

Expansion of the universo

Sự giãn nở của vũ trụ

**Ricardo Moreno, Susana Deustua,
Rosa M. Ros, Beatriz García**

International Astronomical Union

Colegio Retamar de Madrid, Spain

Space Telescope Science Institute, USA

Technical University of Catalonia, Spain

ITeDA and Technological National University, Argentina



Goals Mục tiêu

- Understand the expansion of the universe
- Understand that there is no centre of the universe
- Understand the Hubble-Lemaître Law
- Understand how to detect dark matter
- Hiểu sự giãn nở của vũ trụ
- Hiểu rằng không có trung tâm của vũ trụ
- Hiểu Định luật Hubble-Lemaître
- Hiểu cách phát hiện vật chất tối



Presentation Bài thuyết trình

This workshop is about:

- The origin of the universe: the Big Bang
- The galaxies: they do not “move” through space, the space is that expands
- The Hubble’s Constant : $v = H \times d$
- There is no centre of the universe
- The cosmic microwave background (CMB)
- Gravitational lenses.

Chủ đề của bài giảng này là về:

- Nguồn gốc của vũ trụ: Vụ nổ lớn
- Các thiên hà: chúng không “di chuyển” trong không gian, không gian mở rộng
- Hằng số của Hubble: $v = H \times d$
- Không có trung tâm của vũ trụ
- Nền vi sóng vũ trụ (CMB)
- Kính hấp dẫn.



Models, predictions, verification: Experiment with a tablecloth
Mô hình, dự đoán, xác minh: Thử nghiệm với khăn trải bàn



Prediction: if you pull a tablecloth very quickly nothing on the table will fall down. If we are able to verify this, our prediction is fulfilled.

Dự đoán: nếu bạn kéo một chiếc khăn trải bàn rất nhanh, không có gì trên bàn sẽ rơi xuống. Nếu chúng tôi có thể xác minh điều này, dự đoán của chúng tôi sẽ được trả lời.

If one pulls the tablecloth quickly, frictional forces do not have time to act on the objects on the table, which explains why they do not fall. The experiment is successful because physics is a science which predicts what will happen.

The Physics that we developed on the Earth is the same one that we apply to the rest of the Universe.

Nếu người ta kéo nhanh chiếc khăn trải bàn thì lực ma sát không có thời gian tác dụng lên các vật trên bàn, điều này giải thích tại sao chúng không rơi. Thí nghiệm thành công vì vật lý là khoa học dự đoán những gì sẽ xảy ra.

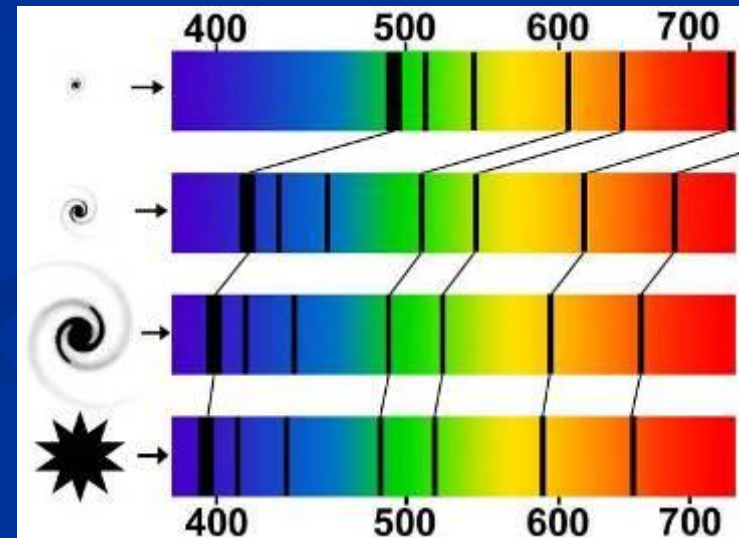
Vật lý mà chúng ta phát triển trên Trái đất cũng giống như vật lý mà chúng ta áp dụng cho phần còn lại của Vũ trụ.



