

Dòng thời gian của vũ trụ

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, Diverciencia, Spain and
Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.*



Mục tiêu bài học

- Hình dung lịch sử vũ trụ qua dòng thời gian
- Hiểu các quá trình quan trọng cần thiết cho sự hình thành sự sống.
- Hiểu về sự thích nghi của cuộc sống với điều kiện đa dạng



Hoạt động 1: Dòng thời gian

Vũ trụ bắt đầu bằng vụ nổ lớn cách đây 13,8 tỷ năm
($13.8 \cdot 10^9$ years ago).

Quy ước:

1 m = 10^9 năm

1 mm = 10^6 năm

Dòng thời gian 13.8 m



Hoạt động 1: Dòng thời gian

$t = 0$ giây (13,8 10^9 năm trước bắt đầu của Vũ trụ, Vụ nổ lớn.)

10^{-45} giây Kết thúc kỷ nguyên Planck (N.B. Thuyết tương đối Einstein)

10^{-35} giây Lạm phát (Vũ trụ mở rộng theo cấp số nhân)

10^{-6} giây Nồi súp nguyên thủy (Các hạt cơ bản khác nhau)

3 phút Tổng hợp hạt nhân nguyên thủy của "H"

Khoảng thời gian này không thể được biểu diễn trên dòng thời gian là 1 mm = 10^6 năm)



Hoạt động 1: Dòng thời gian

13.8 10^9 Năm -Big Bang

100mm

13.7 10^9 Năm Nguyên tử nguyên thủy đầu tiên

100mm

13.6 10^9 Năm Phân tử nước đầu tiên
Năm Những sao đầu tiên

470mm

13.13 10^9 Năm Thiên hà đầu tiên

130mm

13.0 10^9 Năm Ngân hà nguyên thủy

Hiện tại



Hoạt động 1: Dòng thời gian

13.0 10^9 Ngân hà nguyên thủy

Trong 8,4 tỷ năm đầu tiên (8,4 mét), một loạt các hiện tượng đồng thời đã diễn ra.

Những ngôi sao đầu tiên tiến hóa, tạo ra các vụ nổ khác nhau bắn ra các loại nguyên tử khác nhau và sự đa dạng của các nguyên tố của bảng tuần hoàn xuất hiện. Các vật thể khác nhau phát sinh đồng thời:

Sao khổng lồ xanh và sao siêu khổng lồ: tồn tại 10-100 triệu năm (10-100mm). Chúng phát nổ dưới dạng siêu tân tinh, đẩy ra các nguyên tử nặng như Sắt, Chì, Vàng, Uranium, v.v.

Các ngôi sao màu vàng như Mặt trời: 10 tỷ năm qua (10.000 mm). Chúng kết thúc như các tinh vân hành tinh, đẩy ra các nguyên tử nặng trung bình, chẳng hạn như Carbon, Oxy, Nitơ, v.v.

Sao lùn đỏ: Tồn tại lâu hơn tuổi của Vũ trụ.

