جدول زمانی کیهان شناسی

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

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

خلاصه

عمر جهان ۱۳٫۸ میلیارد سال است. در آن دوره زمانی، کیهان انرژی را در زمان های اولیه به اتم های عناصر اولیه تبدیل کرد. اتم ها، ستاره ها را تشکیل دادند و آنها به نوبه خود عناصر را برای تولید تقریباً ۱۰۰ عنصر تشکیل دهنده جدول تناوبی تغییر دادند. عناصر شیمیایی انسجام داشتند، اما برای به دست آوردن مواد پری بیوتیک که بعداً به اشکال مختلف حیاتی که ما روی زمین می‌شناسیم منجر شد، این فرآیند طولانی و پیچیده بود. می توان گفت که زندگی پیامد یک سری عوامل است که آن را به وجود آورده و به آن اجازه تکامل داده است. دانستن لحظاتی که نقاط عطف اساسی برای ظهور حیات در طول تاریخ کیهان بوده است، نزدیک شدن به ابزارهایی که اخترشناسان ابداع، ساختند و نصب کردند، حتی در خارج از زمین، تا امکان وجود حیات را فراتر از تنها مکانی در کیهان که در آن وجود دارد، مطالعه کنند. کشف شد و کشف نظریه هایی که سعی در توضیح چگونگی، زمان و مکان پیدایش حیات دارند، هدف این کارگاه است.

اهداف

- تاریخ کیهان را از طریق یک خط زمانی تجسم کنید
- اهمیت فرآیندی را که برای رسیدن به شکل گیری حیات ضروری بود، درک کنید.
- سازگاری زندگی با شرایط بسیار متنوع را درک کنید

مقدمه کیهان شناسی

کیهان تنها سیستم ایزوله شده از طبیعت است: انرژی یا ماده را با محیط مبادله نمی کند، زیرا کیهان محیط است که می شناسیم.

تخمین زده می شود که جهان ۱۳,۸ میلیارد سال پیش در نتیجه آزاد شدن انرژی بوجود آمده است. روند تولد و تکامل کیهان و همچنین سناریوهای احتمالی برای سرنوشت نهایی آن در کارگاه تکامل کیهان مورد بررسی قرار گرفته است.

فراتر از مطالعه جهان به عنوان یک کل، جالب است که پیشنهاد مربوط به مدل های مقیاس را گسترش دهیم که به ما اجازه می دهد نگاهی اجمالی به معنای عصر کیهان داشته باشیم، اما در عین حال، یک مفهوم اساسی برای گونه انسان معرفی کنیم: حیات، یکی از ویژگی ها یا ویژگی های منحصر به فرد کیهان است.

مسئله منشأ حیات و نتیجه آن، وجود حیات هوشمند، محور اصلی اختر زیست شناسی است. این یک رویداد غیرعادی است که می تواند از نقطه نظر علمی مورد مطالعه قرار گیرد، با هدف درک اینکه چگونه روی زمین اتفاق افتاده است و چگونه می تواند در جاهای دیگر رخ دهد.

جستجوی حیات یک هدف مشترک در نجوم و اخترفیزیک است و از این رو، قرار دادن موضوع در مقیاس کیهانی به ما امکان می دهد فاصله زمانی طولانی را که مبدأ کیهان را تا ظهور ابتدایی ترین اشکال حیات بصورت مجزا، بررسی و درک کنیم.
برای جستجوی حیات، ما ابزارهایی داریم که اساس کار آن در اختر زیست شناسی و اخترشیمی هستند.

در فرآیند شکل گیری و تولد یک ستاره که از فروپاشی گرانشی ابری از گاز و غبار بین ستاره ایبه دست می آید، می توان یک منظومه سیاره ای با بقایای مواد ابر مذکور تشکیل داد.

همانطور که می‌توانیم با مطالعه طیف ستاره‌ای که در نظر گرفته شده ترکیب آن را بدانیم، می‌توان از وجود و ترکیب شیمیایی یک جو سیاره‌ای، در مورد منظومه شمسی، یا سیارات فراخورشیدی، در مورد سیستم های فراخورشیدی را مورد بررسی قرار داد. هر عنصر شیمیایی، هر مولکول، یک طیف خاص و منحصر به فرد را دارا است.

اگر یک سیاره یا سیاره فراخورشیدی دارای جو باشد، و اگر طیف ستاره مشخص باشد، وقتی نور آن ستاره از جو سیاره فراخورشیدی عبور می کند، تا حدی توسط عناصر شیمیایی آن جو جذب می شود. به این ترتیب ما قادر خواهیم بود ترکیب شیمیایی هر جوی را تعیین کنیم.

نمونه ای از این اکتشافات اخیر توسط مطالعات تلسکوپ جیمز وب در مورد منظومه های فراخورشیدی ای مختلف است.

یک مثال: نحوه نزدیک شدن به جستجوی زندگی به شرح زیر است. در مدل‌سازی دقیق سیاره فراخورشیدی WASP-39b، که به لطف مشاهدات تلسکوپ وب انجام شد، نشان داد که SO2 در جو آن توسط فتوشیمی تولید می‌شود، که بسیار مهم است زیرا فتوشیمی برای رشد حیات روی زمین ضروری است. با تولید O3 (ازون)، با فتوسنتز و با تولید ویتامین D ضروری برای ارگانیسم انسان مرتبط است.

از لحظه صفر در خط زمانی، از تبدیل تمام انرژی به اتم حدود ۱۰۰ ثانیه سپری شد. برای ظهور حیات اما، ابتدا کهکشان ها باید پدید آمده باشند، سپس ستاره ها، اینها باید عناصر شیمیایی را دگرگون کرده باشند، محیط بین کهکشانی و بین ستاره ای را غنی کرده باشند، و باید شرایطی فراهم شده باشد که مولکول های بی نظم ساختارهای پیچیده ای را تشکیل دهند. که می تواند این اتفاق به طور خود به خود تکرار شود. و در نهایت شکل اولیه زندگی را ایجاد کردند.

در بخش های بعدی این روند طولانی را خواهیم دید که معجزه آسا نیست، بلکه نتیجه تکامل کیهان است.

فعالیت ۱: جدول زمانی

در این فعالیت تجسم خط زمانی تاریخ کیهان بر روی یک نوار با استفاده از یک متر به عنوان واحد اندازه گیری برابر با یک میلیارد سال است (۱ متر = $۱۰^{۹}$ سال، یعنی ۱۰ سانتی متر = $۱۰^{۶}$ سال).

با پیشرفت علم و در دسترس قرار گرفتن ابزار دقیق‌تر، تعیین چنین قدرهای مهمی برای تاریخ کیهان، مانند زمان و مسافت، می‌تواند منجر به مطالعه تغییرات خاصی در دوره‌هایی شود که در آن مهم‌ترین رویدادهای مهم رخ می‌دهند. به یاد داشته باشیم که آنچه در مورد کیهان می دانیم آماری است، مشاهدات بیشتر و بهتر می تواند ما را وادار کند که تمام نتایج خود را مرور کنیم.

انفجار بزرگ، انفجار بزرگ، ۱۳,۸ میلیارد سال پیش (۱۳,۸* $۱۰^{۹}$ سال) رخ داد، سپس، برای یک دوره زمانی کوتاه $۱۰^{-۴۵}$ ثانیه، به خوبی مشخص نیست که چه اتفاقی رخ داده است، زیرا این مدت زمان را نمی توان حتی به راحتی اندازه گرفت که تئوری نسبیت انیشتین در آن اعمال شود، این مدت زمان به اصطلاح دوره پلانک است.

پس از $۱۰^{-۳۵}$ از بیگ بنگ، INFLATION شروع می شود که به انبساط تصاعدی کیهان پاسخ می دهد. یک میکروثانیه ($۱۰^{-۶}$ ثانیه) پس از انفجار بزرگ، تشکیل سوپ اولیه (متشکل از ذرات بنیادی مختلف) آغاز می شود.

پس از ۳ دقیقه از انفجار بزرگ، سنتز هسته اولیه "H" آغاز می شود. تمام این بخش اول به دلیل مشکل مقیاس واقعاً نمی تواند در خط زمان نمایش داده شود، زیرا ما اگر ۱ میلی متر معادل یک میلیون سال را در نظر بگیریم، ثانیه ها یا دقیقه ها نامرئی هستند. به همین دلیل در خط زمانی آن ها نمایش داده نمی شود، بلکه به صورت جداگانه ارائه می شود.

