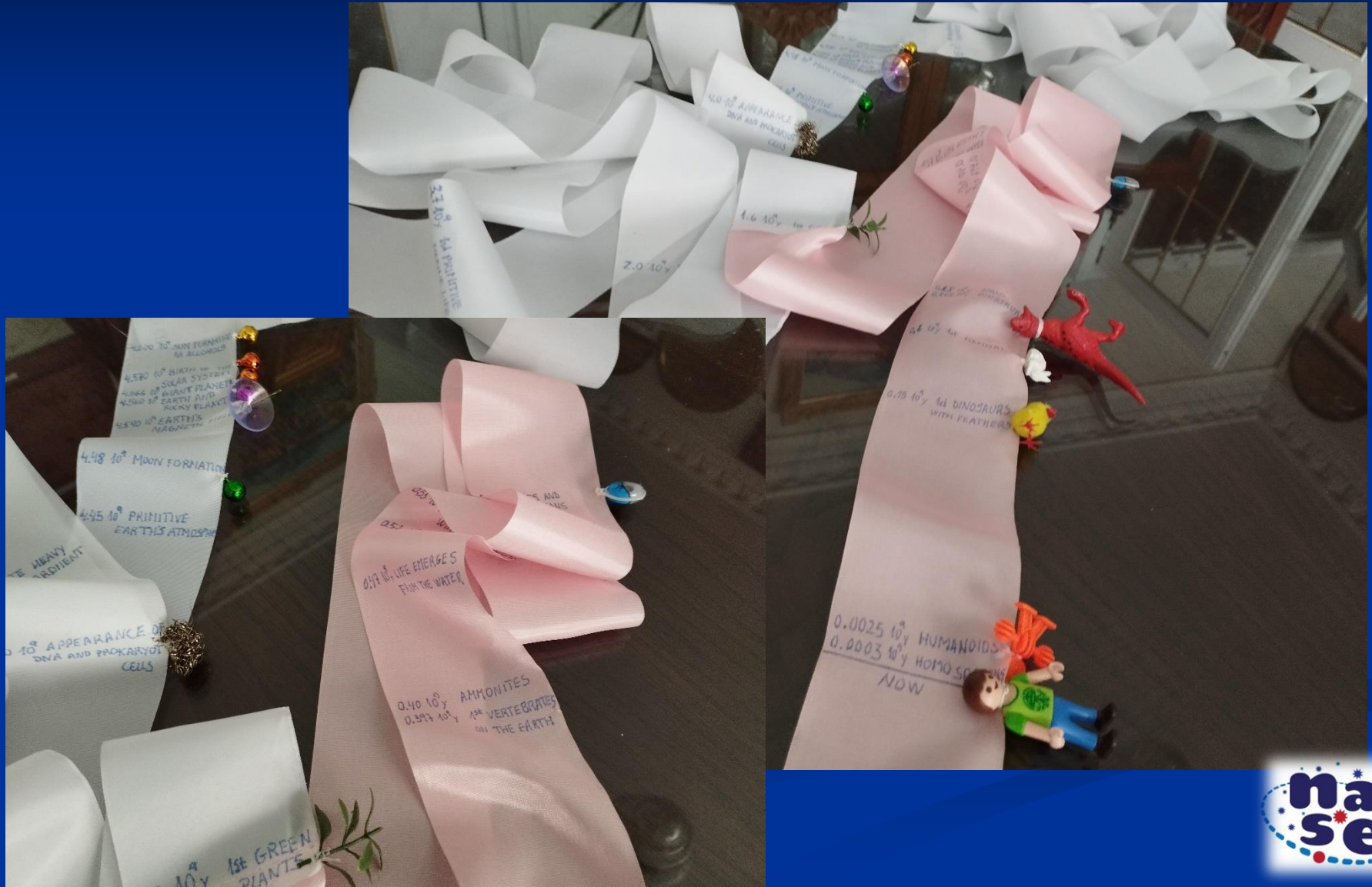
4.6 10^9 m. Saulės formavimasis



1 veikla: Laiko juosta



1 veikla: Laiko juosta



1 veikla: Laiko juosta

4.48 10^9 m. Mėnulio formavimasis

30mm

4.45 10^9 m. Primityvioji Žemės atmosfera

350mm

4.10 10^9 m. Vėlyvas sunkus bombardavimas

Dabar



1 veikla: Laiko juosta

4.1 10^9 m. Vėlyvas sunkus bombardavimas

4.0 10^9 m. DNR ir prokariotinės ląstelės

3.7 10^9 m. 1st Primityvioji jūrinė gyvybė

2.0 10^9 m. Kvėpuojamas O₂

Dabar

100mm

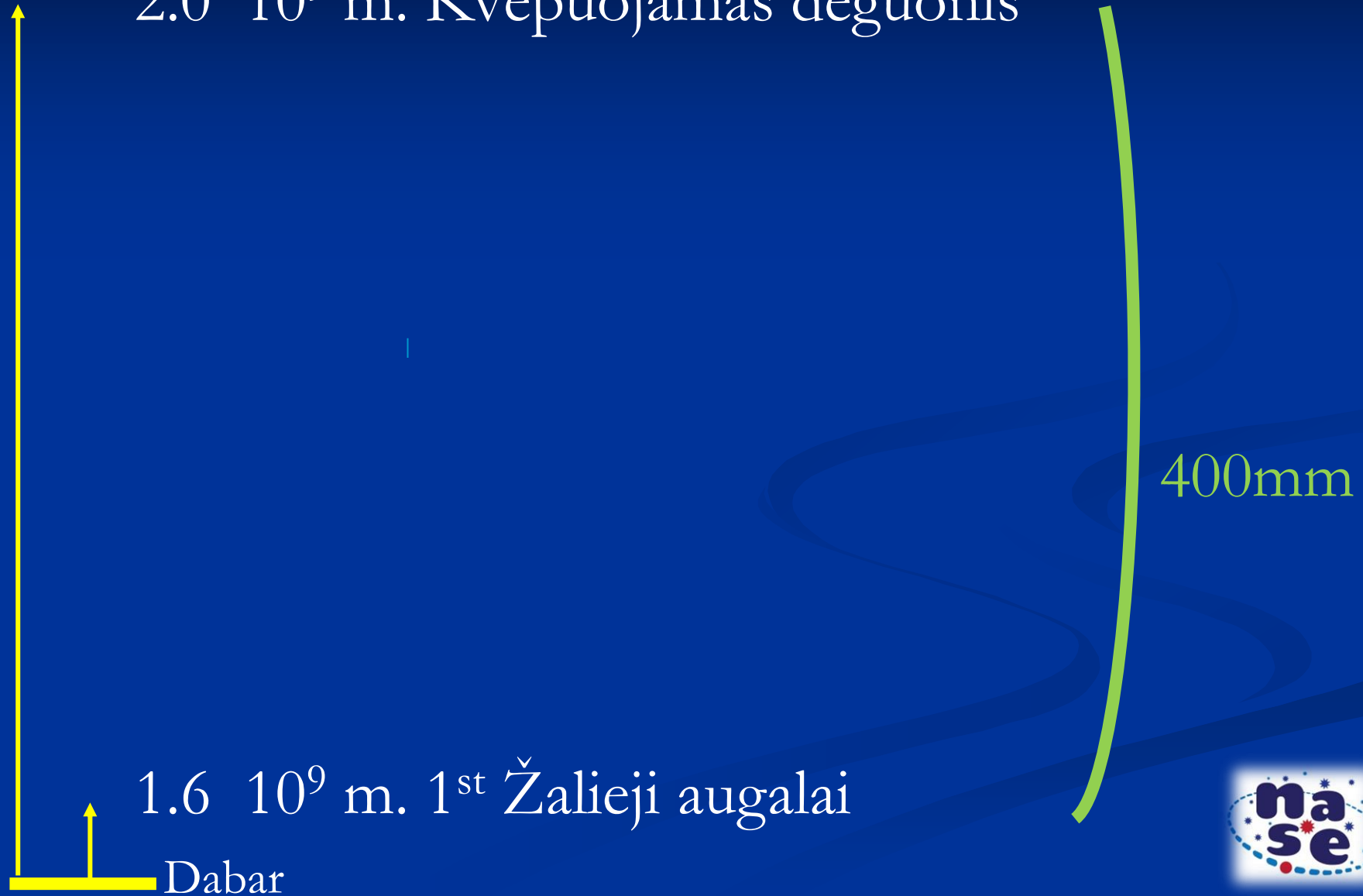
300mm

1700mm



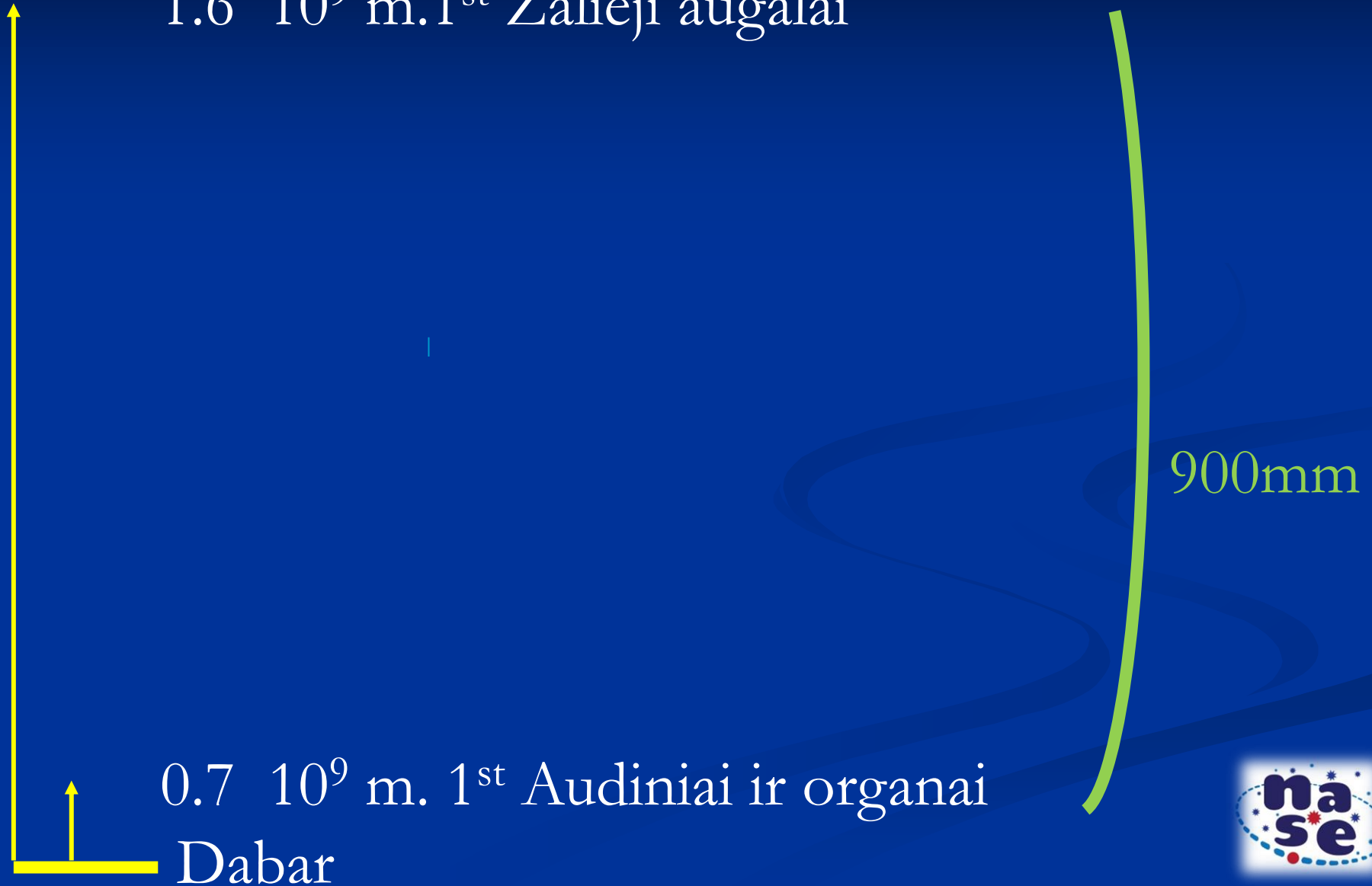
1 veikla: Laiko juosta

2.0 10^9 m. Kvėpuojamas deguonis



1 veikla: Laiko juosta

1.6 10^9 m. 1st Žalieji augalai



1 veikla: Laiko juosta