Tuổi Mặt trời 4.6×10^9 năm

8400mm



Hoạt động 1: Dòng thời gian

4.60 10^9 năm, Mặt trời hình thành
alcohols đầu tiên

30mm

4.57 10^9 năm hình thành hệ Mặt trời

4mm

4.566 10^9 năm hành tinh khổng lồ

6mm

4.56 10^9 năm các hành tinh đá và Trái đất

20mm

4.54 10^9 năm từ tính của Trái đất

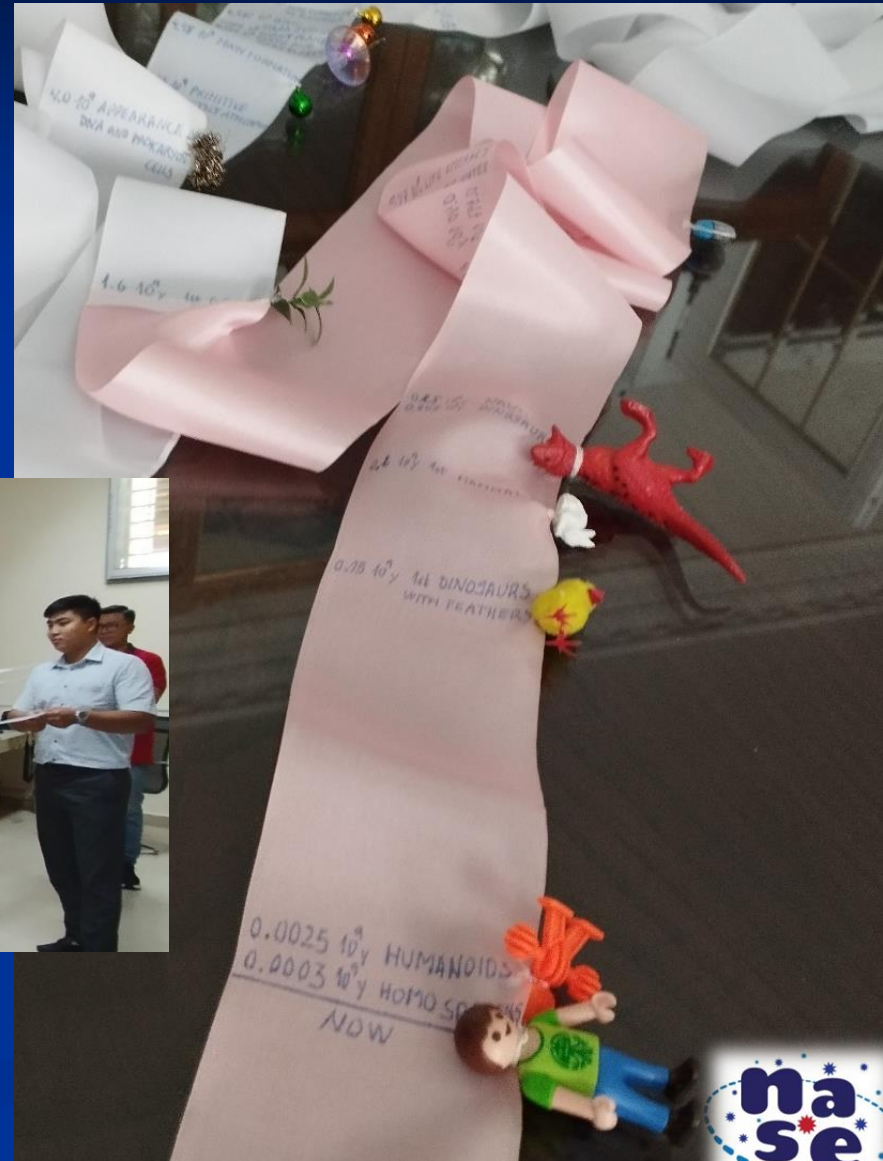
60mm

4.48 10^9 năm Mặt trăng

Hiện tại



Hoạt động 1: Dòng thời gian



Hoạt động 1: Dòng thời gian

4.48 10^9 năm hình thành Mặt trăng

30mm

4.45 10^9 năm Bầu khí quyển Trái đất nguyên thủy

350mm

4.10 10^9 năm Bắn phá nặng nề muộn

Hiện tại



Hoạt động 1: Dòng thời gian

4.1 10^9 năm Bắn phá nặng nề muộn

4.0 10^9 năm DNA và tế bào nhân sơ

3.7 10^9 năm Sinh vật biển nguyên thủy đầu tiên

2.0 10^9 năm thở khí O₂

Hiện tại

100mm

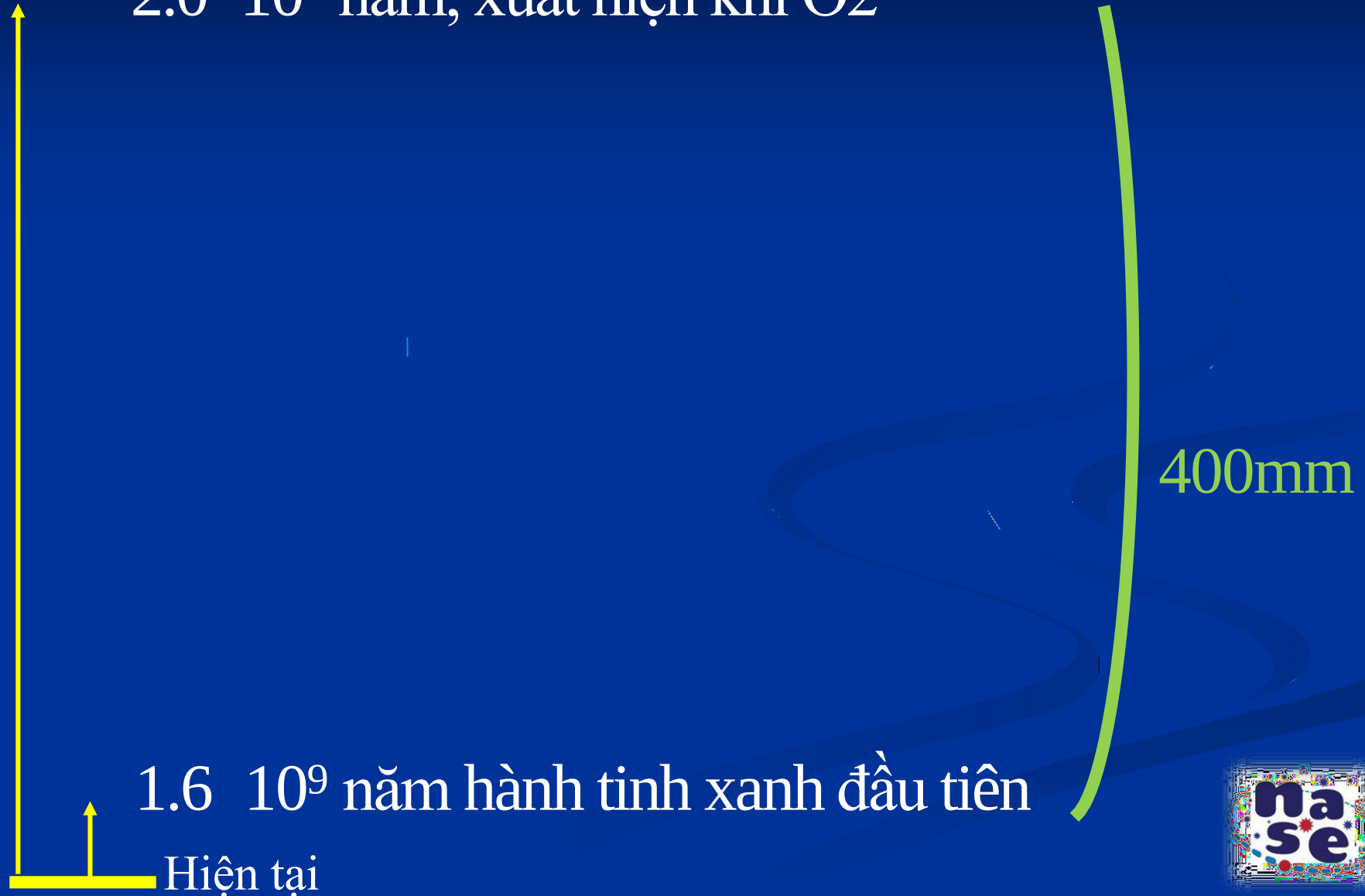
300mm

1700mm



Activity 1: Timeline

2.0 10^9 năm, xuất hiện khí O₂



Hoạt động 1: Dòng thời gian

1.6 10^9 years Hành tinh xanh đầu tiên

900mm

0.7 10^9 years mô và cơ quan đầu tiên

Hiện tại



Hoạt động 1: Dòng thời gian

0.70 10^9 năm mô và các tổ chức sống đầu tiên

150mm

0.55 10^9 Sinh vật biển với
vỏ sò hoặc xương

30mm

0.52 10^9 Bộ ba thủy



50mm

0.47 10^9 Sự sống đầu tiên hình thành từ nước



70mm

0.40 10^9 Phân lớp cục đá

3mm