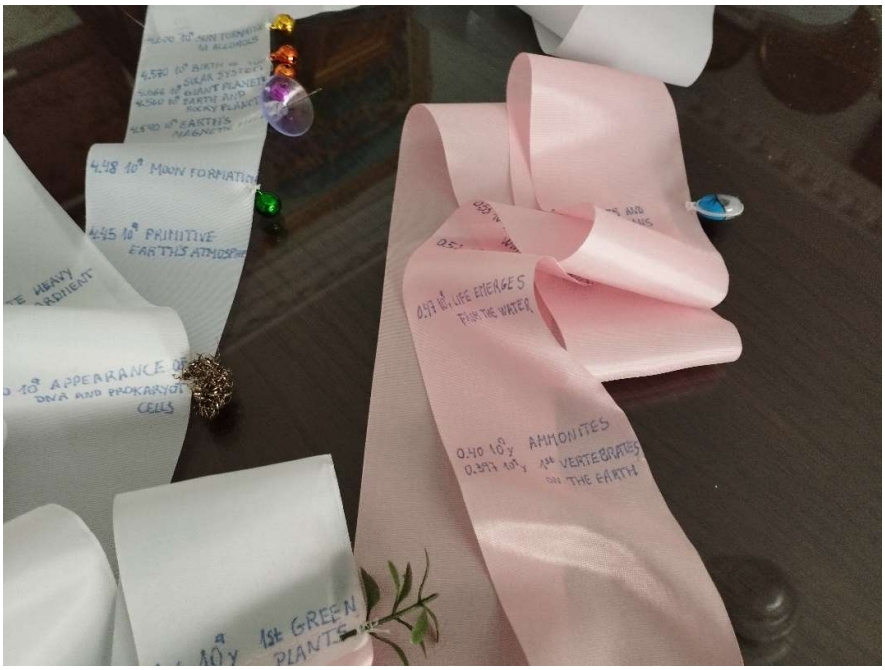
شکل ۱: ارائه ساده جدول زمانی بر روی نواری به طول ۱۳,۸ متر. برخی از اشیاء چسبانده شده قرار می دهیم که ارتباط و مقایسه مقادیر را تسهیل می کنند و امکان تنظیم مقیاس را فراهم می کنند.

پس از ۱۰۰ میلیون سال (پس از ۱۰ سانتی متر)، یعنی ۱۳,۷ میلیارد سال پیش، اولین عناصر اولیه شکل گرفتند. پس از ۱۰۰ میلیون سال دیگر، یعنی ۱۰ سانتی متر دیگر، ۱۳,۶ $۱۰^{۹}$ سال پیش، اولین مولکول ها و در این میان اولین مولکول های آب تشکیل شدند.

تقریباً در همین مقدار گذر زمان، ۱۳,۶ میلیارد سال پیش اولین ستاره ها و کمی بعد، ۱۳,۱ میلیارد سال پیش، اولین کهکشان ها شکل گرفتند. پس از صد میلیون سال، راه شیری اولیه (۱۳,۰ $۱۰^{۹}$ سال) شکل گرفت (شکل ۱).

برای حدود ۸,۴ میلیارد سال (۸,۴ متر: در مقیاس ما، $۱۰^{۹}$ سال برابر است با یک متر) مجموعه ای از پدیده های همزمان رخ می دهد. اولین ستاره ها در حال تکامل هستند و باعث انفجارهای مختلفی می شوند که انواع

مختلفی از اتم ها را تولید می کنند و تنوع عناصر اولیه جدول تناوبی ظاهر می شود. در همان زمان، ستارگان جدید به شکل گیری ادامه می دهند، که آنها نیز تکامل می یابند و انواع مختلفی از اجرام در مراحل مختلف تکامل ظاهر می شوند.



شکل ۲: ۴,۶ میلیارد سال پیش خورشید تشکیل شد و با آن اجرام مختلف منظومه شمسی ظاهر شدند، به ویژه زمین و سیارات سنگی در ۴,۵۶ میلیارد سال پیش شکل گرفتند. حدود ۲۰ میلیون سال بعد میدان مغناطیسی زمین پدید آمد، که به عنوان محافظت در برابر تشعشعات مختلف خطرناک برای حیات، آنطور که ما می شناسیم عمل می کند.

پس از ۸,۴ میلیون سال ذکر شده، یعنی ۴,۶ ۱۰۹ سال پیش، تشکیل خورشید ما و همچنین تشکیل اولین الکل ها انجام می شود. گروه‌های OH بعداً ضروری هستند زیرا در تشکیل مولکول‌های زیادی ظاهر می‌شوند که در دستیابی به ساختار DNA مهم هستند.

حدود ۳ سانتی متر بعد، ۴,۵۷ میلیارد سال پیش، منظومه شمسی متولد شد، ۴ میلی متر بعد، ۴,۵۶۶ میلیارد سال پیش، سیارات گازی شکل گرفتند و ۶ میلی متر بعد، ۴,۵۶ میلیارد سال پیش، زمین و سایر سیارات سنگی تشکیل شدند. (شکل ۲).

حدود ۲ سانتی متر بعد، میدان مغناطیسی زمین، در حدود ۴,۵۴۰ میلیارد سال پیش، به وجود آمد که به عنوان محافظت در برابر انواع مختلف تشعشعات مضر برای حیات در سیاره ما نشان داده شد.

بعدها، در ۶ سانتی متر، شکل گیری ماه آغاز شد، حدود ۴,۴۸ میلیارد سال پیش، که سیستم زمین-ماه را در منظومه سیاره ای ما تشکیل می دهد.

تنها ۳ سانتی متر بعد، ۴,۴۵۰ میلیارد سال پیش، جو زمینی اولیه شکل گرفت.

۴,۱ $۱۰^{۹}$ سال پیش، یعنی بعد از ۴۵ سانتی متر، بمباران سنگین از خورده شهاب سنگ ها رخ داد که بر روی بدنه های منظومه شمسی و همچنین زمین و ماه تأثیر گذاشت.

۴۰۰۰ میلیارد سال پیش (۴,۰ $۱۰^{۹}$ سال)، یعنی ۱۰ سانتی متر بعد، اولین سلول های پروکاریوتی (بدون هسته) ظاهر می شوند و مولکول DNA ظاهر می شود.

بعد از ۲ متر، یعنی ۲۰۰۰ میلیون سال پیش، زندگی ای شروع می شود که می تواند اکسیژن O2 را تنفس می کند.

پس از ۴۰ سانتی متر، ۱,۶ $۱۰^{۹}$ سال پیش، ظهور گیاهان سبز در سیاره ما آغاز می شود، یعنی کلروفیل ها بوجود می آیند(شکل ۳).

شکل ۳: به رنگ سفید، خط از آغاز تا ظهور اولین گیاهان سبز رنگ. در صورتی از این نقطه تا به امروز.

فراتر از ۹۰ سانتی متر یا ۹۰ میلیون سال، یعنی ۷۰۰ میلیون سال پیش (۰,۷ $۱۰^{۹}$ سال)، اولین بافت ها و اندام های تخصصی شروع به ظاهر شدن می کنند.

پس از ۱۸ سانتی متر، برای ۰,۵۲ $۱۰^{۹}$ سال، فسیل های Trilobites ظاهر می شوند، فسیل هایی که برای همه ما شناخته شده است.

پس از ۵ میلیون سال، یعنی ۵ سانتی متر بعد، به مدت ۴۷۰ میلیون سال اولین خروج حیوانات از آب به منطقه خشکی صورت می گیرد.

پس از تنها ۷ سانتی متر، ۴۰۰ میلیون سال پیش، آمونیت ها (فسیل های شناخته شده) ظاهر می شوند.

۳ میلی متر بعد، ۳۹۷ میلیون سال پیش، اولین مهره داران روی زمین ظاهر شدند.

اگر ۱۴,۷ سانتی متر حرکت کنیم، حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش، ناتیلوس ها ظاهر می شوند، حیواناتی که هنوز در سیاره ما یافت می شوند.

تنها ۵ میلیون بعد، یعنی ۵ میلی متر بعد، ۲۴۵ میلیون سال پیش، اولین دایناسورها ظاهر شدند.

پس از ۴,۵ سانتی متر، ۲۰۰ میلیون سال پیش، اولین پستانداران ظاهر شدند، در ابتدا کوچک بودند، اگرچه بعداً پستانداران بزرگتر ظاهر شدند.

۵ سانتی متر بعد، ۱۵۰ میلیون سال پیش، اولین دایناسورهای پردار ظاهر شدند، اجداد پرندگان ما. در واقع، یکی از کمترین تکامل‌یافته‌ها و یکی از نزدیک‌ترین دایناسورهای بالدار باستانی، همان پرنده های امروزی هستند (شکل ۳).