0.70 10^9 m. 1st Audiniai ir organai

150mm

0.55 10^9 m. jūriniai organizmai su kriauklėmis arba skeletais

30mm

0.52 10^9 m. Trilobitai



50mm

0.47 10^9 m. 1st Gyvybė kyla iš vandens



70mm

0.40 10^9 m. Amonitai

3mm

0.397 10^9 m. 1st Stuburiniai gyvūnai Žemėje

0.25 10^9 m. Nautilus

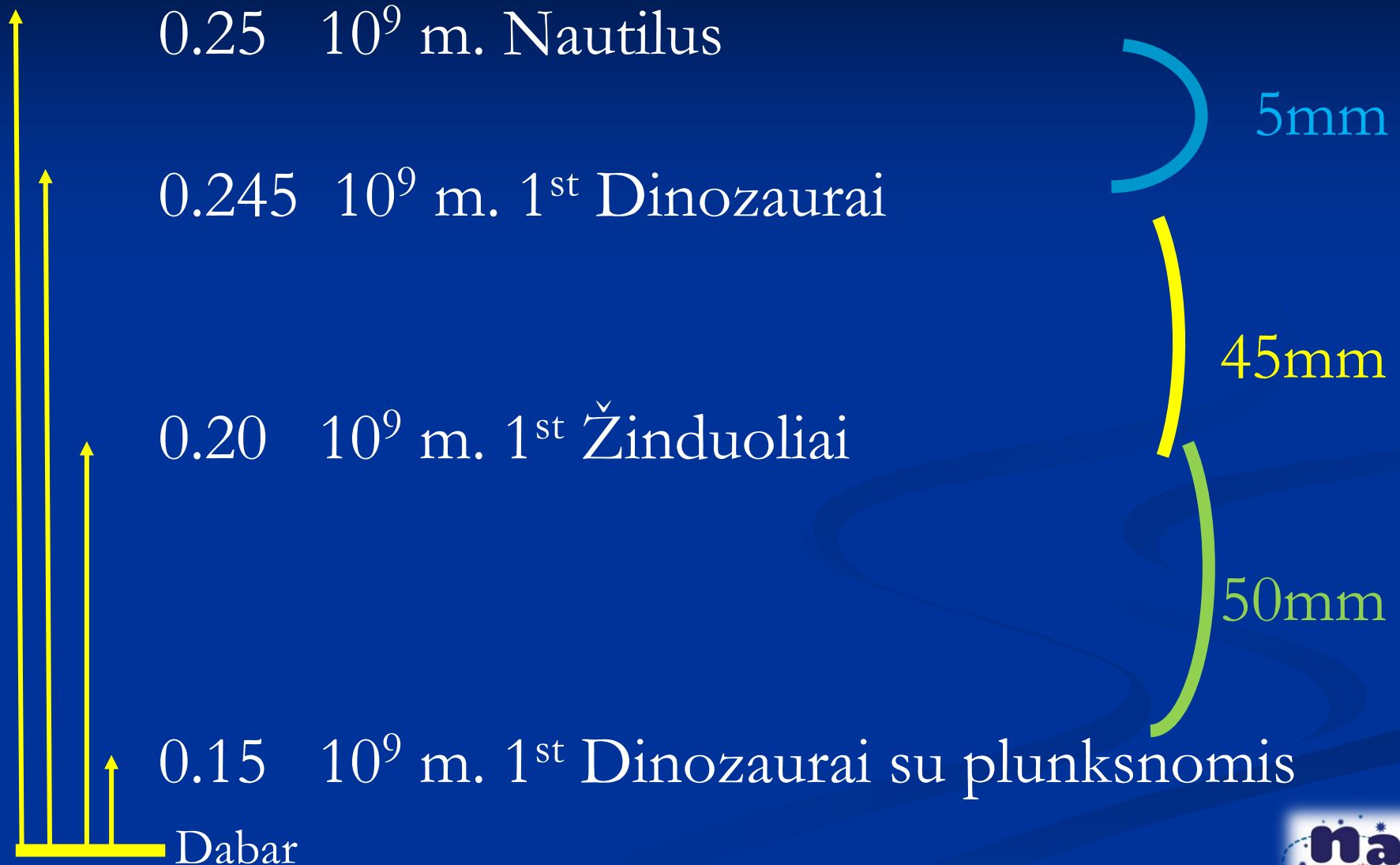


147mm

Dabar



1 veikla: Laiko juosta



1 veikla: laiko juosta

0.1500 10^9 m. 1st Dinozaurai su plunksnomis

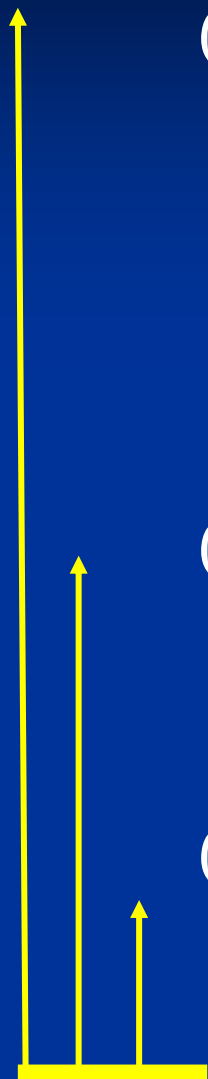
147.5mm

0.0025 10^9 m. = 2 500 000 years
Humanoidai

2.2mm

0.0003 10^9 m. = 300 000 m.
Homo Sapiens

0.3mm



Dabar



Kanibalinės galaktikos

Galaktikos - tai gravitacijos veikiamos žvaigždžių grupės, besisukančios viena apie kitą. Galaktikų grupės sudaro visatos gijas. Galaktikų spiečiai susidaro kosminių gijų jungtyse.