0.397 10^9 Động vật có xương sống trên Trái đất

0.25 10^9 Ốc anh vũ

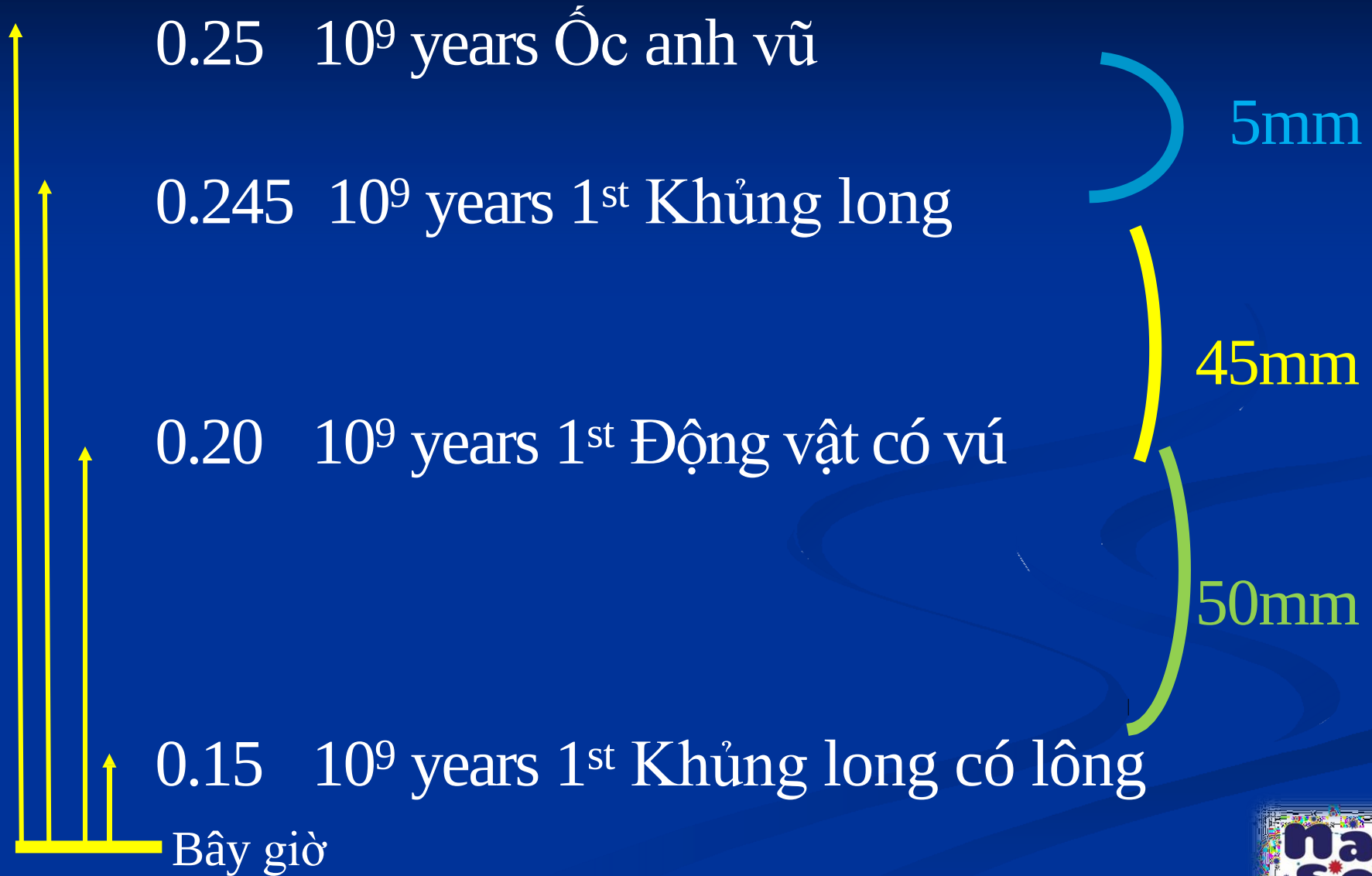


147mm

Now



Hoạt động 1: Dòng thời gian



Hoạt động 1: Dòng thời gian

0.1500 10^9 years 1st Khủng long có lông

147.5mm

0.0025 10^9 years = 2 500 000 years
Hình người

2.2mm

0.0003 10^9 years = 300 000 years
Homo Sapiens

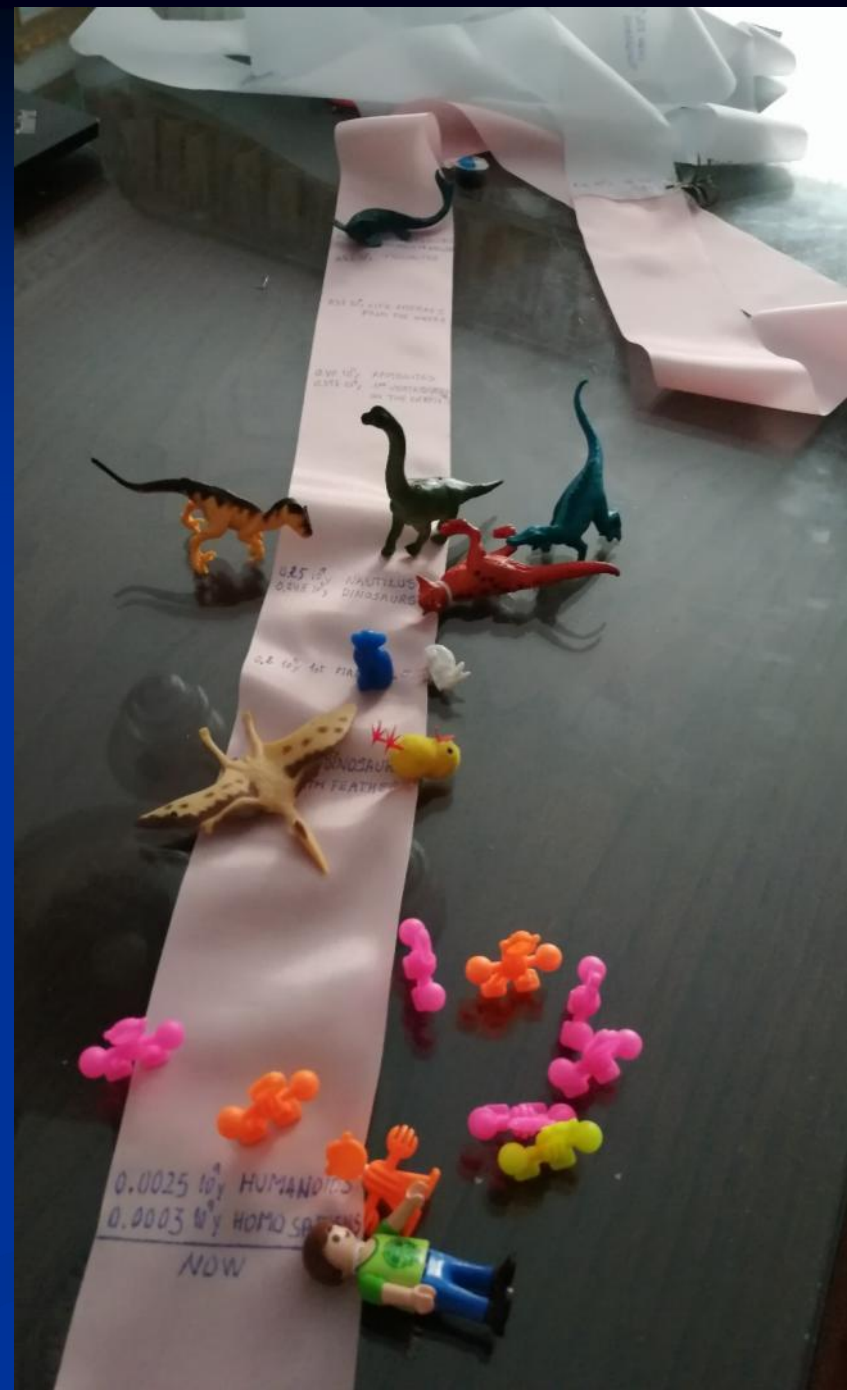
0.3mm

Now



Activity 1:

Hoạt động 1: Dòng thời gian



Thiên hà “ăn thịt”

Thiên hà là các nhóm sao liên kết nhau bởi lực hấp dẫn, quay quanh nhau.

Các nhóm thiên hà tạo thành các sợi của vũ trụ. Các cụm thiên hà hình thành tại các điểm nối của các sợi vũ trụ.

Trong các cụm này, các thiên hà trở cạnh tranh để có được khí tự do và các thiên hà già hơn là người chiến thắng.

Chuyển động như múa ba lê của các thiên hà, chúng nhảy múa, va chạm và “ăn thịt” đồng loại của những thiên hà lớn hơn những thiên hà nhỏ thúc đẩy sự hình thành sao.

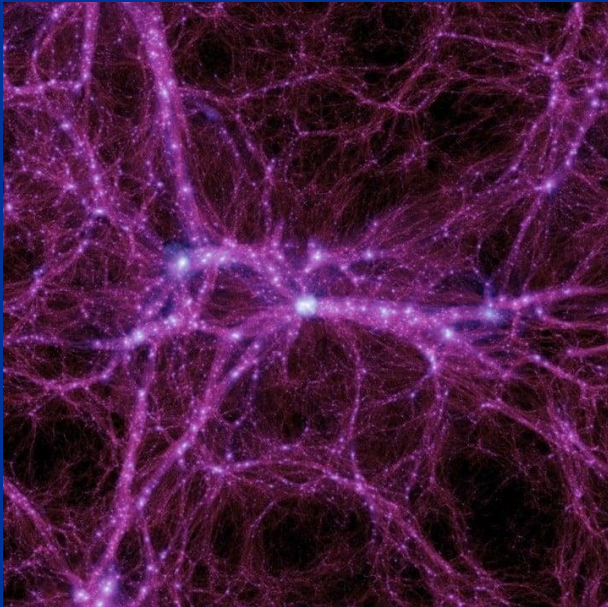


(Credit ESO)

Hoạt động 2: Mô hình sợi

Cấu trúc sợi của Vũ trụ có thể được coi là một bồn tắm bong bóng nơi vật chất tích tụ trên đỉnh của các bong bóng và đặc biệt là tại các giao điểm của chúng.

Chỉ cần sử dụng nước xà phòng và ống hút



Mô hình hóa cấu trúc sợi của vũ trụ
(Credit: Illustris Project)