فراتر از ۱۴,۷۵ سانتی متر، یعنی بعد از ۱۴,۷۵ میلیون سال، ۰,۰۰۲۵ $۱۰^{۹}$ سال پیش = ۲,۵ میلیون سال = ۲،۵۰۰،۰۰۰ سال، اولین انسان نماها ظاهر شدند.

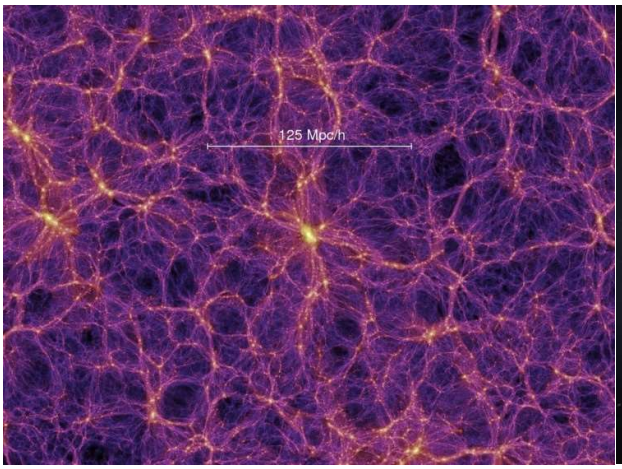
پس از تنها ۲,۲ میلی متر، یعنی فقط ۰,۰۰۰۳ $۱۰^{۹}$ سال = ۰,۳ $۱۰^{۶}$ سال = ۳۰۰۰۰۰ سال پیش، هومو ساپینس ظاهر می شود.

کهکشان های خورنده

کهکشان ها گروه هایی از ستارگان هستند که توسط گرانش محدود شده اند و روی خود می چرخند. گروه‌های مختلف کهکشان‌ها رشته‌هایی را تشکیل می‌دهند که در آن‌ها فعالیت تشکیل کهکشان‌های جدید بسیار فعال است.

همه خوشه‌های کهکشانی در یک محدوده کیهانی بزرگ گنجانده شده‌اند که در آن به یک دیگر می رسند، با هم برخورد می‌کنند و باعث بلعیده شدن کهکشان‌های کوچکتر اوسط کهکشان های بزرگتر باعث می‌شود که کهکشان‌های جوان با رها سازی گاز های باقی مانده برای شکل‌گیری ستاره‌های جدید آزاد کند (شکل ۴). .

این گونه است که غنی ترین مناطق تشکیل ستاره با مناطق برخوردهای بزرگ مطابقت دارد، جایی که برندگان بزرگ همیشه کهکشان های بزرگتر هستند. تمام این فعالیت ها در مناطق رشته ای جهان انجام می شود(شکل ۵).

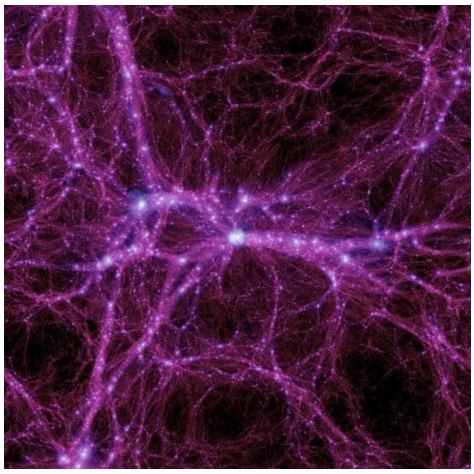


شکل ۴: برخورد کهکشان های خورنده .(ESO) شکل ۵: مدل سازی ساختار رشته ای جهان(.Springel et al)

فعالیت ۲: مدل رشته ای

ساختار رشته ای جهان را می توان با یک سینی یا بشقاب شبیه سازی کرد که در آن می توانید آب را با مواد شوینده قرار دهید. با قرار دادن یک جفت نی برای نوشیدن نوشابه، هوا در آنها دمیده می شود و در نتیجه در مدت زمان بسیار کوتاهی به تعداد خوبی حباب می رسد.

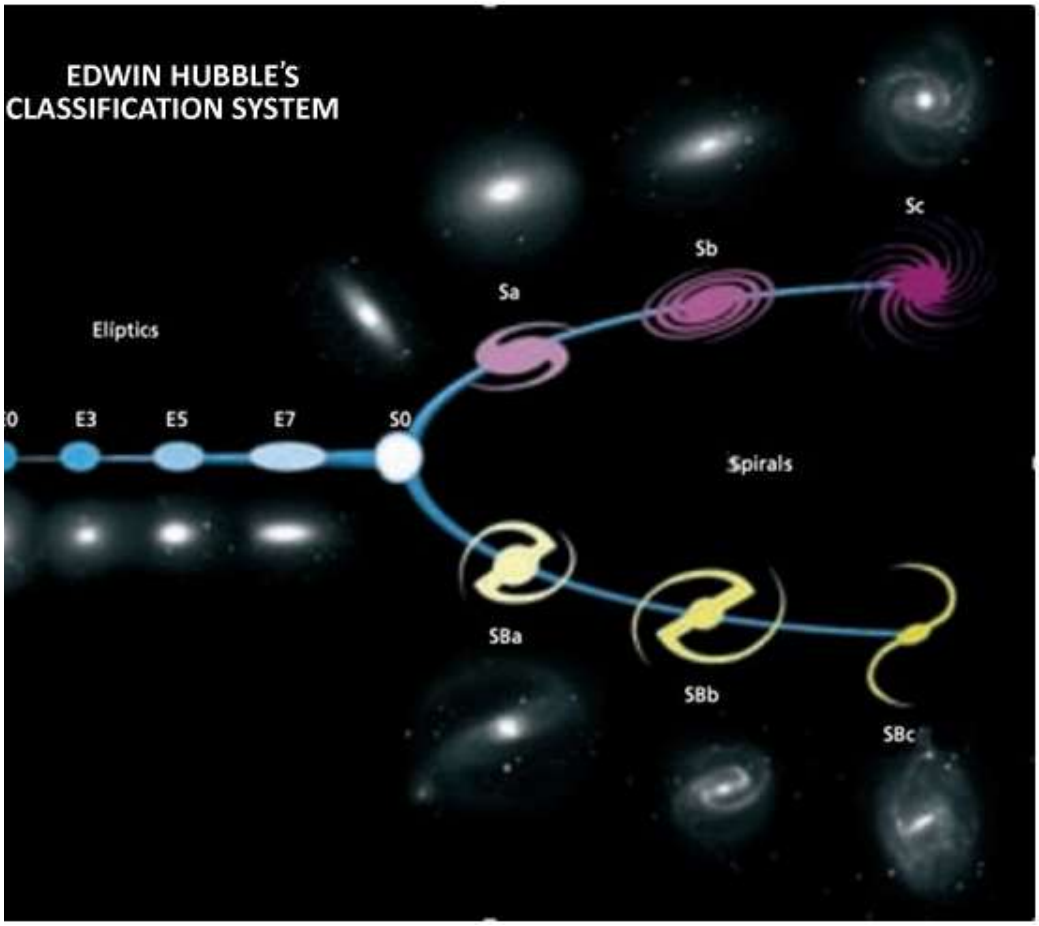
همانطور که در مدل با حباب‌های بزرگ صابون مشاهده می‌شود، بیشتر مایع صابون در قسمت‌هایی که حباب‌ها متقاطع می‌شوند قرار دارد و باعث ایجاد مناطقی با ظاهر کم و بیش رشته‌ای می‌شود.



شکل ۶: مدل سازی ساختار رشته ای جهان (پروژه ایلوستریس). شکل ۷: مدل سازی ساختار مذکور در رشته ها با استفاده از آب و مواد شوینده

طبقه بندی کهکشان

کهکشان های مارپیچی، میله ای، بیضوی، کروی و نامنظم وجود دارند که معمولاً بر اساس مورفولوژی آنها در دنباله معروف هابل طبقه بندی می شوند. همانطور که قبلا ذکر شد، این طبقه بندی فقط به شکل آن توجه دارد و با تکامل آنها مطابقت ندارد.



شکل ۸: سیستم طبقه بندی ادوین هابل(NASA-ESO)

فعالیت ۳: شبیه سازی شکل گیری کهکشان های مارپیچی

مدلی از کهکشان های مارپیچی شکل (9a) را می توان با یک لیوان پر آب و محصولی که دانه های بسیار ریز دارد، به عنوان مثال بی کربنات سدیم شکل (9b)، نمک خوراکی (NaCl) درست کرد، اگرچه راحت تر در آب حل می شود. و ماسه شکل (9c)، تا زمانی که بسیار ریز است، حتی از یک الک رد شده است.

۹ .cکهکشان شنی.