Šiuose spiečiuose jaunos galaktikos varžosi dėl laisvų dujų, o nugalėtojomis tampa senesnės galaktikos.

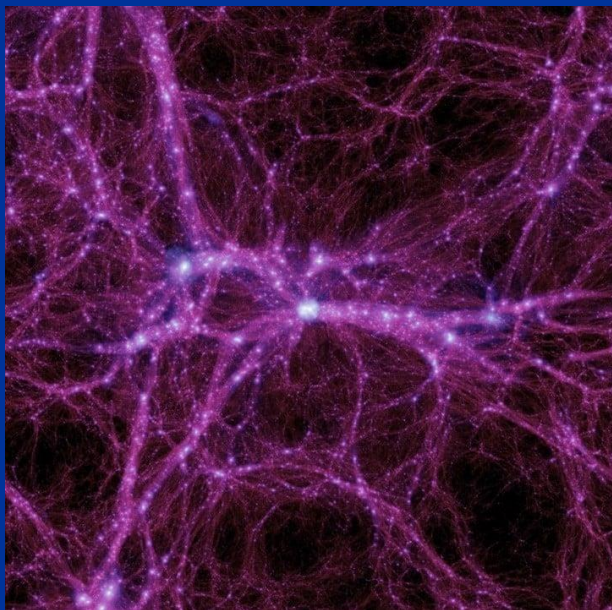
Galaktikų baletas, jų susidūrimai, susidūrimai ir kanibalizmas, kai didžiosios galaktikos nugalė mažąsias, skatina žvaigždžių formavimąsi.



(Credit ESO)

2 veikla: gijų modelis

Visatos siūlinę struktūrą galima išsivaizduoti kaip burbulų vonią, kurioje materija kaupiasi burbulų viršuje ir ypač jų susikirtimo vietose. Tiesiog naudokite muiluotą vandenį ir šiaudelį ar šiaudelį.



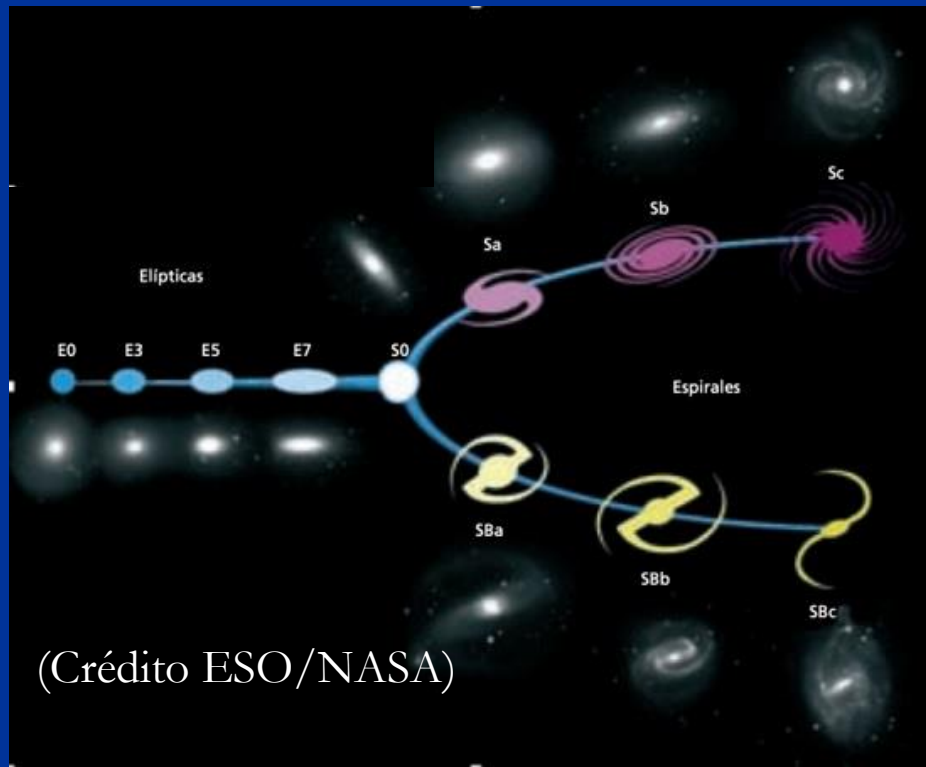
Visatos gijinės struktūros modeliavimas
(Credit: Illustris Project)