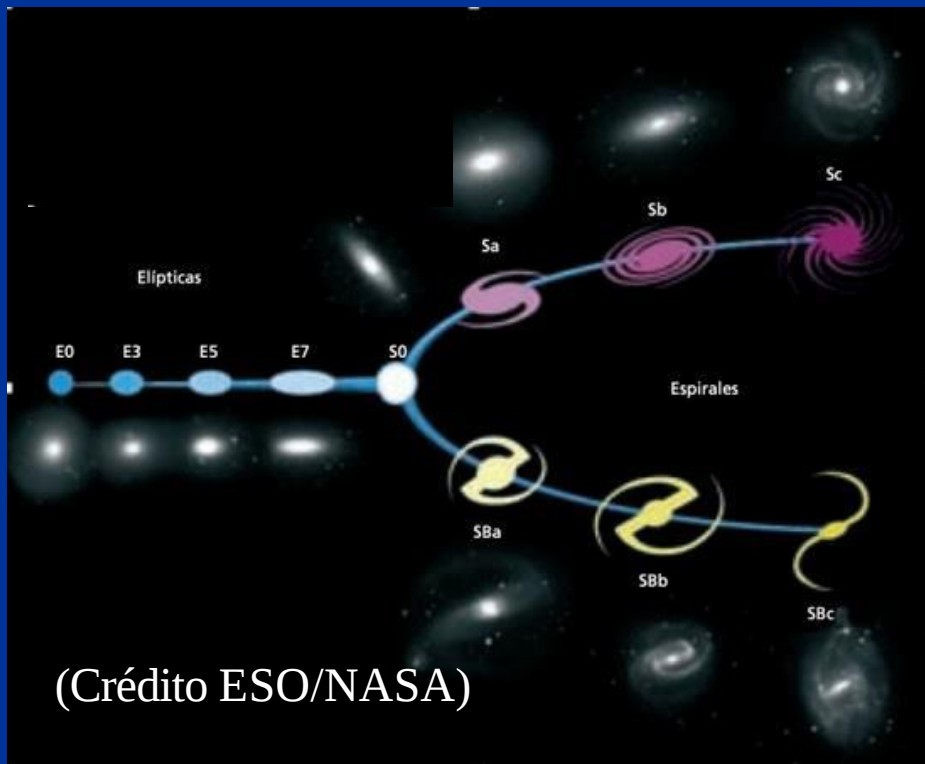


Mô hình hóa cấu trúc sợi với một
dung dịch tẩy rửa

Phân loại thiên hà

Có xoắn ốc, có thanh, elip, không đều...

Chúng thường được phân loại theo hình thái của chúng theo trình tự nổi tiếng của Hubble.



Bây giờ người ta biết rằng đây không phải là một chuỗi tiến hóa.

Hoạt động 3: Mô phỏng sự hình thành thiên hà xoắn ốc

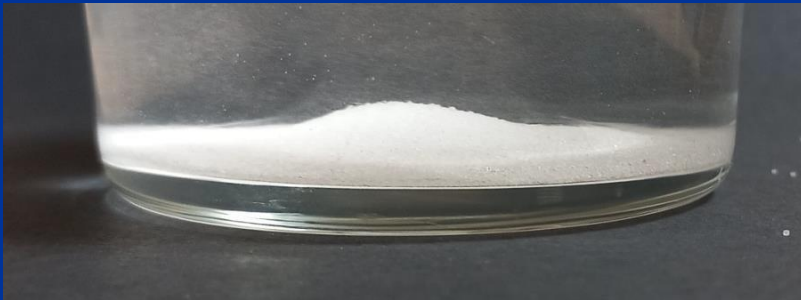
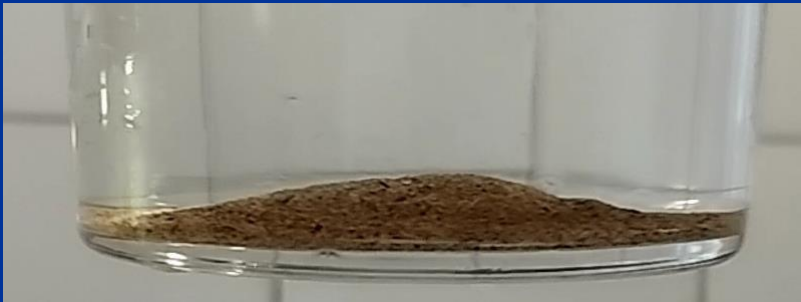
Một mô hình có thể được thực hiện với một ly chứa đầy nước và khuấy nước bằng bút chì. Khi bạn ngừng khuấy, ném vào một muỗng canh bicarbonate, cát mịn hoặc muối thông thường. Khi lắng xuống, các hạt được để lại trong các hình dạng tương tự như các thiên hà xoắn ốc.



Spiral galaxy seen from above the plane.
(Credit ESA/Hubble)

Hoạt động 3: Mô phỏng sự hình thành thiên hà xoắn ốc

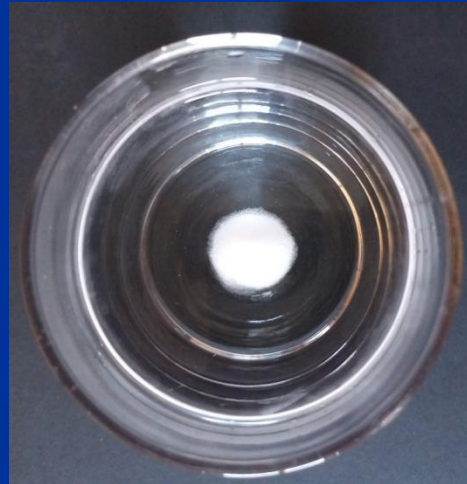
Hình bên trái mô phỏng chỗ phình to nhất của thiên hà xoắn ốc



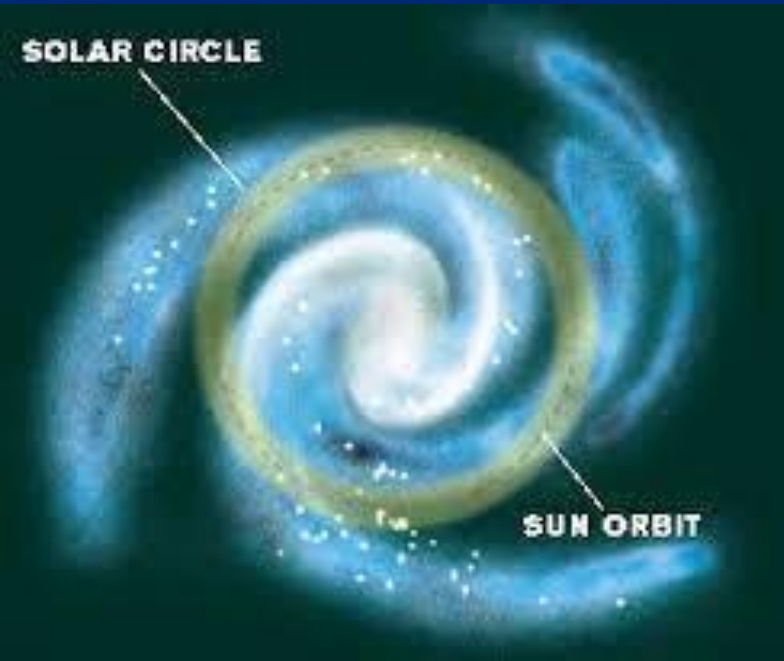
Spiral galaxy edge-on view
(Credit ESO/NASA)

Hoạt động 3: Mô phỏng sự hình thành thiên hà xoắn ốc

Một khi thiên hà được hình thành, nếu nước tiếp tục bị loại bỏ, có thể thu được hình dạng tương tự như các thiên hà elip.



Vùng có thể ở được trong các thiên hà

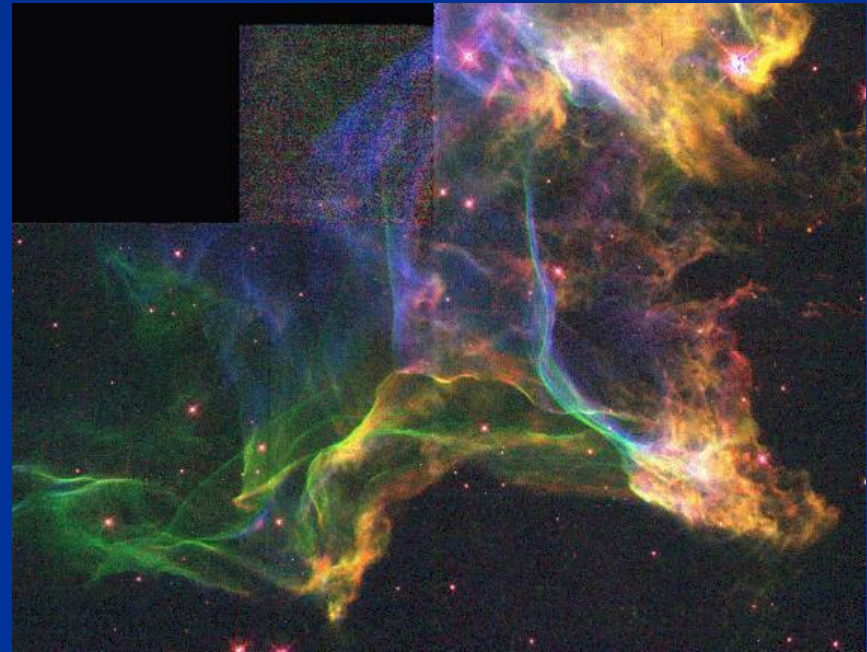


Ví dụ, để so sánh thời gian và khoảng cách trong mô hình dòng thời gian của chúng ta, thiên hà của chúng ta mất 220×10^6 năm (220 mm) để thực hiện một cuộc cách mạng.