۹ .bکهکشان بی کربنات سدیم

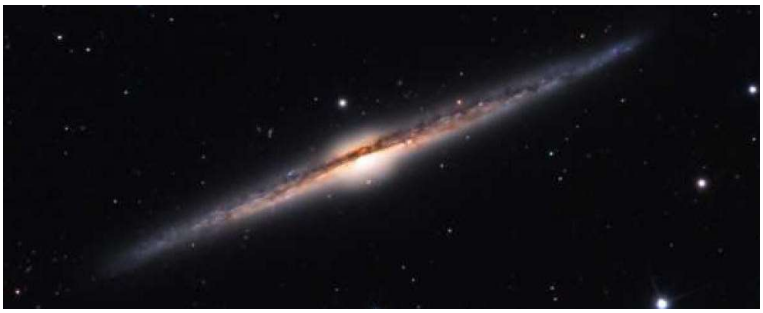
9a. کهکشان NGC 5457
(ESA/Hubble)

آب داخل لیوان را با یک قاشق چایخوری هم بزنید، سپس هم زدن را متوقف کنید، یک قاشق غذاخوری از ترکیب را اضافه کنید و صبر کنید تا دانه ها جا بیفتند. یک نقطه مرکزی و برخی بازوهای مارپیچی به دست آمده است، که بسیار شبیه به آنچه در کهکشان ها وجود دارد.

با نگاه کردن به شیشه از کنار، این مدل شکل کهکشان هایی را که به صورت لبه روی هم دیده می شوند، با برآمدگی مرکزی شبیه سازی می کند شکل ۱۰a ، bوc

۱۰a، مدل کهکشان شنی، از کناره دیده می شود شکل .

۱۰ bمدل بی کربنات سدیم هم از پهلو دیده می شود شکل.

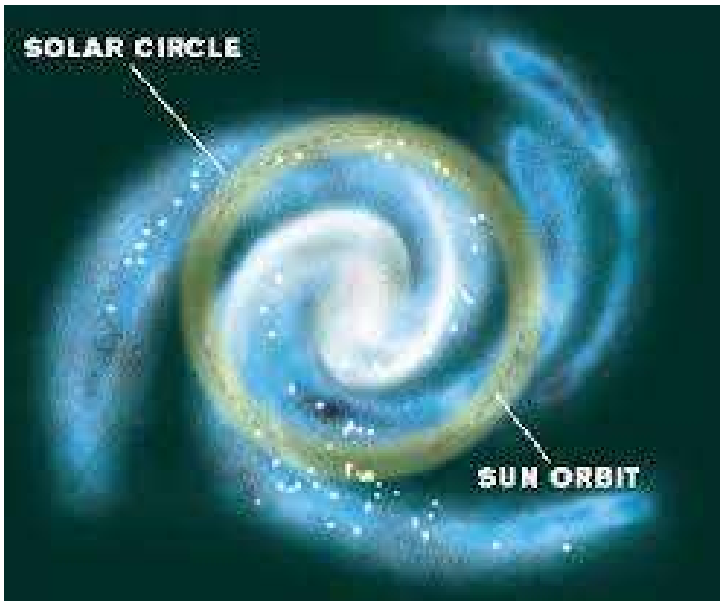


c۱۰: کهکشانNGC 4565 ، با برآمدگی مرکزی(ESO/NASA)

اگر به آرامی به هم زدن ادامه دهید، می توانید بازوهای مارپیچی را مدل سازی کنید و در نهایت چیزی شبیه به کهکشان های بیضی شکل، یکی دیگر از انواع کهکشان ها در دنباله هابل را به دست آورید (شکل ۸). مدل ما فقط قادر به بازتولید کهکشان های میله ای نیست.

منطقه قابل سکونت در کهکشان ها

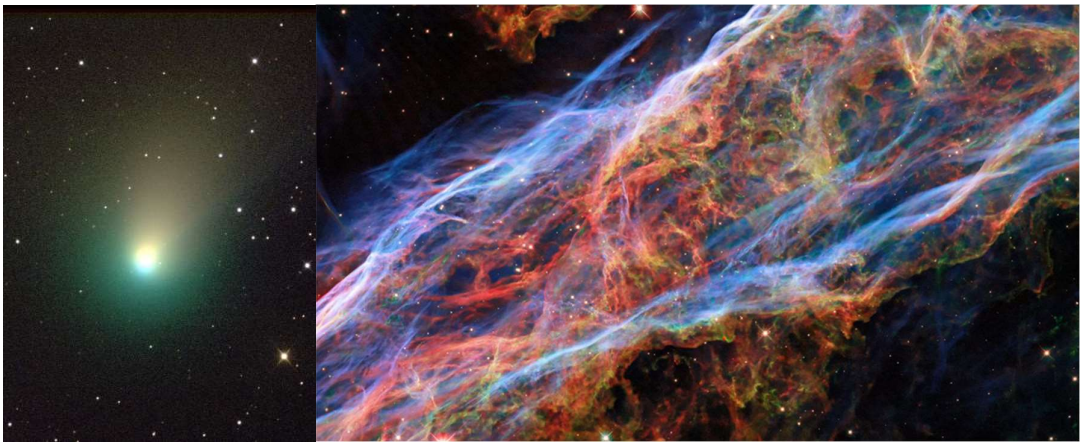
در ناحیه مرکزی کهکشان ها سطح بالایی از انرژی وجود دارد، انفجارهای پرتو گامای عظیم و رویدادهای بسیار بزرگ و پرانرژی وجود دارد که زندگی را غیرممکن می کند. از سوی دیگر، در ناحیه لبه کهکشان کمبود اتم‌های سنگین‌تر از هیدروژن و هلیوم وجود دارد که برای زندگی ضروری هستند، بنابراین منطقه قابل سکونت با یک منطقه دایره‌ای مانند لاستیک مطابقت دارد. و مربوط به منطقه ای است که خورشید در آن حرکت می کند. منطقه قابل سکونت در کهکشان ها به طور معمول در شعاع بین ۲۳۰۰۰ سال نوری قرار دارد. و ۳۰۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان) خورشید در ۲۷۰۰۰ l.y است.



شکل ۱۱: منطقه قابل سکونت کهکشان (ناسا)

پلاسما و میدان مغناطیسی

در محیط بین کهکشانی، در محیط بین ستاره ای و در خود ستارگان، ماده معمولاً در حالت پلاسما قرار دارد. این پلاسما از الکترون، پروتون، ذرات پرانرژی و گاز یونیزه تشکیل شده است.



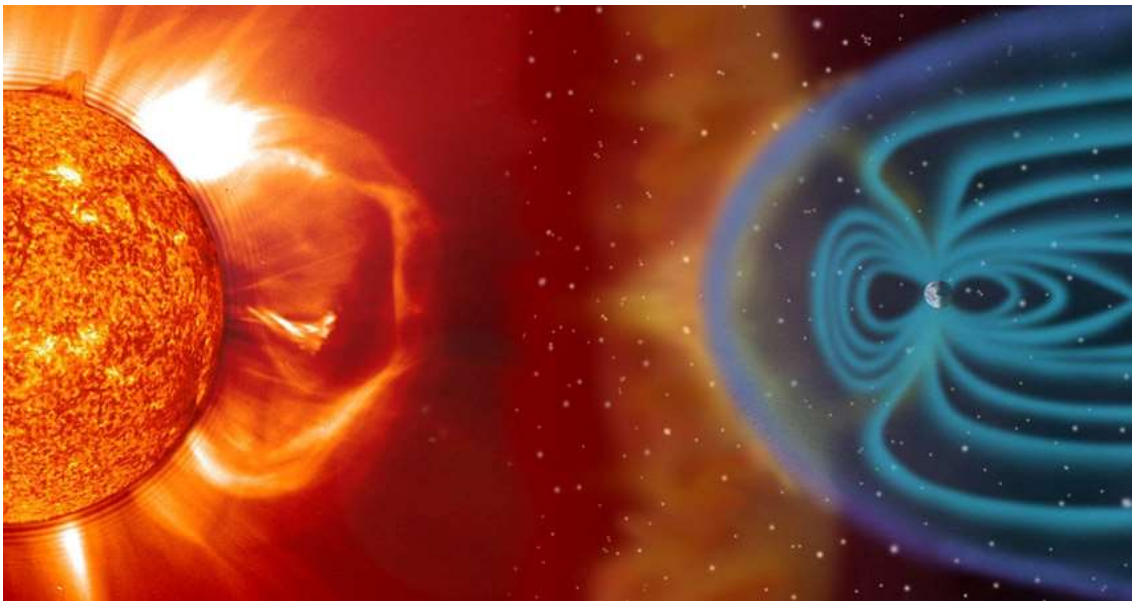
a۱۲: سحابی حجاب، (هابل)، شکل b۱۲: دنباله دار C/2002 E3 Rykis Babianskas وCarlos Viscasillas

در زمین ماده ای در این حالت وجود دارد مانند رعد و برق، فضای داخلی لوله های فلورسنت یا لامپ های کم مصرف، نمایشگرها و صفحه های تلویزیون، توپ های پلاسما یا شعله شمع.

a۱۳، b ۱۳و c۱۳: ماده در حالت پلاسما در گلوله پلاسما، در شعله و در یک لوله فلورسنت وجود دارد

پلاسما همچنین باد خورشیدی است، جریانی از ذرات باردار که از تاج خورشید به کل منظومه شمسی در همه جهات آزاد می شود. جریان این ذرات متغیر است و به شدت تحت تأثیر فعالیت خورشیدی است که لکه ها و شعله های خورشیدی ایجاد می کند. باد خورشیدی می‌تواند به وسیله پلاسما، دنباله‌های دنباله‌داری را تغییر شکل دهد که همیشه دور از خورشید هستند.