Gijinės struktūros modeliavimas ploviklio
tirpalu

Galaktikos klasifikacija

Yra spiralinių, briaunuotų, elipsinių, netaisyklingų...Jos paprastai klasifikuojamos pagal morfologiją pagal gerai žinomą Hubble'o seką.



Dabar žinoma, kad tai nėra evoliucinė seka.

3 veikla: spiralinės galaktikos formavimosi modeliavimas

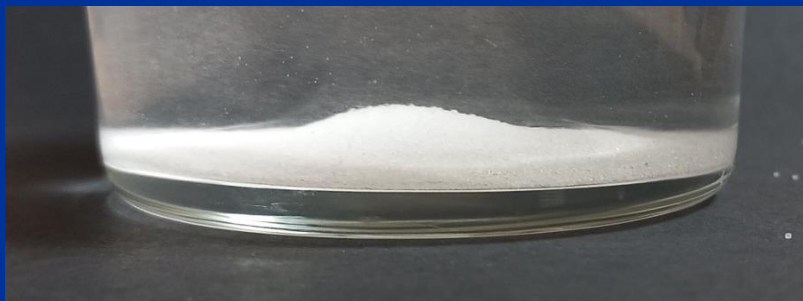
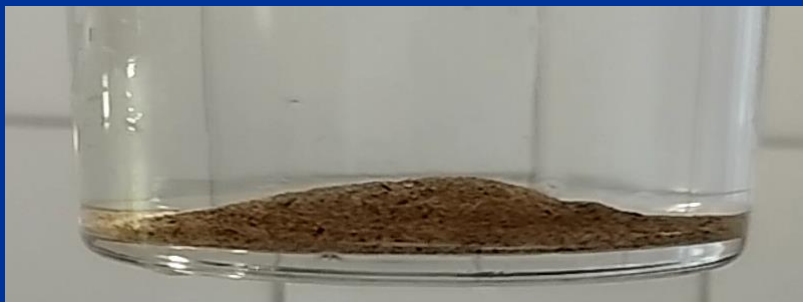
Modelį galima pasidaryti iš stiklinės, pripildytos vandens, ir maišyti vandenį pieštuku. Kai nustosite maišyti, įmeskite šaukštą bikarbonato, smulkaus smėlio arba valgomosios druskos. Nusėdę grūdeliai lieka į spiralines galaktikas panašiomis formomis.



Spiralinė galaktika, matoma iš plokštumos viršaus. (Credit ESA/Hubble)

3 veikla: spiralinės galaktikos formavimosi modeliavimas

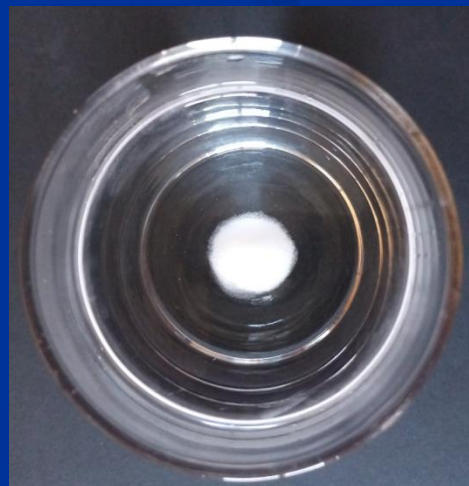
Žvelgiant į modelį iš šono, imituojamas centrinis galaktikų išsipūtimas.



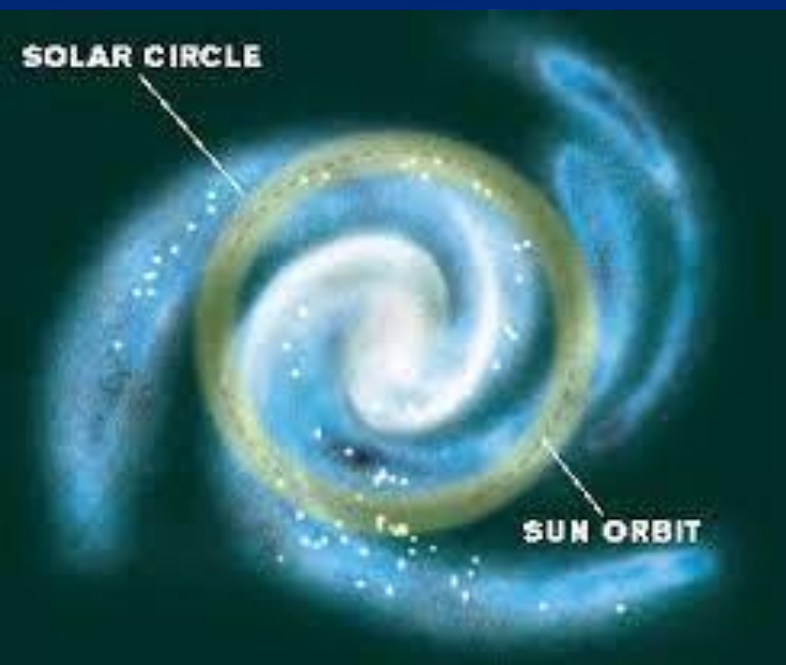
Spiralinės galaktikos vaizdas iš krašto (Credit ESO/NASA)

3 veikla: spiralinės galaktikos formavimosi modeliavimas

Kai susiformuoja galaktika, jei vanduo ir toliau šalinamas, galima gauti formą, panašią į elipsinių galaktikų.