- Vùng có thể ở được trong các thiên hà thường nằm ở bán kính từ 23.000 đến 30.000 l.y. từ trung tâm thiên hà (Mặt trời 27 000 l.y.).
- Bên ngoài vùng này, về phía rìa, không có các nguyên tử nặng hơn H và He cần thiết cho sự sống.
- Bên ngoài khu vực này, gần trung tâm hơn, có những vụ nổ tia gamma khổng lồ với những sự kiện rất mạnh mẽ và dữ dội khiến sự sống ở đó không khả thi.

Plasma và Từ trường

- Trong môi trường giữa các thiên hà, trong môi trường liên sao và trong chính các ngôi sao, vật chất thường ở trạng thái plasma.
- Plasma này được tạo thành từ các electron, proton, các hạt năng lượng cao và khí ion hóa.



Veil Nebula with filaments
(Credit NASA)

Plasma và Từ trường

Trên Trái đất có vật chất ở trạng thái này trong sét, bên trong ống huỳnh quang hoặc đèn tiêu thụ thấp, màn hình và màn hình tivi, quả bóng plasma và ngọn lửa của một ngọn nến.



Plasma và Từ trường

Gió mặt trời cũng là plasma. Nó là một dòng các hạt tích điện được giải phóng từ vành nhật hoa của Mặt trời. Dòng chảy của các hạt này thay đổi và có thể tạo ra các cơn bão địa từ, tạo ra cực quang (Ánh sáng phía Bắc và phía Nam). Nó cũng làm biến dạng plasma ở đuôi ion của sao chổi.



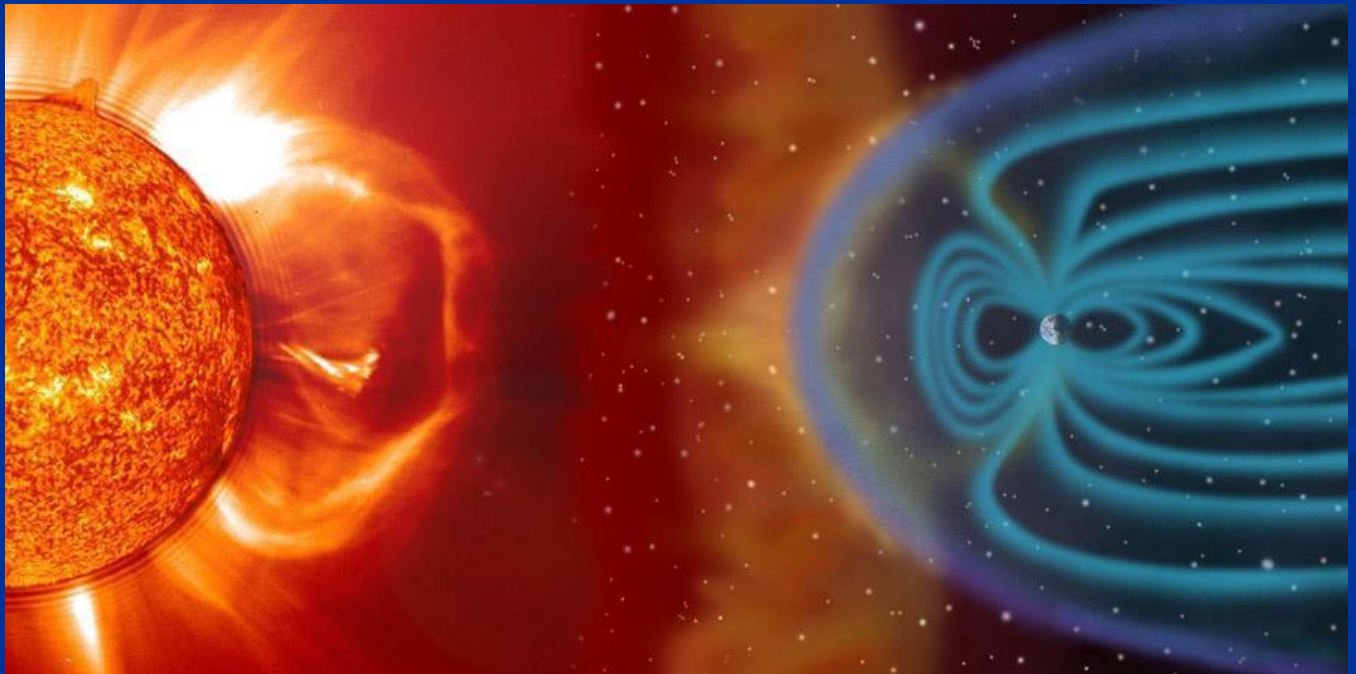
C/2002 E3

(Credit Rykis Babianskas and
Carlos Viscasillas)

Plasma và Từ trường

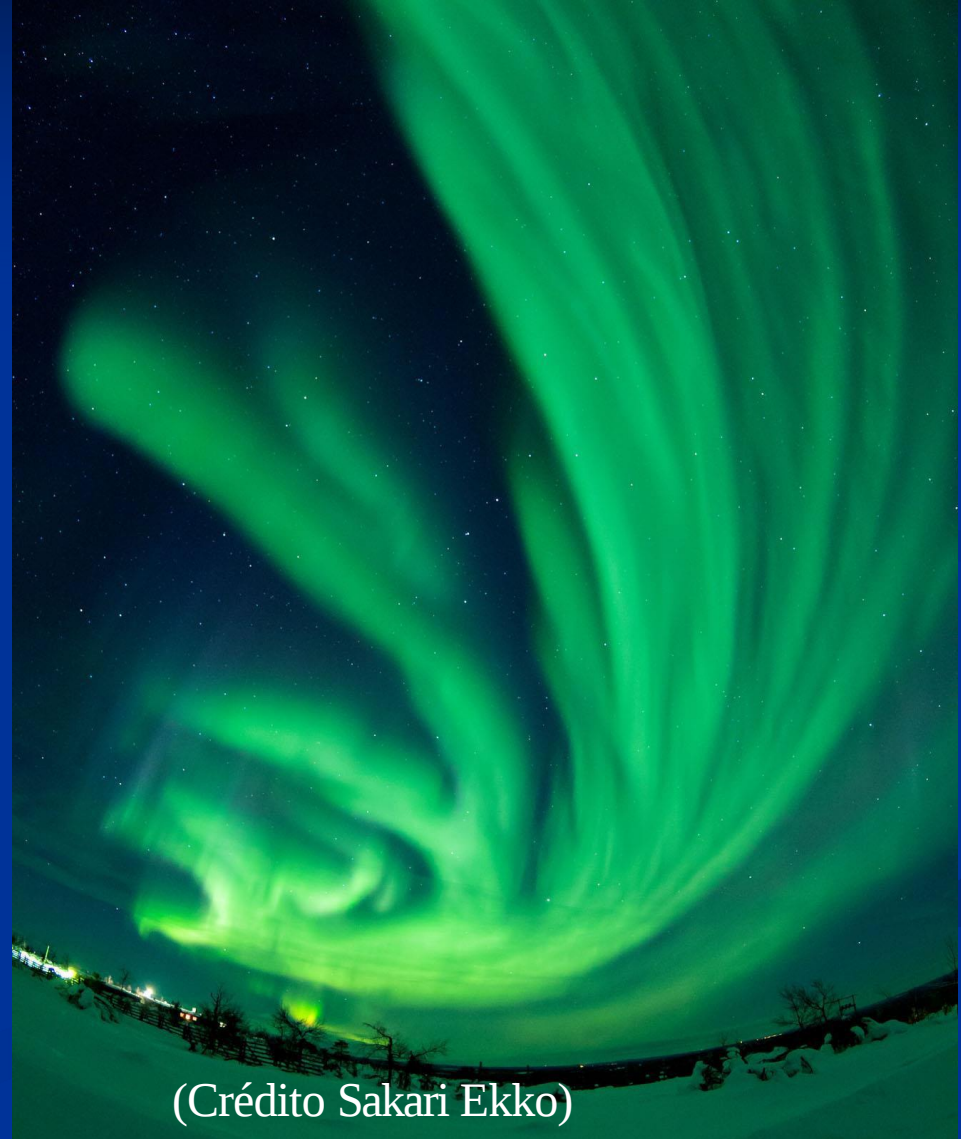
Từ trường của Trái đất hoạt động như một lá chắn bảo vệ cho sự sống trên hành tinh. Các hạt gió mặt trời di chuyển với tốc độ cao và với nhiều năng lượng có sức xuyên thấu lớn và sẽ làm hỏng DNA của các tế bào.