روی زمین می‌تواند طوفان‌های ژئومغناطیسی ایجاد کند و شفق‌های قطبی (نورهایی در شمال و جنوب) ایجاد کند. ذرات باد خورشیدی با سرعت زیاد و انرژی زیاد حرکت می کنند، قدرت نفوذ بالایی دارند و می توانند به DNA سلول ها آسیب بزنند. میدان مغناطیسی زمین، مگنتوسفر را تشکیل می دهد که مانند یک چتر مانند یک سپر محافظ عمل می کند و ذرات باردار را که برای حیات بسیار خطرناک هستند از رسیدن به سطح زمین منحرف می کند.



شکل ۱۴: میدان مغناطیسی زمین به عنوان یک سپر یا چتر در برابر باد خورشیدی عمل می کند.

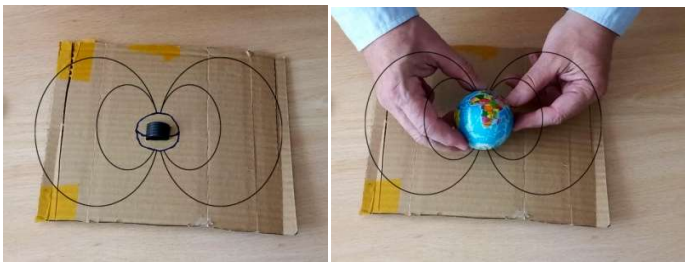
هنگامی که جهش های تاجی قوی روی خورشید وجود دارد، شدت باد خورشیدی به شدت افزایش می یابد و می تواند مغناطیس کره زمین را عبور کند. در آن مواقع، بخشی از باد خورشیدی در نواحی نزدیک قطب ها به جو می رسد و نورهای در نیمکره شمالی و نورهای در نیمکره جنوبی ایجاد می کند.

انرژی این ذرات اتم‌های جو را تحریک می‌کند و باعث می‌شود الکترون‌های آن‌ها فوتون‌هایی با طول‌موج‌های مختلف ساطع کنند. اگر ذرات پرانرژی باشند، اکسیژن نور سبز/زرد و اگر کم انرژی باشند نور قرمز/بنفش تولید می کند. در مورد نیتروژن، نور مایل به آبی یا قرمز/بنفش در لبه های پایینی شفق تولید می کند.

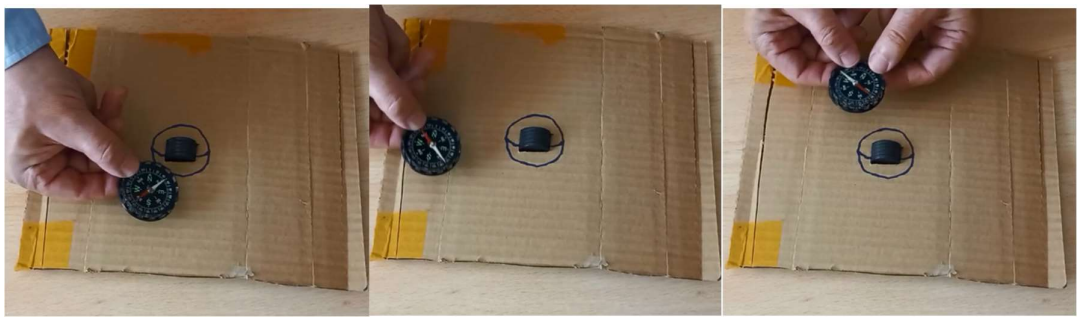
۱۵ aو ۱۵b: رنگ های مختلف در شفق ها به یونیزاسیون اکسیژن و نیتروژن بستگی دارد. (S. Ekko :، فنلاند)

فعالیت ۴: میدان مغناطیسی زمین

میدان مغناطیسی زمین را با یک آهنربا میتوانیم نشان دهیم که نمادی از میدان مغناطیسی زمین است و یک قطب نما که با آن خطوط نیروی میدان را طی می کند را، تجسم کنیم. کافی است به این موضوع توجه داشته باشیم که سوزن آهنربا "مماس" با خطوط میدان مغناطیسی قرار دارد) شکل های ۱۷a، ۱۷ bو c۱۷



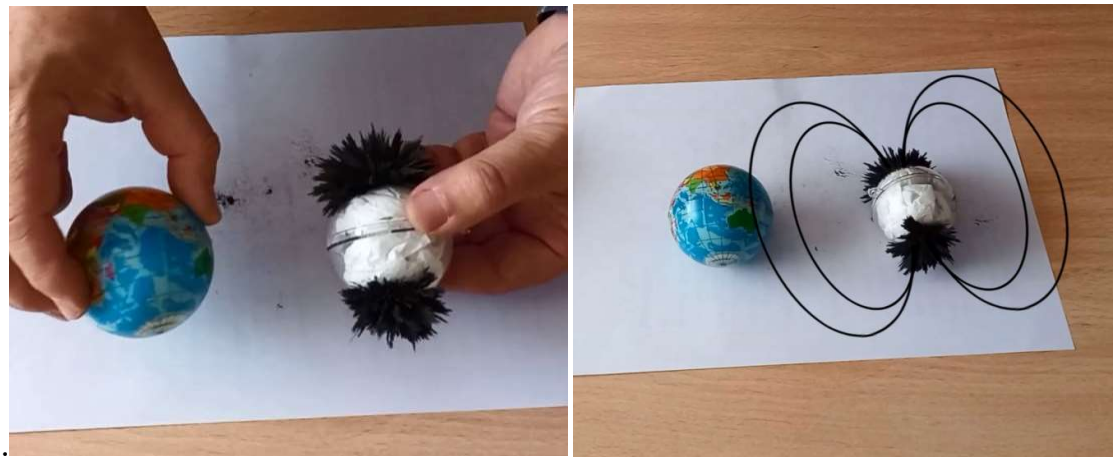
شکل ۱۶a، ۱۶ b: مدل میدان مغناطیسی زمین با برخی از خطوط نیرو نشان داده شده است.



شکل ۱۷a، ۱۷b، ۱۷ c: با قطب نما، خطوط میدان "کشیده" می شوند (سوزن قطب نما همیشه بر خطوط میدان مماس است).

آهنربا را در یک دستمال کاغذی پیچیده و آن را درون یک کره پلاستیکی قرار می دهیم. که این نشان دهنده زمین است. براده های آهن را در نزدیکی قطب ها می پاشیم، که خطوط میدان مغناطیسی را در آن ناحیه به خوبی به ما نمایش می دهد..