Movement towards the red

Chuyển động về phía đỏ

- Light absorption is different for each chemical element. The light absorption spectrum presents characteristic lines for each chemical element.
- When we observe the light from galaxies, we can see that the lines are shifted toward the red end of spectrum. The further away the galaxy, the greater the redshift.
- This is interpreted as a result of the galaxy's movement away from us.
- Sự hấp thụ ánh sáng khác nhau đối với từng nguyên tố hóa học. Quang phổ hấp thụ ánh sáng cho thấy các vạch đặc trưng cho từng nguyên tố hóa học.
- Khi chúng ta quan sát ánh sáng từ các thiên hà, chúng ta có thể thấy rằng các vạch bị dịch chuyển về phía đầu màu đỏ của quang phổ. Thiên hà càng xa, dịch chuyển đỏ càng lớn.
- Điều này được hiểu là kết quả của sự di chuyển của thiên hà ra xa chúng ta.



Movement towards the red

Chuyển động về phía đỏ

- Nearby galaxies have relatively small and irregular movements: the Large Magellanic Cloud +13 km/s, the Small Magellanic Cloud -30 km/s, Andromeda Galaxy -60 km/s, M32 +21 km/s.
- In the Virgo cluster, (50 million lyr away), all galaxies are moving away from us at speeds of between 1 000 and 2 000 km/s.
- In the Coma Berenice supercluster (300 million lyr away) the speeds are between 7 000 and 8 500 km/s.
- Các thiên hà lân cận có chuyển động tương đối nhỏ và không đều: Đám mây Magellan Lớn +13 km/s, Đám mây Magellan Nhỏ -30 km/s, Thiên hà Tiên nữ -60 km/s, M32 +21 km/s.
- Trong cụm sao Xử Nữ, (cách 50 triệu năm a.s.), tất cả các thiên hà đang di chuyển ra xa chúng ta với tốc độ từ 1 000 đến 2 000 km/s.
- Trong siêu đám Coma Berenice (ở khoảng cách 300 triệu năm a.s.), tốc độ nằm trong khoảng từ 7 000 đến 8 500 km/s.



Movement towards the red

Chuyển động về phía đỏ

- In the opposite direction, M 74 moves away at 800 km/s and M 77 at 1 130 km/s.
- If we observe distant and faint galaxies, the recession velocity is even greater: the galaxy NGC 375 moves away at 6 200 km/s, NGC 562 at 10 500 km/s and NGC 326 at 14 500 km/s.
- Independent of the direction in which we observe, all except the very close galaxies are moving away from us.
- Ngược lại, M 74 chuyển động ra xa với vận tốc 800 km/s và M 77 với vận tốc 130 km/s.
- Nếu chúng ta quan sát các thiên hà ở xa và mờ, vận tốc chuyển động thậm chí còn lớn hơn: thiên hà NGC 375 di chuyển ra xa với tốc độ 6 200 km/s, NGC 562 ở tốc độ 10 500 km/s và NGC 326 ở tốc độ 14 500 km/s.
- Không phụ thuộc vào hướng mà chúng ta quan sát, tất cả ngoại trừ các thiên hà rất gần đang di chuyển ra xa chúng ta.