Sun wind,
artist impression.
(Credit NASA)



Plasma và Từ trường Fields

Từ trường của Trái đất hoạt động như một chiếc ô, chuyển hướng các hạt tích điện nguy hiểm cho sự sống, đến bề mặt Trái đất. Sự tương tác của chúng với bầu khí quyển tạo ra cực quang tuyệt đẹp với nhiều màu sắc khác nhau.



(Crédito Sakari Ekko)

Plasma và từ trường

Màu sắc của cực quang phụ thuộc vào năng lượng của các phân tử trong không khí mà chúng tương tác. Trong một khu vực:

Oxy ở mức năng lượng rất cao phát ra ánh sáng xanh lá cây / vàng và tại mức độ thấp màu đỏ / tím.

Nitơ, nếu nó mất electron ở lớp ngoài cùng, sẽ tạo ra ánh sáng hơi xanh, trong khi nó tạo ra màu đỏ / tím ở rìa dưới của cực quang.)

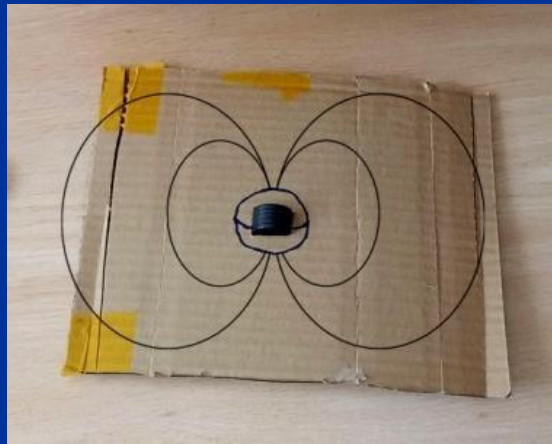
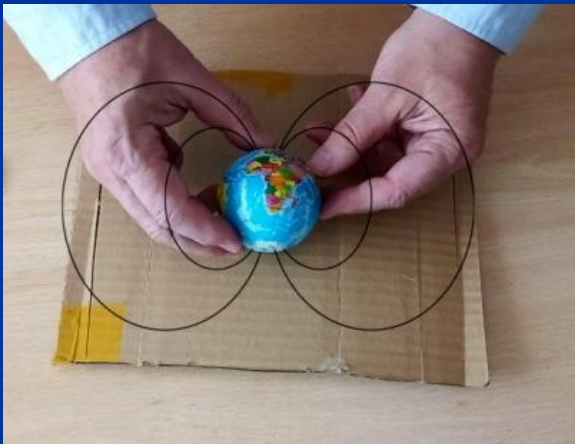


(Credit Sakari Ekko)

Activity 4: Earth's Magnetic Field

Hoạt động 4: Từ trường Trái đất

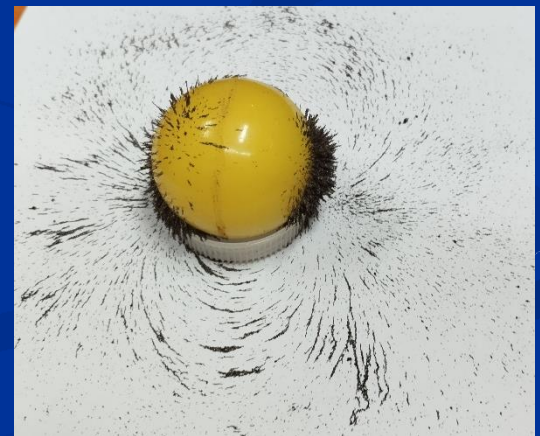
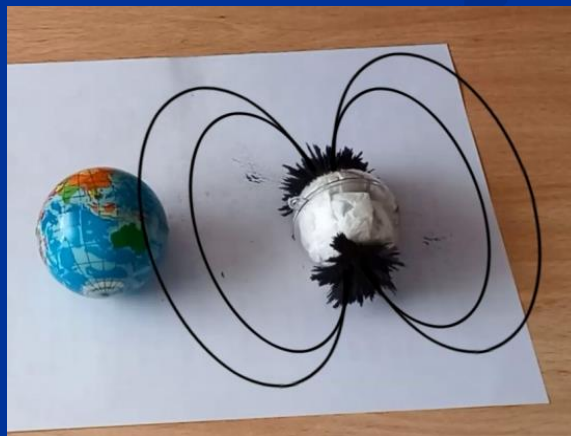
Chúng ta có thể hình dung từ trường trên mặt đất bằng một nam châm, đại diện cho Trái đất và một la bàn, mà chúng ta đi qua các đường lực của trường.



Hoạt động 4: Từ trường Trái đất

Trong một quả cầu nhựa, chúng tôi đặt một nam châm bọc trong một chiếc khăn giấy. Nó đại diện cho Trái đất.

Với các tấm sắt gần các cực, các đường từ trường trong khu vực đó, nơi cực quang xảy ra, được hình dung rất rõ.



Làm thế nào mà sự sống phát sinh trên Trái đất?

Các giả thuyết được chấp nhận nhiều nhất cho rằng sự sống phát sinh trên Trái đất từ vật chất vô cơ 4500 x 10⁶ năm trước.



Nhưng các nhà khoa học khác cho rằng nguồn gốc của sự sống trên Trái đất bắt nguồn từ ngoài Trái đất. Nếu sự sống không bắt đầu trên Trái đất, nó có thể đã đến trên sao chổi, tiểu hành tinh hoặc thiên thạch.



Vi khuẩn có thể tồn tại trong đá, được bảo vệ khỏi các điều kiện khắc nghiệt của không gian bên ngoài.



Người ta cho rằng sinh vật đầu tiên thường đơn gian. Phải có những dạng sống đơn giản hơn đã n kết nối giữa sinh vật đầu tiên và sự sống ngày nay. Có thể các vi sinh vật cực đoan đã đến Trái đất trên các tiểu hành tinh hoặc thiên thạch tác động lên bề mặt của nó. Trên thực tế, các mẫu hữu cơ được tìm thấy trong một số thiên thạch. Không dễ để tìm thấy thiên thạch, nhưng rất dễ để **săn lùng các thiên thạch siêu nhỏ.**