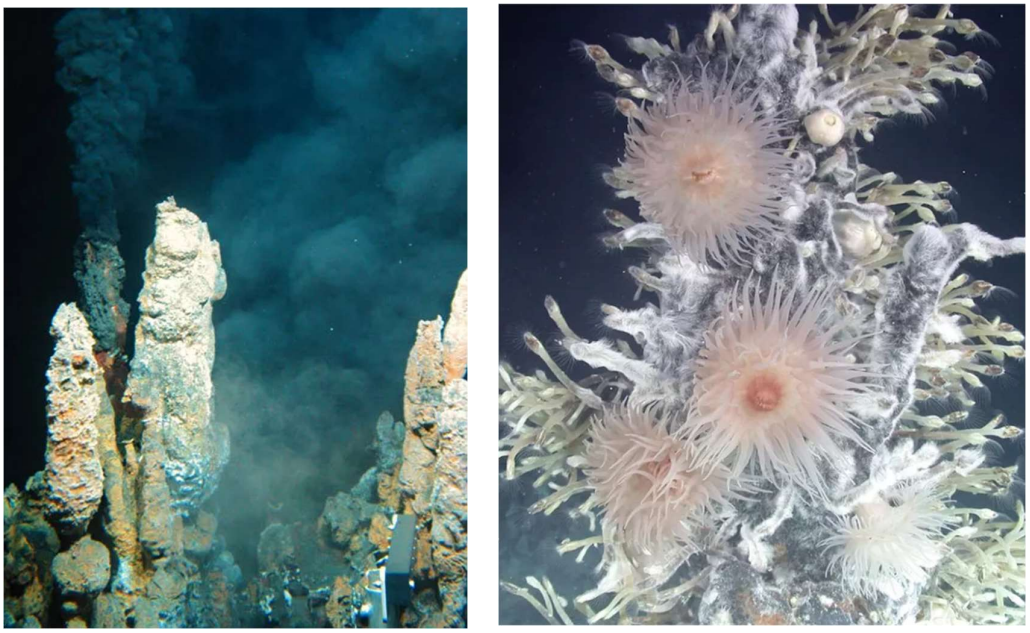
شکل ۱۸: یک آهنربا در داخل یک کره پلاستیکی، به عنوان مدلی از میدان مغناطیسی زمین



۱۹ aو ۱۹b:با براده های آهن، خطوط میدان در نواحی قطبی به تصویر می کشند. در این مناطق است که شفق های قطبی رخ می دهند.

منشا حیات روی زمین

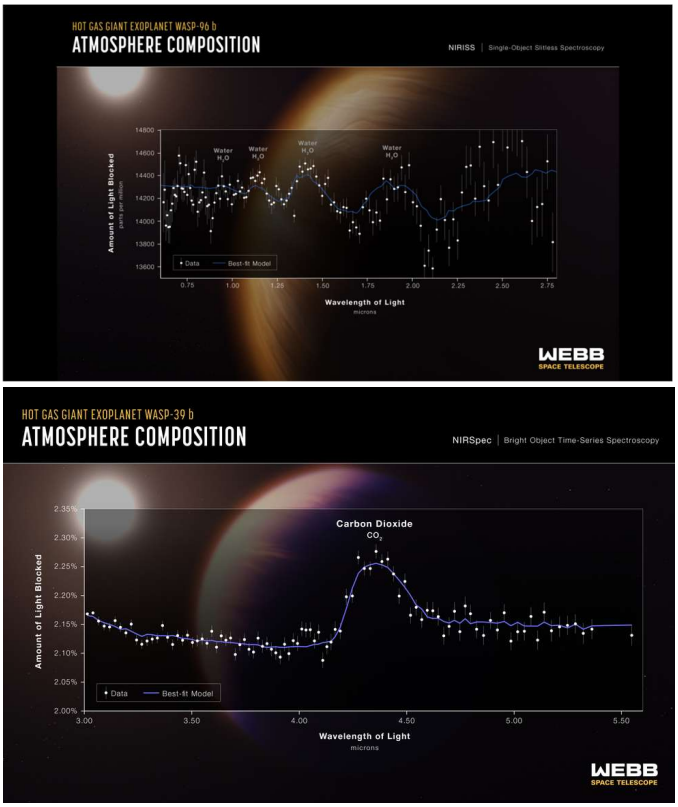
تاریخ پیدایش حیات بر روی زمین به بیش از ۳ میلیارد سال قبل می رسد که از ابتدایی ترین میکروب ها به موجودات بزرگ در طول زمان تکامل یافته است. اما اولین موجودات زنده چگونه در تنها خانه شناخته شده حیات در جهان، یعنی زمین، رشد کردند؟



شکل ۲۰a: زندگی ممکن است از دریچه های گرمابی شروع شده باشد، جایی که آب اسیدی دریا با مایع قلیایی پوسته زمین برخورد می کند (موسسه اقیانوس شناسی وودز هول). شکل ۲۰b: شقایق‌هایی که در آب‌های گرم دریچه‌ها رشد می‌کنند(NERC ChEsSo)

علم همچنان بلاتکلیف است و در مورد منشأ حیات پاسخ دقیقی ندارد، حتی خود تعریف زندگی نیز زیر تغییر می کند و بازنویسی می شود. برخی از بسیاری از نظریه های علمی در مورد منشاء حیات روی زمین که در حال اجرا هستند عبارتند از:

•یکی از پذیرفته‌شده‌ترین نظریه‌ها، نظریه‌ای است که پیشنهاد می‌کند حیات می‌تواند در دریچه‌های گرمابی که در اعماق اقیانوس‌ها یافت می‌شوند، شکل اولیه خود را ایجاد کرده باشد. به طور کلی در صفحات قاره‌ای واگرا و به همراه عناصر کلیدی حیات، مانند کربن و هیدروژن آغاز شده باشد. مایعات خارج شده هنگام عبور از پوسته زمین سرد می شوند و گازها و مواد معدنی محلول مانند کربن و هیدروژن را جذب می کنند. ما اکنون می دانیم که این دریچه ها، سرشار از انرژی شیمیایی و حرارتی، گرم و قلیایی، در گونه های مختلفی پیدا می شود. شکل های ۲۰ a و b۲۰

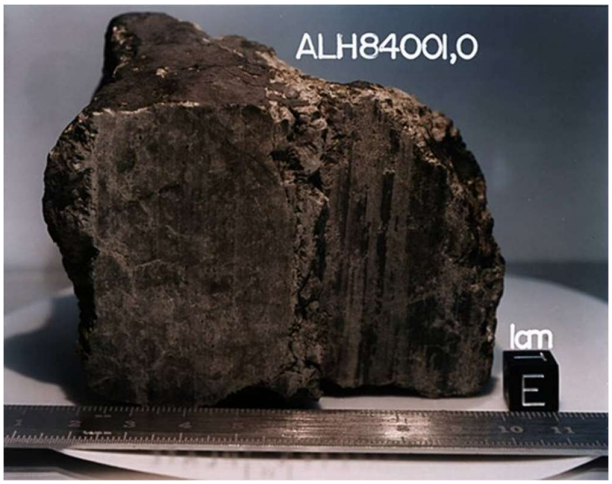


شکل ۲۱a: طیف اتمسفرهای فراسیاره ای، به دست آمده با تلسکوپ وب جیمز WASP-96 b .(بالا). شکل ۲۱b: به حضور مولکول آب توجه کنید WASP-39 b .(پایین): نوار دی اکسید کربن در مرکز طیف. توجه داشته باشید که این طیف ها انتقالی هستند و طول موج ها با مادون قرمز نزدیک مطابقت دارد، یعنی نوارها در خارج از ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیسی ظاهر می شوند.

- رعد و برق ممکن است انرژی اولیه لازم برای شروع زندگی را فراهم کرده باشد. جرقه های الکتریکی می توانند اسیدهای آمینه و قندها را بوسیله شوک الکتریکی به آب، متان، آمونیاک و هیدروژن تولید کنند. طی میلیون‌ها سال، مولکول‌های بزرگ‌تر و پیچیده‌تر می‌توانند تشکیل شوند. اگرچه تحقیقات از آن زمان نشان داده است که جو اولیه زمین در واقع فاقد هیدروژن بوده است، دانشمندان پیشنهاد کرده اند که ابرهای آتشفشانی در جو اولیه ممکن است حاوی متان، آمونیاک و هیدروژن باشند، اولین مولکول های حیات را می توان در خاک رس یافت. کریستال های معدنی در خاک رس می توانند مولکول های آلی را در الگوهای سازمان یافته مرتب کنند. با این حال، این نظریه را نمی توان به طور قطعی نشان داد (شکل ۲۱ الف و ۲۱ ب).

- در حدود ۳ میلیارد سال پیش، احتمال دارد که یخ سطح اقیانوس ها را پوشانده باشد و روند تولد حیات را تسهیل کند، زیرا اعتقاد بر این است که ترکیبات آلی در دماهای پایین پایدارتر هستند. یخ همچنین می تواند از ترکیبات آلی شکننده در برابر اشعه ماوراء بنفش و تاثیرات کیهانی محافظت کند. امروزه می دانیم که در زمین یخ زده، که به عنوان منجمد دائمی شناخته می شود(مانند قطب ها)، اشکالی از زندگی در حالت خفته وجود دارد.

اما، همچنین می‌توان استدلال کرد که حیات در خارج از زمین آغاز می‌شود و در طی میلیون‌ها سال به لطف برخورد دنباله‌دارها، سیارک‌ها، شهاب‌سنگ‌ها، در چارچوب نظریه‌ای به نام پانسپرمیا به وجود آمده است. با محافظت از شرایط فضای بیرونی، میکروب‌ها می‌توانند در صخره‌ها زنده بمانند، اما این موضوع باید بسیار جدی گرفته شود، زیرا ممکن است پس از ورود به زمین، مواد فرازمینی به حیات از قبل موجود در این سیاره آلوده شوند. مانند آنچه در مورد شهاب سنگ معروف ALH 84001 رخ داد (شکل ۲۲)، که تحقیقات اخیر که توسط برنامه اختر زیست شناسی ناسا تامین شده است، نشان می دهد که مواد آلی موجود در آن به صورت بیولوژیکی شکل نگرفته است، بلکه توسط فعل و انفعالات ژئوشیمیایی بین آب و سنگ ایجاد شده است.