Tinkama gyventi zona galaktikose

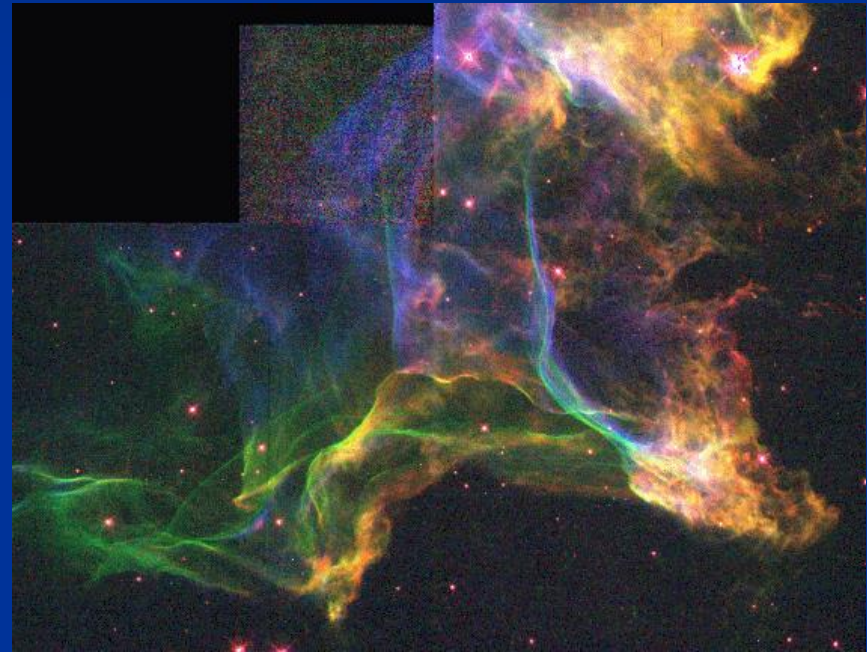


Pavyzdžiui, norėdami palyginti laiką ir atstumą mūsų laiko juostos modelyje, mūsų galaktika užima 220×10^6 metus (220 mm) padaryti vieną revoliuciją.

- Tinkama gyventi zona galaktikose paprastai yra 23 000-30 000 š.m. spinduliu nuo galaktikos centro (Saulė yra 27 000 š.m. atstumu).
- Už šios zonos ribų, link jos pakraščio, trūksta gyvybei būtinų atomų, sunkesnių už H ir He.
- Už šios zonos ribų, arčiau centro, yra masyvūs gama spindulių žybsniai su labai energingais ir smarkiais reiškiniais, dėl kurių gyvybė tampa neįmanoma.

Plazma ir magnetiniai laukai

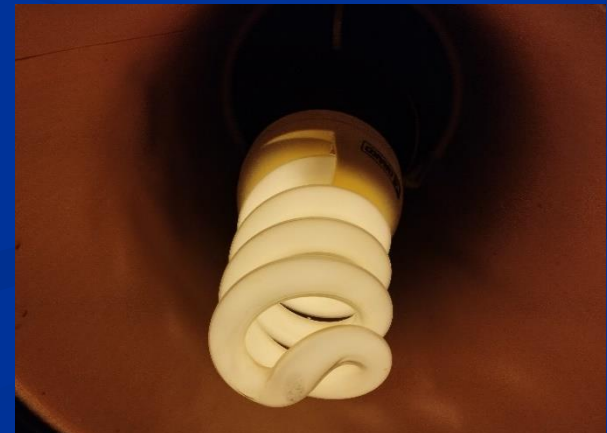
- Tarpgalaktinėje terpėje, tarpžvaigždinėje terpėje ir pačiose žvaigždėse medžiaga paprastai yra plazminės būsenos.
- Šią plazmą sudaro elektronai, protonai, didelės energijos dalelės ir jonizuotos dujos.



Veil Nebula with filaments
(Credit NASA)

Plazma ir magnetiniai laukai

Žemėje tokios būsenos materijos yra žaibuose, liuminescencinių lempų ar mažai elektros energijos naudojančių lempų viduje, monitoriuose ir televizorių ekranuose, plazmos rutuliuose ir žvakės liepsnoje.



Plazma ir magnetiniai laukai

Saulės vėjas taip pat yra plazma. Tai įkrautų dalelių srautas, išsiskiriantis iš Saulės vainiko. Šių dalelių srautas yra nepastovus ir gali sukelti geomagnetines audras, dėl kurių kyla šiaurės ir pietų pašvaistės. Jis taip pat deformuoja plazmą kometų joninėse uodegose.



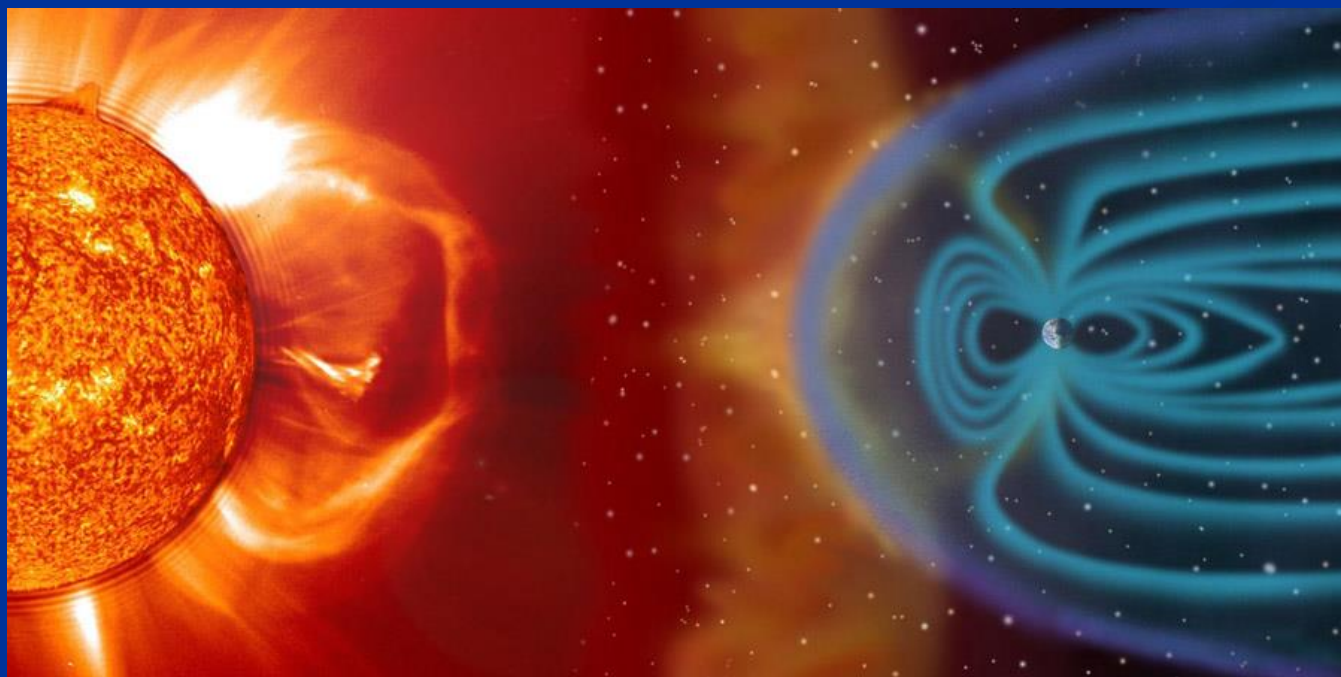
C/2002 E3

(Credit Rykis Babianskas and
Carlos Viscasillas)

Plazma ir magnetiniai laukai

Žemės magnetinis laukas yra apsauginis skydas, saugantis planetos gyvybę. Saulės vėjo dalelės, skriejančios dideliu greičiu ir turinčios daug energijos, pasižymi didele skvarbiaja galia ir galėtų pažeisti ląstelių DNR.