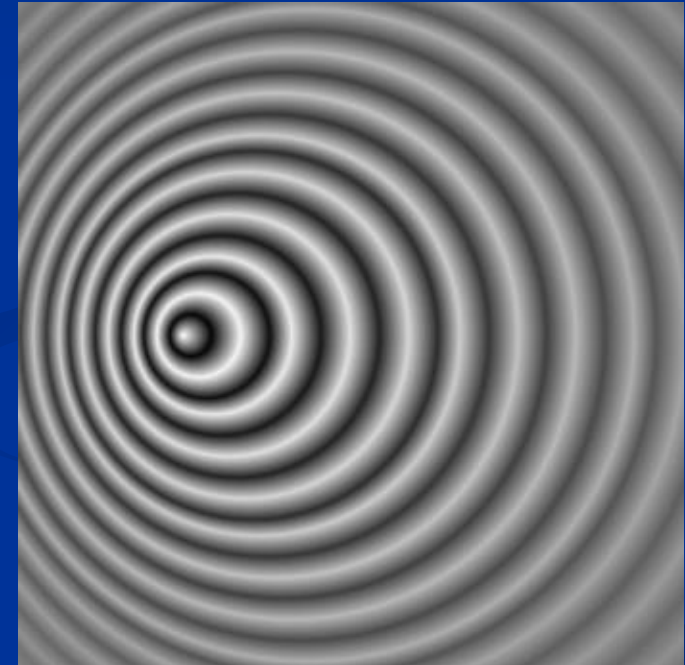


Doppler Effect Hiệu ứng Doppler

In the same way as in the tablecloth example, we can apply other physical principles to the study of the universe.

Tương tự như trong ví dụ về khăn trải bàn, chúng ta có thể áp dụng các nguyên tắc vật lý khác để nghiên cứu vũ trụ.

- If an ambulance, a motorcycle or a train is approaching, we will hear a higher pitched sound. When they move away we hear a lower pitched sound.
- Nếu xe cấp cứu, xe máy hoặc tàu hỏa đang đến gần, chúng ta sẽ nghe thấy âm thanh có cường độ cao hơn. Khi chúng di chuyển ra xa, chúng ta nghe thấy âm thanh có âm độ thấp hơn.
- Higher pitch \rightarrow the wavelength is shortened
- Cao độ cao hơn \rightarrow bước sóng ngắn lại
- Lower pitch \rightarrow the wavelength is lengthened
- Âm độ thấp hơn \rightarrow bước sóng được kéo dài



Activity 1: Doppler Effect

Hoạt động 1: Hiệu ứng Doppler



- The Doppler effect can be heard by rotating an alarm clock or buzzer in a horizontal plane.
- When it approaches the listener, λ is shortened and the pitch of the sound is higher.
- When it moves away, λ is stretched and the pitch of the sound is lower.
- This happens with the sounds of motorcycles, ambulances, trains...



- Có thể cảm thấy hiệu ứng Doppler bằng cách xoay đồng hồ báo thức hoặc còi theo mặt phẳng nằm ngang.
- Khi nó đến gần người nghe, λ ngắn và cao độ của âm thanh cao hơn.
- Khi nó dịch chuyển ra xa, λ dài hơn và cao độ của âm nhỏ hơn.
- Điều này xảy ra với âm thanh của xe máy, xe cứu thương, tàu hỏa ...

In the experiment, the Doppler effect is due to relative source-receiver displacement and is highlighted with sounds. In the case of the expansion of the Universe, the effect occurs with electromagnetic waves

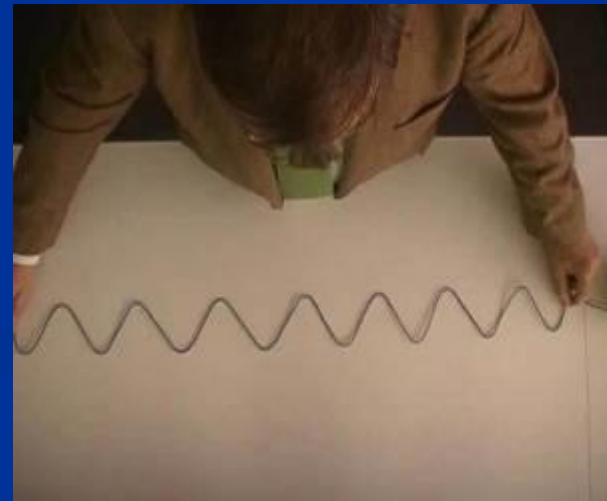
Trong thí nghiệm, hiệu ứng Doppler là do sự dịch chuyển tương đối giữa nguồn và bộ thu và được làm nổi bật bằng âm thanh. Trong trường hợp vũ trụ giãn nở, hiệu ứng xảy ra với sóng điện từ



Activity 2: “Stretching” of photons

Hoạt động 2: "Sự kéo dài" của các photon

- The universe, when it expands, “stretches” the photons in it.
- You can make a model of that stretching using a semi-rigid cable of the type used in domestic wiring.
- The longer the photon’s path, the more they are stretched.
- Vũ trụ, khi giãn nở, "kéo dài" các photon trong nó.
- Bạn có thể tạo mô hình kéo dài đó bằng cách sử dụng dây nửa cứng loại được sử dụng trong hệ thống dây điện trong nước.
- Đường đi của photon càng dài, chúng càng bị kéo dài.