NASA và ESA đã tìm thấy các **sự sống đặc biệt** trên Trái đất



Thiên thạch siêu nhỏ

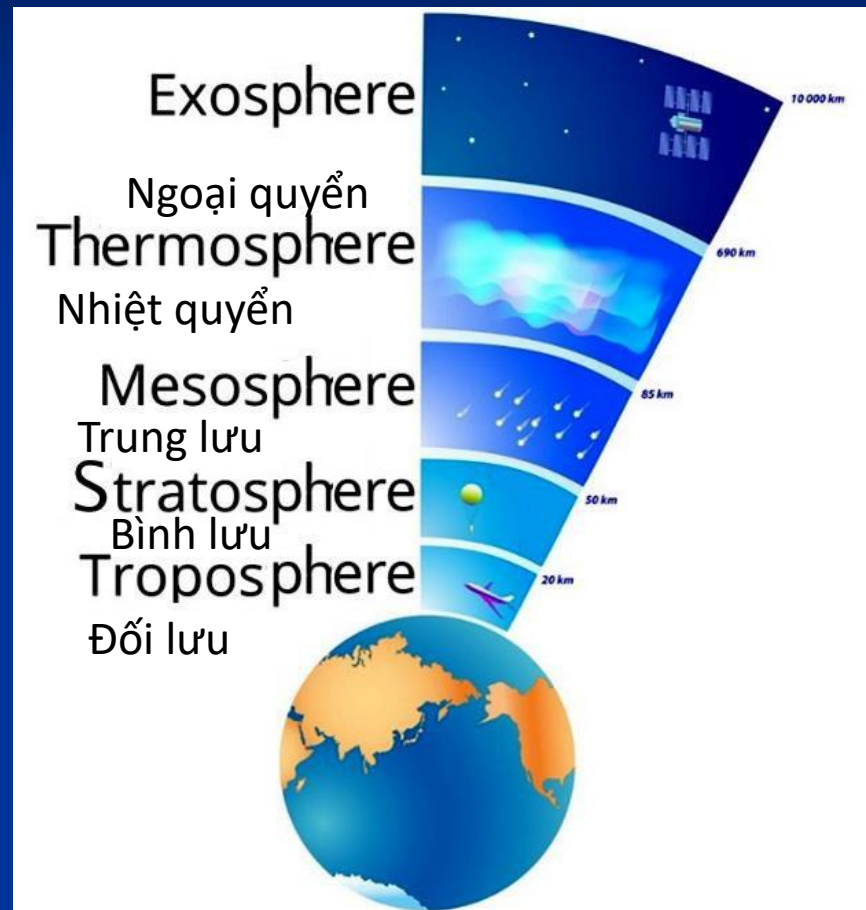
Trái đất đi qua quỹ đạo của sao chổi, nơi nó gặp phải dấu vết của bụi. Bụi này rơi trên bề mặt Trái đất và tạo ra các thiên thạch siêu nhỏ. Hàng ngàn trong số chúng rơi xuống mỗi ngày và chúng thường bốc cháy (do ma sát với khí quyển) trước khi chạm đất, tạo thành những ngôi sao băng.

Chúng ta có thể thu thập những vật rơi xuống Trái đất. Chúng ở khắp mọi nơi. Chúng ta dễ tìm thấy thiên thạch ở những nơi có ít hoạt động của con người hoặc những nơi khó tiếp cận. Hình dạng và rãnh tròn của chúng tiết lộ nguồn gốc của chúng.

Thiên thạch siêu nhỏ

Thiên thạch đi qua ngoại quyển và nhiệt quyển mà không gặp nhiều khó khăn vì các lớp này không dày đặc lắm. Nhưng khi chúng đến tầng trung lưu, mật độ cao hơn và không khí sẽ gây ra ma sát nhiều hơn và tạo ra nhiệt.

Vật liệu tan chảy và sau đó đông đặc lại để cuối cùng nó xuất hiện các rãnh và đôi khi là bong bóng nhỏ, tác dụng hóa rắn nhanh chóng.



Hoạt động 5: Mô phỏng các vi thiên thạch hình cầu

Đổ đầy một ly cao bằng dầu hướng dương. Giọt nước hoặc cola được thả ra từ ống tiêm. Những quả cầu nhỏ được hình thành và có thể được nhìn thấy từ từ rơi xuống cột dầu.

**TÀNG TRUNG
QUYỂN**

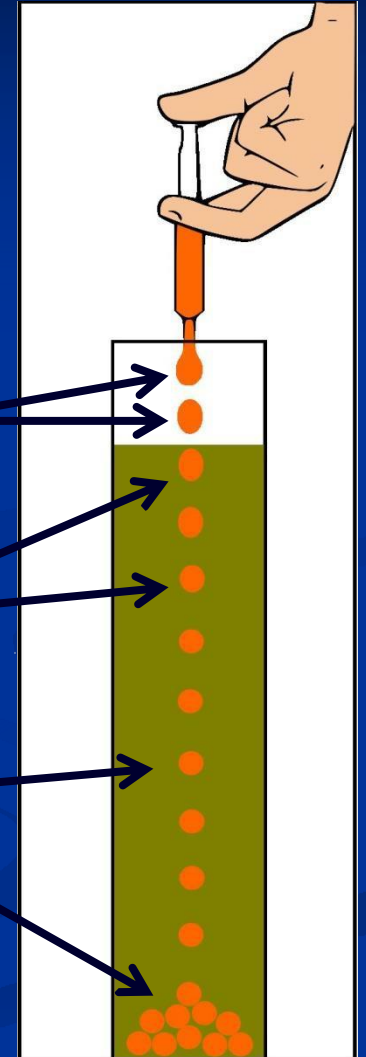
Giọt chất
lỏng

Giọt vẫn lỏng, trở thành hình cầu trong môi trường nhớt.

**TÀNG BÌNH LƯU VÀ TÀNG
ĐỐI LƯU**

Giọt hình cầu đông đặc và tích tụ ở phía dưới.

**LỚP VỎ LỤC ĐỊA VÀ ĐÁY
ĐẠI DƯƠNG.**



Hoạt động 5: Mô phỏng các vi thiên thạch hình cầu



Những quả
cầu nhỏ của
"thiên thạch
vi mô" mô
phỏng được
hình thành.

Thiên thạch siêu nhỏ thực sự



Mỗi ngày chúng rơi trên bề mặt Trái
đất 5 tấn vật liệu ngoài hành tinh!

Hoạt động 6: Tìm kiếm Micrometeorites

Các thiên thạch siêu nhỏ được lắng đọng trên mái nhà và sân thượng hoặc thậm chí lơ lửng trong khí quyển trong một thời gian dài và sau đó rơi cùng với mưa hoặc tuyết. Phương pháp tốt nhất để thu hồi vật liệu này là tìm kiếm nó trong máng xối, nơi thu thập vật liệu đã được lắng đọng trên mái nhà, hoặc trong máng xối của đường phố hoặc đường cao tốc.

Những thiên thạch này đến trực tiếp từ vật chất đã tạo ra Hệ Mặt trời. Do đó, chúng 4500 triệu năm tuổi.



Hoạt động 6: Tìm kiếm Micrometeorites

Hầu hết các thiên thạch này có thành phần đá, nhưng một số khác được làm bằng sắt và niken và có thể được tách ra khỏi phần còn lại bằng nam châm.

Với một bàn chải, cát được thu thập từ máng xối hoặc mương, và nó được đặt trên một mảnh giấy. Vượt qua một nam châm dưới giấy để xem hạt nào di chuyển.



Hoạt động 6: Tìm kiếm Micrometeorites

Nếu bạn không có sân thượng hoặc vườn nơi bạn có thể tìm kiếm các thiên thạch siêu nhỏ, bạn có thể chuẩn bị một cái bẫy để thu thập chúng. Đặt giấy bóng kính vào khay và để ngoài trời trong một tuần ở nơi hơi cao để động vật không đến gần. Quá trình thu thập các vi thiên thạch cũng được thực hiện bằng nam châm.



Hoạt động 6: Tìm kiếm Micrometeorites

Một khả năng khác là chuẩn bị một cái bẫy cho mỗi học sinh với một cốc giấy được buộc bằng một sợi dây và một nam châm nhỏ bên trong cốc. Học sinh di chuyển quanh khu vực sân trường bằng cốc nam châm và khi tháo nam châm ra, nếu có hạt sắt sẽ rơi xuống tờ giấy trắng. Chỉ cần nhìn qua camera của điện thoại di động của họ để tìm các thiên thạch siêu nhỏ.