Saulės vėjas,
menininko įspūdis.
(Kreditas NASA)



Plazma ir magnetiniai laukai

Žemės magnetinis laukas veikia kaip skėtis, nukreipiantis gyvybei pavojingas įkrautas daleles nuo Žemės paviršiaus. Dėl jų sąveikos su atmosfera susidaro nuostabios įvairių spalvų auros.



(Crédito Sakari Ekko)

Plazma ir magnetiniai laukai

Aurorų spalvos priklauso nuo ore esančių molekulių, su kuriomis jos sąveikauja, energijos. Srityje:

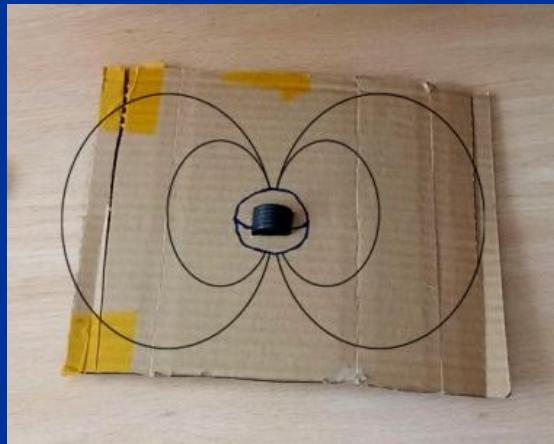
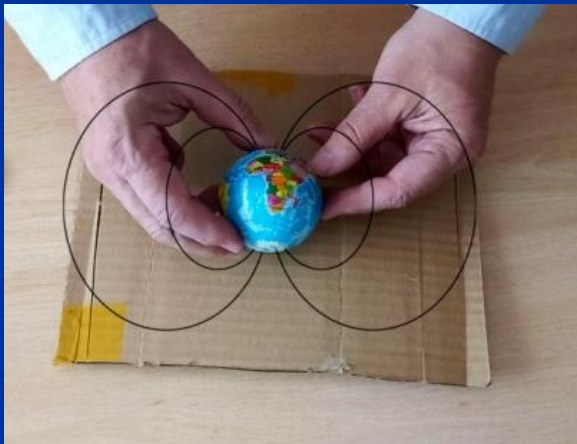
Labai didelės energijos deguonis skleidžia žalią/geltoną šviesą, o mažos - raudoną/violetinę. Azotas, jei praranda elektronus išoriniame sluoksnyje, skleidžia melsvą šviesą, o apatiniuose auroros kraštuose - raudoną/violetinę spalvą.



(Credit Sakari Ekko)

4 veikla: Žemės magnetinis laukas

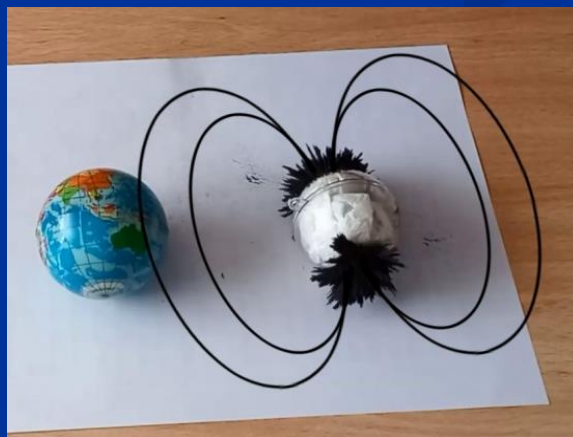
Žemės magnetinį lauką galime išvaizduoti su magnetu, vaizduojančiu Žemę, ir kompasu, kuriuo einame per lauko jėgos linijas.



4 veikla: Žemės magnetinis laukas

Į plastikinį rutuliuką įdėjome magnetą, įvyniotą į popierinę servetėlę. Jis simbolizuoja Žemę.

Su geležies drožlėmis prie polių labai gerai išsivaizduojamos magnetinio lauko linijos toje srityje, kur vyksta auros.



Kaip žemėje atsirado gyvybė?

Labiausiai priimtinos hipotezės teigia, kad gyvybė Žemėje atsirado iš neorganinės medžiagos prieš $4\,500 \times 10^6$ metų.



Tačiau kiti mokslininkai daro prielaidą, kad gyvybė atsirado iš nežemiškos kilmės. Jei gyvybė atsirado ne Žemėje, ji galėjo atkelti su kometomis, asteroidais ar meteoritais.



Mikrobai gali išgyventi įsitvirtinę uolienose ir apsaugoti nuo ekstremalių kosmoso sąlygų.



Niekas nemano, kad pirmoji gyva būtybė buvo labai sudėtinga. Turėjo būti paprastesnių gyvybės formų, kurios buvo jungtis tarp pirmojo organizmo ir dabartinės gyvybės. Gali būti, kad ekstremalūs mikroorganizmai Žemę pasiekė su asteroidais ar meteoritais, kurie atsitrenkė į jos paviršių. Iš tiesų organinių pavyzdžių randama kai kuriuose meteorituose. Meteoritų rasti nelengva, tačiau mikrometeoritus medžioti lengva.



Taip pat pamatysime kai kurias Žemės vietas, kuriose randami ekstremofilai ir kurias tiria NASA ir ESA.