Hubble-Lemaître Law

Định luật Hubble-Lemaître

Between 1920 and 1930, George Lemaître and Edwin Hubble realized that the most distant galaxies are moving away faster than nearby ones.

Hubble-Lemaître Law:

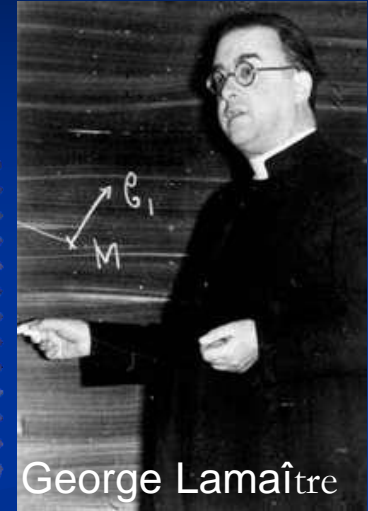
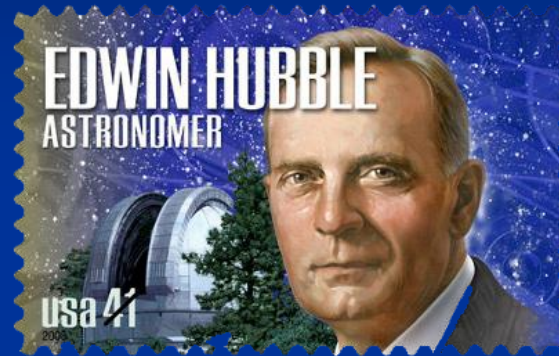
$$v = H \times d$$

Từ năm 1920 đến năm 1930, George Lemaître và Edwin Hubble nhận ra rằng các thiên hà xa nhất đang di chuyển ra xa nhanh hơn các thiên hà gần đó.

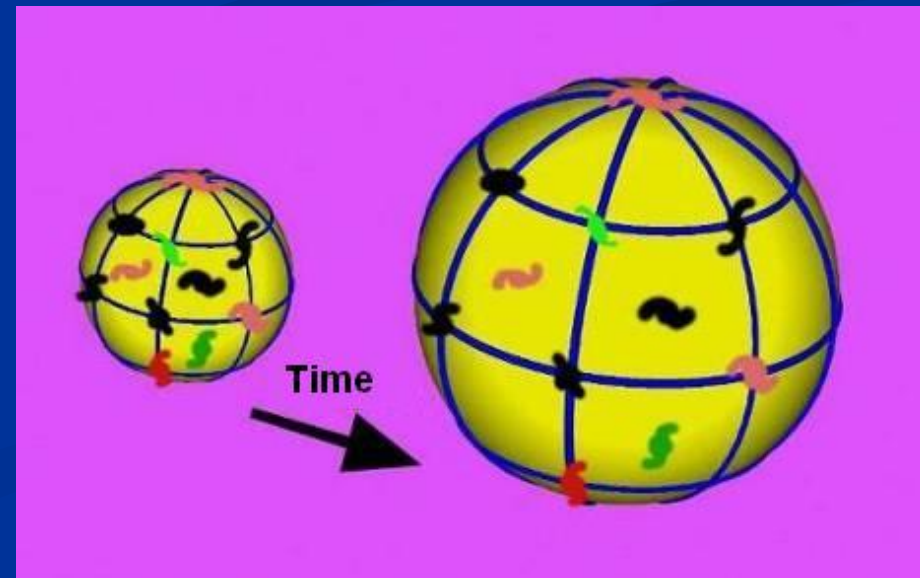
Luật Hubble-Lemaître: $v = H \times d$

The galaxies don't move through the space: it is the space which expands, dragging the galaxies.