Hoạt động 6: Tìm kiếm Micrometeorites

Xác định vi thiên thạch:

Kiểm tra vật liệu đã di chuyển bằng nam châm, mà không cần lấy nó ra khỏi giấy, bằng điện thoại di động hoặc máy ảnh, sử dụng thu phóng tối đa. Các vi thiên thạch được xác định bằng cách có hình dạng gần như hình cầu và sáng.



Phân loại Extremophile

Một sinh vật cực đoan (extremophile) là một sinh vật (thường là một vi sinh vật) sống trong điều kiện khắc nghiệt (điều kiện rất khác với những điều kiện mà hầu hết các dạng sống trên cạn trải qua).

Cho đến gần đây, người ta nghĩ rằng sự sống không thể tồn tại ở nơi những sinh vật cực đoan phát triển. Ví dụ, trong vùng nước có tính axit cao và chứa kim loại của sông Rio Tinto ở Tây Ban Nha, hoặc trong sa mạc Atacama cực kỳ khô và nặng có chứa.

Nhưng nó đã được chứng minh rằng có những sinh vật sống ở những khu vực này.



Sinh vật cực đoan ở Nam Cực

Ở Nam Cực, một số nhóm các nhà khoa học đã tìm thấy sự sống bên dưới bề mặt lớp băng, ví dụ:

- ❑ Vi khuẩn cực đoan sống ở độ cao 36 m với nhiệt độ -20°C trong nước muối (không bị đóng băng do nồng độ muối cao)
- ❑ một hệ sinh thái hoàn toàn không có ánh sáng ở độ sâu 800 m



Extremophiles và sa mạc Atacama

Sinh vật cực đoan sống gần như không có nước hoặc có thể chịu được sự hút ẩm bằng cách sống với rất ít nước. Giống như các vi khuẩn trong đất của sa mạc Atacama.

Có một hiện tượng rất ngoạn mục: sa mạc đầy hoa. Đây là sa mạc khô cằn nhất trên thế giới. Trong những năm có lượng mưa nhiều hơn bình thường và frông lạnh xuất hiện, một số lượng lớn và đa dạng



Photo August 2022 after several years of dryness, the last years were 2015 and 2017.



Extremophiles và Rio Tinto

Sinh vật cực đoan khác phát triển mạnh trong môi trường có tính axit cao và nồng độ kim loại cao (Sắt, Đồng, Cadmium, Asen, Kẽm và Chì). Các phản ứng trong dòng sông này được xúc tác bởi vi khuẩn ưa axit, do đó nếu độ axit giảm, quần thể vi khuẩn sẽ nhân lên. Điều này tạo ra quá trình oxy hóa sunfua nhiều hơn và nhiều axit hơn trong một quá trình phản hồi. Cư dân trong khu vực biết khi nào trời sẽ mưa vì sự thay đổi màu sắc của dòng sông (vi khuẩn tạo ra nhiều axit hơn để duy trì độ pH trong lũ lụt của dòng sông).



Extremophiles & Thảm thực vật - Rio Tinto

Có nhiều nhóm cây bụi
Erica

Andevalensis hay "thạch
nam khai thác" phân bố
dọc theo lòng sông.



Những cây này có rễ trong đất có tính axit cao
với ít chất dinh dưỡng. Một số cây thậm chí
còn mọc trên bờ sông với rễ của chúng chìm
một phần trong nước chua và đất có nồng độ
Đồng và Chì cao.



Hoạt động 7: Trích xuất DNA

Các nhà sinh vật học vũ trụ của NASA và ESA nghiên cứu trên mặt đất (Mỏ Rio Tinto, Sa mạc Atacama, v.v.) để hiểu sự sống phát triển hoặc thích nghi như thế nào và nó bắt nguồn như thế nào.

Bước đầu tiên của nhiều quá trình được thực hiện để khám phá những kẻ cực đoan bao gồm trích xuất DNA.



Hoạt động 7: Chiết xuất DNA

DNA trình tự cho phép phát hiện sự tồn tại của sự sống (hiện tại hoặc quá khứ) và điều này được sử dụng để tìm kiếm sự sống trong không gian.

Phân tử DNA rất dài và được đóng gói với các protein (giống như một quả bóng len) bên trong các tế bào.

Giải pháp để phá vỡ tế bào: Lấy nửa ly nước, **1 muỗng cà phê muối** (natri clorua) để loại bỏ các protein và do đó giải phóng DNA.

3 muỗng cà phê Sodium Bicarbonate, để giữ độ pH của dung dịch cơ bản và không đổi để DNA không bị thoái hóa.

Thêm nước rửa chén cho đến khi dung dịch có cùng màu, để phá vỡ màng của các tế bào nhòn

Trộn mà không tạo bọt để có cái nhìn tốt về DNA.



Hoạt động 7: Chiết xuất DNA

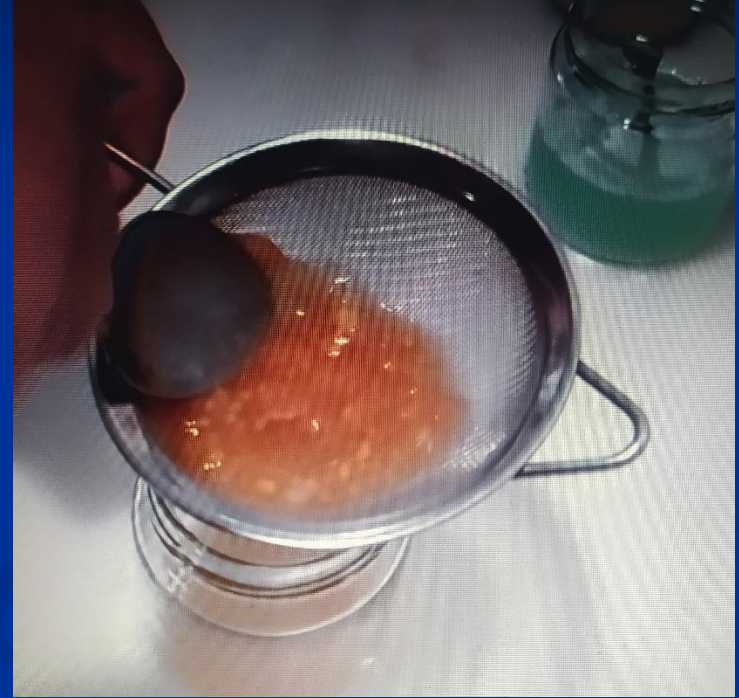
Chuẩn bị nước ép tế bào "của cà chua".

Lấy 2 muỗng canh bột cà chua, nghiền nó bằng nĩa cho đến khi nó trở nên nhuyễn.

Thêm dung dịch sáng tạo (thể tích của dung dịch gấp đôi thể tích của cà chua xay nhuyễn).

Trộn cẩn thận để phá vỡ các tế bào, cẩn thận không tạo bọt. Sau đó căng thẳng để loại bỏ các mảnh lớn.

Nội dung bên trong các tế bào là trong nước ép.



Hoạt động 7: Chiết xuất DNA

Làm cho DNA có thể nhìn thấy được.

Khi có nhiều sợi DNA, chúng ta thấy nó như một đám mây trắng (muối làm cho nó có màu trắng, DNA không thể nhìn thấy bằng mắt thường). Chúng tôi từ từ thêm rượu, nhỏ giọt lên thành ly nước trái cây, vì chúng tôi muốn lớp rượu vẫn ở trên nước trái cây mà không cần trộn.

Trong 3 hoặc 4 phút, một đám mây DNA màu trắng hình thành kết tụ và trở nên hữu hình (tăng lên đỉnh). Rượu được thêm vào vì DNA không hòa tan trong rượu và do đó một đám mây DNA được hình thành.



Kết luận

- Hiểu được quá trình lâu dài cho sự xuất hiện của cuộc sống.
- Biết các điều kiện bảo vệ sự sống.
- Biết những môi trường khắc nghiệt mà cuộc sống có thể phát triển.
- Hiểu quá trình trích xuất DNA để xác minh sự hiện diện của sự sống.



**Cảm ơn bạn rất nhiều
sự chú ý của bạn!**