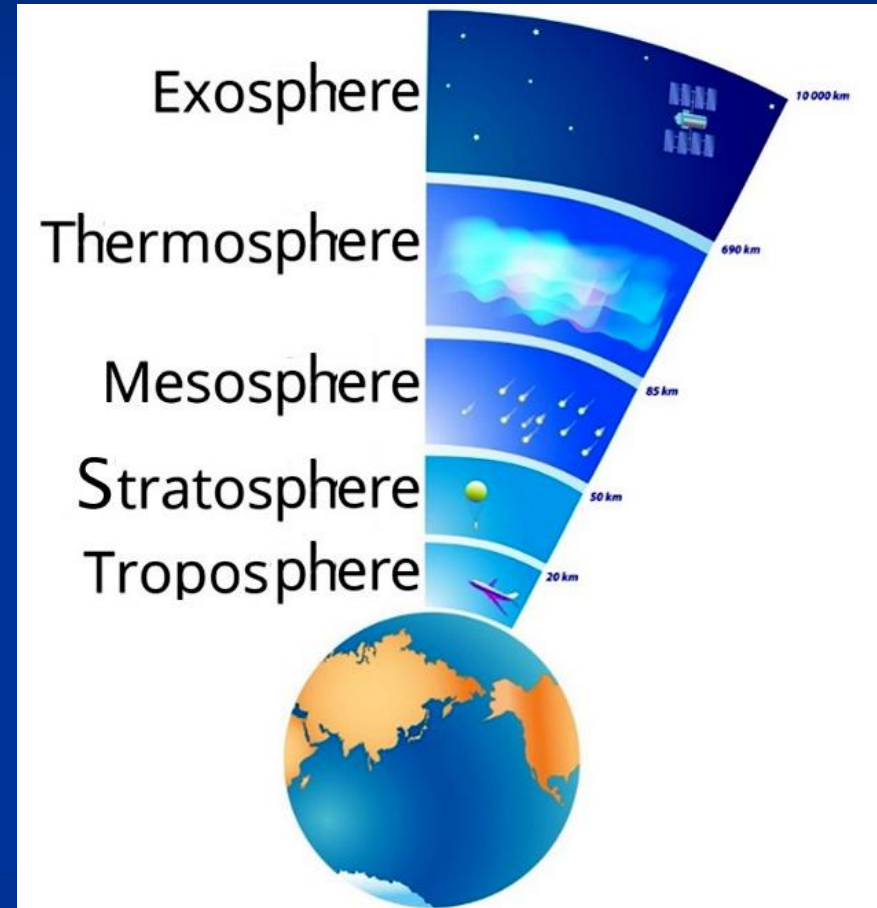
Mikrometeoritai

Žemė skrieja pro kometų orbitas, kuriose susiduria su dulkių pėdsakais. Šios dulkės patenka ant Žemės paviršiaus ir sudaro mikrometeoritus. Kiekvieną dieną jų nukrenta tūkstančiai ir paprastai jie sudega (dėl trinties su atmosfera) prieš pasiekdami žemę, sudarydami krintančias žvaigždes.

Pasiekusius žemę meteoritus galima surinkti. Jų yra visur. Lengviau jų rasti tose vietose, kur mažai žmonių veiklos, arba sunkiai prieinamose vietose. Jų apvalios formos ir grioveliai išduoda jų kilmę.

Mikrometeoritai

Meteorai pro egzosferą ir termosferą praskrieja be didesnių problemų, nes šie sluoksniai nėra labai tankūs. Tačiau kai jie pasiekia mezosferą, tankis būna didesnis, o oras sukelia didesnę trintį ir sukuria šilumą. Medžiaga lydosi, o paskui kietėja, todėl galiausiai joje atsiranda griovelių, o kartais ir mažų burbuliukų - tai greito kietėjimo padarinys.



5 veikla: sferinių mikrometeoritų modeliavimas

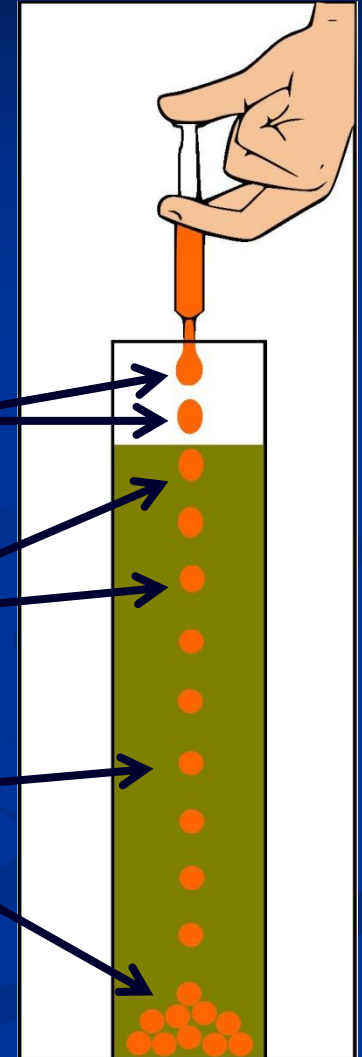
Pripildykite aukštą
stiklinę saulėgrąžų
aliejaus. Iš švirkšto
lašinami vandens
arba kolos lašai.
Susidaro maži
rutuliukai, kurie lėtai
krinta į aliejaus
stulpelį.

Mezosfera Skysčio lašiukai

Lašai vis dar skysti, tampa sferiniai
klampioje terpėje.

STRATOSFERA IR TROPOSFERA
Sferiniai lašai sukietėja ir kaupiasi apačioje.

**KONTINENTINĖ PLUTA
IR VANDENYNINIS DUGNAS.**



5 veikla: sferinių mikrometeoritų modeliavimas

Tikri mikrometeoritai



susidaro
maži
imituojamų
„mikromete
oritų“
rutuliukai..



Kiekvieną dieną jie krenta ant Žemės paviršiaus. 5 tonos nežemiškos medžiagos!

6 veikla: ieškokite mikrometeoritų

Mikrometeoritai nusėda ant stogų ir terasų arba net ilgą laiką kabo atmosferoje, o paskui nukrenta kartu su lietumi ar sniegu. Geriausias būdas šiai medžiagai išgauti - ieškoti jos latakuose, kuriuose surenkama ant stogų nusėdusi medžiaga, arba gatvių ar greitkelių latakuose.

Šie meteoritai atkeliauja tiesiai iš materijos, iš kurios susiformavo Saulės sistema. Todėl jie yra apie 4 500 milijonų metų senumo.



6 veikla: ieškokite mikrometeoritų

Dauguma šių meteoritų yra uolienuų sudėties, tačiau kiti yra pagaminti iš geležies ir nikelio ir juos galima atskirti nuo kitų naudojant magnetą.

Šepetėliu iš latako ar griovio surenkamas smėlis ir dedamas ant popieriaus lapo. Po popieriumi pakiškite magnetą, kad pamatytumėte, kurios dalelės juda.



6 veikla: ieškokite mikrometeoritų

Jei neturite terasų ar griovių, kuriuose galėtumėte ieškoti mikrometeoritų, galite pasigaminti spąstus jiems rinkti. Į dėklą įdėkite celofaninio popieriaus ir palikite jį savaitei lauke, šiek tiek pakeltoje vietoje, kad neprieitų gyvūnai. Mikrometeoritų rinkimo procesas taip pat atliekamas naudojant magnetą.



6 veikla: ieškokite mikrometeoritų

Kita galimybė - kiekvienam mokiniui paruošti spąstus su popieriniu puodeliu, perrištu virvele, ir mažu magnetu puodelio viduje. Mokiniai su puodeliais juda po mokyklos kiemo teritoriją ir, ištraukę magnetą, jei jame yra geležies dalelių, jos nukrenta ant balto popieriaus lapo. Mikrometeoritų tereikia ieškoti per mobiliųjų telefonų kameras.



6 veikla: ieškokite mikrometeoritų

Mikrometeoritų identifikavimas:

Mobiliuoju telefonu arba fotoaparatu, naudodami maksimalų priartinimą, apžiūrėkite magnetu judančią medžiagą, nenuimdami jos nuo popieriaus.

Mikrometeoritai atpažįstami pagal tai, kad yra beveik sferinės ir ryškios formos.



Ekstremofilų klasifikacija

Ekstremofilas - tai organizmas (dažnai mikroorganizmas), gyvenantis ekstremaliomis sąlygomis (sąlygomis, kurios labai skiriasi nuo tų, kuriomis gyvena dauguma sausumos gyvybės formų). Dar visai neseniai buvo manoma, kad ten, kur auga ekstremofilai, gyvybė egzistuoti negali. Pavyzdžiui, labai rūgščiam ir metalų turinčiam Rio Tinto upės vandenyje Ispanijoje arba itin sausoje ir sunkiųjų metalų turinčioje Atakamos dykumoje ar Antaktidoje, kur labai šaltos oro sąlygos. Tačiau įrodyta, kad šiose vietovėse gyvena organizmai.