شکل ۲۲. شهاب سنگ :ALH 84001 از مریخ وارد شد، خیلی زود اعلام شد که این شهاب سنگ عامل ورود حیات از آن سیاره بوده است. امروزه می دانیم که آنچه به عنوان ماده آلی شناسایی می شود منشأ بیولوژیکی ندارد.

با این حال، حتی اگر پان اسپرمی درست باشد، این سوال که "چگونه زندگی بر روی زمین آغاز شد؟" به "چگونه زندگی در سایر نقاط جهان شروع شد؟" تغییر می کند.

کاوش در محیط های خشن روی زمین منجر به کشف زیستگاه های متعددی شده است که تنها چند سال پیش غیرقابل سکونت در نظر گرفته شده بودند. علاقه به تنوع و اکولوژی محیط‌های شدید به دلایل مختلف افزایش یافته است، نه تنها به دلیل استفاده بالقوه از اکسترموفیل‌ها و اجزای آنها در فرآیندهای بیوتکنولوژیکی (مانند معدن‌کاری زیستی، اصلاح زیستی)، بلکه راهی برای جستجوی محدودیت برای وجود زندگی است.

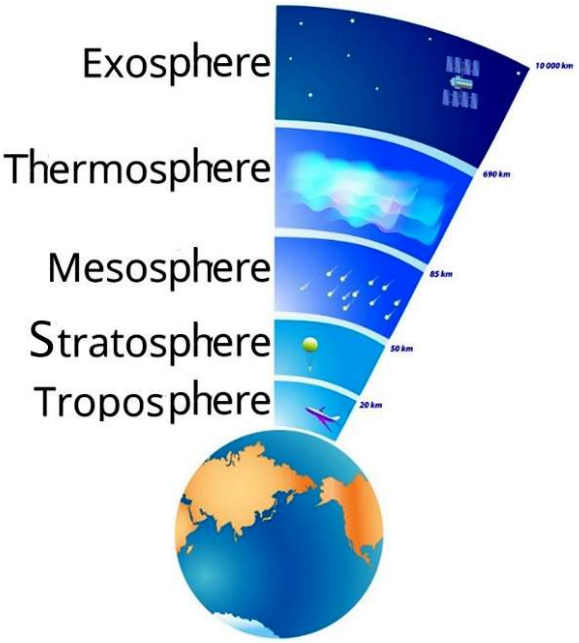
اولین گونه های زنده باید اشکال ساده زیستی بوده باشند که به عنوان ارتباط بین اولین ارگانیسم (به عنوان باکتری) و حیاتی که امروز می شناسیم عمل کرده اند.

همانطور که مشخص است، نمی توان به سادگی برخی از عناصر شیمیایی را در یک لوله آزمایش قرار داد و امیدوار بود که نوع جدیدی از زندگی به طور خود به خود ظاهر شود. منشا حیات رویدادی است که میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا اتفاق بیفتد، اما به محض شروع، حیات می‌تواند به صورت تصاعدی تکثیر شود و با مناطقی از یک سیاره سازگار شود که ممکن است بسیار متفاوت از محل پیدایش آن باشد.

میکروشهاب سنگ ها

ماده جامد اولیه منظومه شمسی، قمرها و سیارات را تشکیل می داد. این تجمع به پایان نرسیده است و حدود ۵ تن مواد از فضا همچنان بر روی زمین می ریزند. این شهاب‌ها به راحتی از اگزوسفر و ترموسفر عبور می‌کنند زیرا این لایه‌ها خیلی متراکم نیستند. اما زمانی که آنها به مزوسفر می رسند، جایی که چگالی بیشتر می شود

و اصطکاک زیادی رخ می دهد که می تواند مواد را ذوب کند. هنگامی که در استراتوسفر و تروپوسفر سرد می شوند، در نهایت شکل کروی دارند، گاهی اوقات با خطوط و گاهی حباب های کوچک، اثر انجماد سریع.



شکل ۲۳: لایه های جو.(Lifeder) .

فعالیت ۵: شبیه سازی میکروشهاب سنگ های کروی

یک ظرف استوانه ای بلند و شفاف را با استفاده از سرنگ از روغن آفتابگردان پر می کنیم. (شکل ۲۴ الف و ۲۴ ب)، چند قطره آب یا نوشابه را در استوانه می چکانیم (زیرا رنگ آنها به این حالت بهتر دیده می شود). حالت فیزیکی اولیه آب یا نوشابه باعث می شود فورا کره های کوچکی تشکیل شود که به آرامی از ستون روغن فرو می روند.

شکل a۲۴: ساختن قطره با سرنگ، شکل b۲۴: استوانه برای تشکیل کره ها.

فعالیت ۶: جستجوی ریزشهاب سنگ ها

ریزشهاب‌سنگ‌ها را می‌توان در خاک هایی که به‌طور مداوم بر روی سقف‌ها، جاده‌ها و غیره رسوب می‌کنند، بدست آورد. هنگام بارندگی، آب آن‌ها را در ناودان‌های روی سقف‌ها و در حاشیه جوب های در خیابان‌ها یا مسیرها به جمع می کند. کمی شن از آن مکان ها با قلم مو روی یک ورق کاغذ جمع میکنیم.

شکل a۲۵: در جاده‌ها و خیابان ها شما می‌توانید در نزدیکی گودال ها یا ناودان‌ها مقداری شن و ماسه پیدا کنید که در آن‌ها می‌توانیم شهاب‌سنگ‌ها را پیدا کنیم. شکل b۲۵: این شن را با یک تکه کاغذ جمع می کنیم تا آن را تجزیه و تحلیل کنیم.

در مرحله بعد، یک آهنربا با مواد از زیر ورق کاغذ عبور می دهیم: به وضوح مشاهده می شود که چگونه ذرات کوچک مواد آهنی توسط آهنربا جذب می شوند (شکل ۲۶). بدون اینکه آهنربا را از هم جدا کنید، کاغذ را برگردانید که تمام شن و ماسه بریزد، به جز آن ذرات ریز تیره که به سمت میدان مغناطیسی آهنربا جذب شده اند. کاغذ را برگردانید و آهنربا را بردارید. ممکن است ریزشهاب‌سنگ‌های احتمالی در آنجا وجود داشته باشد.

شکل ۲۶ aو b۲۶: با عبور آهنربا از زیر ورق کاغذ، ماده فرومغناطیسی را می کشد.

هنگام مشاهده نمونه دوربین تلفن همراه را روی حداکثر زوم قرار می دهیم که بوسیله آن بتوانیم ذراتی که ریزشهاب‌سنگ هستند را مشاهده کنیم. آنها شکل کروی مانند تیله‌های کوچک دارند.

شکل a۲۷: عکس یک میکروشهاب سنگ جدا شده با دوربین موبایل، شکل b۲۷: عکس با چندین ریزشهاب سنگ با استفاده از همان دوربین.

شما همچنین می توانید "تله" ساده بسازید. برای این کار به موارد زیر نیاز دارید: سینی آشپزخانه و کاغذ سلفون شفاف. سینی را با کاغذ سلفون بپوشانید و لبه های آن را تا کنید یا سلفون را زیر آن بچسبانید تا از باد کردن آن جلوگیری کنید. شکل های a۲۸، ۲۸ bو c۲۸

a۲۸: سینی، سلفون و نوار، b۲۸: چسباندن سلفون به پشت سینی، c۲۸تله میکروشهاب سنگی که در حیاط یا پشت بام قرار داده شده است.

a ۲۹ و b۲۹: لیوانی که با نخ بسته شده و آهنربای کوچک داخل آن قرار داده شده است. c۲۹: دانش آموزان در حال استفاده از لیوان، در جستجوی ریزشهاب سنگ ها.

برای ساخت تله برای هر دانش آموز، لیوان را با نخ می بندیم و یک آهنربای کوچک داخل لیوان می چسبانیم. دانش آموزان با لیوان های آهنربا در محوطه مدرسه حرکت می کنند. سپس آهنربا را برمی دارند و اگر ذرات آهن (ریز شهاب سنگ) وجود داشته باشد، روی ورق سفید کاغذ می افتند. دانش‌آموزان با دوربین تلفن خود به دنبال یافتن ریزشهاب‌سنگ‌ها هستند و آن‌ها را به شکل کره‌های کوچک شناسایی می‌کنند.