Ekstremofilai Antarktidoje

Antarktidoje kelios mokslininkų grupės rado gyvybę žemiau jos paviršiaus, pavyzdžiui:

- ❑ ekstremofiliniai mikrobai, gyvenantys 36 m aukštyje, esant -20°C temperatūrai sūriame vandenyje (neužšąla dėl didelės druskos koncentracijos).
- ❑ ekosistema, kurioje visiškai nėra šviesos 800 m gylyje



Ekstremofilai ir Atakamos dykuma

Kai kurie ekstremofilai gyvena beveik be vandens arba sugeba ištverti išsausėjimą gyvendami su labai mažu vandens kiekiu. Pavyzdžiui, Atakamos dykumos dirvožemio mikrobai.

Yra labai įspūdingas reiškiny - gėlėta dykuma. Tai sausiausia dykuma pasaulyje. Tais metais, kai iškrenta daugiau kritulių nei įprastai ir pasirodo šaltasis frontas, kelis mėnesius išsilaiko daug ir įvairių gėlių (14 rūšių).



Nuotrauka 2022 m. rugpjūtis. Po kelerių sausringų metų, paskutiniai metai buvo 2015 ir 2017 m.



Ekstremofilai ir "Rio Tinto"

Kiti ekstremofilai klesti aplinkoje, kurioje yra didelis rūgštingumas ir didelė metalų (geležies, vario, kadmio, arseno, cinko ir švino) koncentracija. Šioje upėje vykstančias reakcijas katalizuoja acidofilinės bakterijos, todėl, sumažinus rūgštingumą, bakterijų populiacija dauginasi. Dėl to atsiranda daugiau sulfidų oksidacijos ir daugiau rūgštingumo, o procesas grįžta atgal. Šios vietovės gyventojai žino, kada bus lietaus, nes upės spalva pasikeičia (bakterijos sukuria daugiau rūgštingumo, kad palaikytų pH upės potvynio metu).



Ekstremofilai ir vegetacija - Rio Tinto

Palei upės vagą auga gausios krūmų *Erica Andevalensis* arba „kalnakasių viržių“ grupės.



Šių augalų šaknys auga labai rūgščiame dirvožemyje, kuriame yra mažai maistinių medžiagų. Kai kurie augalai auga net upės pakrantėse, o jų šaknys iš dalies panardintos į rūgštų vandenį ir dirvožemį, kuriame yra didelė vario ir švino koncentracija.

7 veikla: DNR ekstraktavimas

NASA ir ESA astrobiologai tiria Žemėje (Rio Tinto kasyklos, Atakamos dykuma ir kt.), kad suprastų, kaip gyvybė vystosi ar prisitaiko ir kaip ji atsirado.

Pirmasis daugelio procesų, kurie atliekami siekiant atrasti ekstremofilus, žingsnis yra DNR ekstraktavimas.



7 veikla: DNR ekstraktavimas

Sekos DNR leidžia aptikti gyvybės (dabartinės ar praeities) egzistavimą ir tai naudojama ieškant gyvybės kosmose.

DNR molekulė yra labai ilga ir supakuota su baltymais (kaip vilnos rutulys) ląstelių viduje.

Tirpalas ląstelei sulaužyti: Paimkite pusę stiklinės vandens, 1 arbatinis šaukštelis druskos (natrio chlorido), kad pašalintumėte baltymus ir taip išlaisvintumėte DNR.

3 arbatiniai šaukšteliai natrio bikarbonato, kad tirpalo pH būtų bazinis ir pastovus, kad DNR liktų nesuirusi.

Įpilkite indų plovimo skysčio, kol tirpalas taps tos pačios spalvos, kad suardytumėte riebių ląstelių membraną

Sumaišykite be putų, kad gautumėte gerą DNR vaizdą.

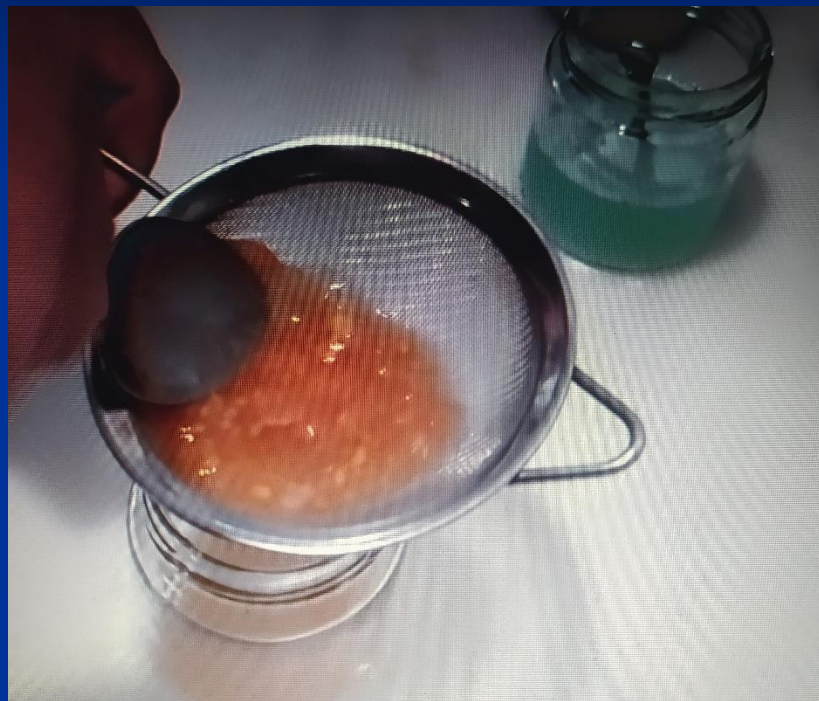


7 veikla: DNR ekstraktavimas

Paruoškite ląstelių sultis "iš pomidorų".

Paimkite 2 šaukštus pomidorų minkštimo, sutrinkite šakute, kol ji taps tyrė.

Įpilkite specifinio tirpalo (tirpalo tūris yra dvigubai didesnis už pomidorų tyrės tūrį).



Atsargiai sumaišykite, kad sulaužytumėte ląsteles, atsargiai, kad nebūtų putų. Tada pašaliname didelius gabalus.

Ląstelių viduje esantis turinys yra sultyse.

7 veikla: DNR ekstraktavimas

Padarykite DNR matomą.

Kai yra daug DNR gijų, mes ją matome kaip baltą debesį (druska suteikia jai balkšvą spalvą, DNR nėra matoma plika akimi). Mes lėtai pridedame alkoholio, lašindami jį ant sulčių stiklinės sienos, nes norime, kad alkoholio sluoksnis liktų virš sulčių be maišymo.

Per 3 ar 4 minutes susidaro baltas DNR debesis, kuris aglomeruojasi ir tampa matomas (kyla į viršų). Alkoholis pridedamas, nes DNR netirpsta alkoholyje ir taip susidaro DNR debesis.



Išvados

- Suprasti ilgą gyvybės atsiradimo procesą.
- Žinoti sąlygas, kurios saugo gyvybę.
- Žinoti ekstremalią aplinką, kurioje gali vystytis gyvybė.
- Suprasti DNR ekstraktavimo procesą, kad patikrintumėte gyvybės buvimą.



Labai ačiū už
dėmesį!