طبقه بندی اکسترومو‌فیل ها

یک اکسترومو‌فیل یک ارگانیسم است، اغلب یک میکروارگانیسم، که در شرایط شدید زندگی می کند، یعنی در شرایطی که با شرایطی که اکثر اشکال حیات زمینی در آن زندگی می کنند بسیار متفاوت است.

تا همین اواخر، تصور می شد که در مکان هایی که اکنون می دانیم اکسترومو‌فیل ها رشد می کنند، وجود حیات غیرممکن است. به عنوان مثال، در مناطق بسیار سرد قطب جنوب، در آب های بسیار اسیدی و حاوی فلز ریوتینتو، یا در صحرای آتاکاما بسیار خشک و حاوی فلزات سنگین. اما نشان داده شده است که موجوداتی هستند که در همه این مناطق زندگی می کنند.

اختر زیست شناسان ناسا و اسا بر روی زمین (قطب جنوب، صحرای آتاکاما، معادن ریوتینتو و غیره) چگونگی تکامل یا تطبیق حیات را برای درک چگونگی پیدایش آن مطالعه می کنند.

قطب جنوب، در اکثر موارد، سرد و متروک است، با این حال چندین گروه از دانشمندان موفق به یافتن مقدار زیادی حیات در زیر سطح آن شده اند. آنها میکروب هایی را یافته اند که در عمق ۳۶ متری با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد در آب نمک (که به دلیل غلظت بالای نمک منجمد نمی شود) زندگی می کنند، همچنین گروهی دیگر یک اکوسیستم کامل را در عمق ۸۰۰ متری در محلی که نور به آنجا نمیرسد، پیدا کرده اند. (شکل ۳۰).

شکل ۳۰: گروه های علمی مختلف اکسترموفیل ها را در زیر سطح قطب جنوب پیدا می کنند

برخی از اکسترموفیل ها در محیط بدون وجود آب زندگی می کنند یا با زیست بسیار کم قادر به مقاومت در برابر خشک شدن هستند. مانند میکروب های موجود در خاک صحرای آتاکاما.

یک پدیده بسیار دیدنی وجود دارد: صحرای گلدار. این کویر خشک ترین بیابان جهان است، در سال هایی که بارندگی بیش از حد معمول است و سپس جبهه سرد وارد می شود، تعداد و تنوع زیادی از گل ها ظاهر می شود (تا ۱۴ گونه) که چند ماه دوام می آورد.

منطقه معدنی **Riotinto** از قرن اول قبل از میلاد توسط امپراتوری روم مورد بهره برداری قرار گرفته است و وضعیت کنونی پس از صدها سال استخراج سطحی که در آن مواد معدنی سنگین استخراج شده است، برای مطالعه زندگی در شرایط سخت مورد توجه قرار گرفته است

شکل ۳۱: عکس آگوست ۲۰۲۲ پس از چندین سال خشکی، آخرین سال ها ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ بود.

سایر اکسترموفیل ها در محیط هایی با اسیدیته بالا و یا غلظت بالای فلزات (آهن، مس، کادمیوم، آرسنیک، روی، سرب) رشد می کنند. واکنش‌ها در این رودخانه توسط باکتری‌های اسیدوفیل کاتالیز می‌شوند، به طوری که در صورت کاهش اسیدیته، جمعیت باکتری‌ها چند برابر می‌شود که در فرآیندی که بازخورد می‌کند، اکسیداسیون بیشتر سولفیدها و اسیدیته بیشتری تولید می کند. ساکنان منطقه به دلیل تغییر رنگ رودخانه می دانند که چه زمانی باران می بارد. باکتری ها اسیدیته بیشتری برای حفظ ph در هنگام طغیان رودخانه تولید می کنند.

شکل ۳۲: آب های قرمز ریوتینتو که در آن باکتری های اسیدوفیل زندگی می کنند.

شکل ۳۳: اریکا اندوالنسیس در سراسر منطقه پخش می شود که ریشه های آن در خاک های اسیدی و با مواد مغذی بسیار کم است تغذیه می کند.

مناطق وسیعی از بوته های اریکا اندوالنسیس یا "هدر معدنی" وجود دارد که در امتداد بستر رودخانه توزیع شده است. این گیاهان ریشه در خاک های بسیار اسیدی و با مواد مغذی کمی دارند. برخی از گیاهان حتی در سواحل رودخانه رشد می کنند و ریشه هایشان تا حدی در آب اسیدی و خاک هایی با غلظت بالایی از مس و سرب را دارا است.

تحقیقات فضایی به کار اختر زیست شناسان در مناطق شدید مانند قطب جنوب، صحرای آتاکاما یا معادن ریوتینتو نیاز دارد. گام اول بسیاری از پروتکل هایی که برای کشف اکستروموفیل ها انجام می شود، فرآیند استخراج DNA است و به همین دلیل این فعالیت در مرحله بعدی انجام می شود.

فعالیت ۷: استخراجDNA

پس از مشاهده وجود حیات در شرایط بسیار شدید، تصمیم گرفته شده است که آزمایش DNA در زمانی که مایل به تشخیص وجود حیات باشد، انجام شود. بقایای DNA امکان تشخیص وجود حیات (حالی یا گذشته) را می دهد و از آن برای جستجوی حیات در فضا استفاده می شود. مولکول DNA یک مولکول بسیار طولانی است و درون سلول ها با پروتئین (مانند یک توپ) پر شده است. بنابراین، برای تشخیص وجود بقایایDNA ، لازم است محلولی تهیه شود که با آن بتوانیم غشای پوششی سلول را بشکنیم.

به عنوان مثال، ما به استخراج DNA از یک گوجه فرنگی رسیده انجام میدهیم زیرا له کردن آن بسیار آسان است.

راه حل برای شکستن سلول

در نصف لیوان آب، یک قاشق چای خوری نمک خوراکی (کلرید سدیم) را حل کنید تا پروتئین ها شل شده و در نتیجه **DNA** که به دلیل وجود نمک سفید به نظر می رسد آزاد شود. سه قاشق چای خوری بی کربنات سدیم، برای ثابت نگه داشتن **PH** محلول و تجزیه نشدن**DNA** به آن اضافه می کنیم. سپس مایع ظرفشویی را تا زمانی که آب به رنگ آن درآید اضافه می کنیم تا غشای چرب سلول ها بشکند. برای اینکه بتوان **DNA** را به خوبی دید، باید مایع ظرفشویی را بدون ایجاد کف مخلوط کنیم.

آب سلولی "گوجه فرنگی" را آماده کنید

ابتدا دو قاشق غذاخوری تفاله گوجه فرنگی را جدا کرده و با قاشق له می کنیم ودر ادامه با چنگال له کردن را ادامه می دهیم تا حالت کم و بیش مایعی به خود بگیرد (شکل ۳۴).

محلولی که برای شکستن سلول آماده کرده ایم را روی پوره گوجه فرنگی می ریزیم. حجم محلول باید دو برابر پوره گوجه فرنگی باشد. برای شکستن سلول ها، محلول را تکان دهید و مراقب باشید که کف ایجاد نشود و صاف کنید تا دانه های بزرگ جدا شوند. محتوای داخل سلول ها در شیره بدست آمده است و **DNA** ای که می خواهیم استخراج کنیم در آنجا قرار دارد.

شکل ۳۴: آماده سازی پوره گوجه فرنگی مایع، برای ادامه افزودن دو برابر محلول برای شکستن سلول برای استخراجDNA

DNAرا مشاهده کنید

وقتی رشته های **DNA** زیادی وجود داشته باشد، مانند یک ابر سفید به نظر می رسد (نمک به آن رنگ سفید می دهد). کمی الکل از کناره دیواره لیوان محلول اضافه می کنیم، تا انجا که یک لایه الکل روی محلول باقی بماند بدون اینکه با آن مخلوط شود. در عرض سه یا چهار دقیقه یک ابر سفید از **DNA** تشکیل می شود که در حال جمع شدن و نمایان شدن است. الکل به این علت اضافه می شود چون **DNA** در الکل محلول نیست و ابر **DNA** که به وضوح قابل مشاهده است تشکیل می شود (شکل ۳۵).

شکل ۳۵: ابر DNA شناور در بالای مخلوط بسیار قابل مشاهده است

منابع

- Arisa, E., Mazón, J. and Ros, R.M. 2012, Looking for the north, EU-UNAWE, Barcelona, Spain.
- Dill K.A. and Agozzino L. 2021, "Driving forces in the origins of life", Open biology, Volume 11, ttps://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/