Các thiên hà không di chuyển trong không gian: chính không gian giãn nở, kéo theo các thiên hà.



George Lemaître



Activity 3: The universe in an elastic band
Hoạt động 3: Vũ trụ trong một sợi dây đàn hồi



Activity 4: The universe in a balloon

Hoạt động 4: Vũ trụ trong một quả bóng



- The distance between the galaxies increases with the expansion.
- The galaxies are not moving through the balloon
- Locating ourselves in any “galaxy” on the balloon we see that the others move away from us.
- Khoảng cách giữa các thiên hà tăng lên với sự giãn nở.
- Các thiên hà không di chuyển xuyên qua quả bóng
- Định vị bản thân trong bất kỳ “thiên hà” nào trên quả bóng, chúng ta thấy rằng những người khác di chuyển ra xa chúng ta.

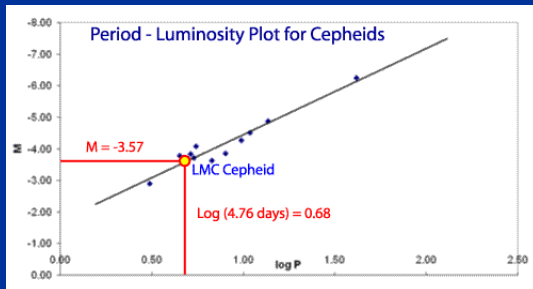
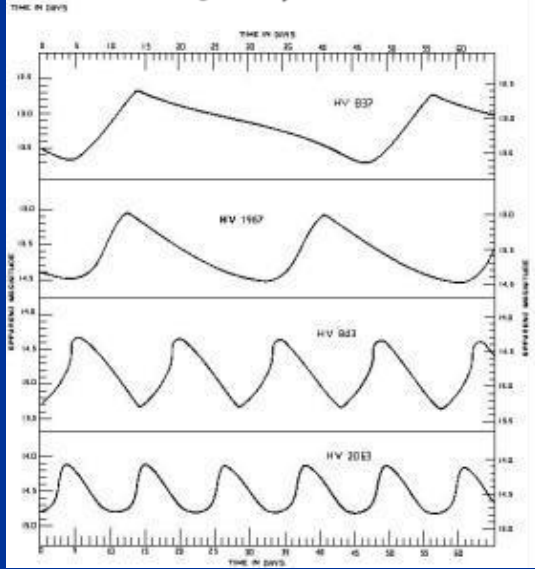


Expansion of the universe

Sự giãn nở của vũ trụ

1) The distance to the nearest galaxies can be obtained from the period-luminosity relation of the Cepheid variable stars (discovered by Henrietta Leavitt, at Harvard, early in 20th century)

1) Khoảng cách đến các thiên hà gần nhất có thể thu được từ quan hệ độ sáng theo chu kỳ của các sao biến quang Cepheid (được phát hiện bởi Henrietta Leavitt, tại Harvard, đầu thế kỷ 20)



- From the light curve it is possible to obtain the period P
- From the relation period-luminosity we can get the absolute magnitude M
- With M and m , it is possible to measure the distance to the galaxy $d=10^{(m-M+5)/5}$ parsec
- To determine distances of the most distant galaxies the astronomers can use a particular type of supernova (type Ia) which have similar peak luminosities.
- Từ đường cong ánh sáng có thể biết chu kỳ P
- Từ quan hệ độ sáng theo chu kỳ, chúng ta có thể thu được cấp sao tuyệt đối M
- Với M và m , có thể đo khoảng cách tới thiên hà $d = 10^{(m-M + 5) / 5}$ parsec
- Để xác định khoảng cách tới các thiên hà xa nhất, các nhà thiên văn có thể sử dụng một loại siêu tân tinh cụ thể (loại Ia) có độ sáng đỉnh xác định.

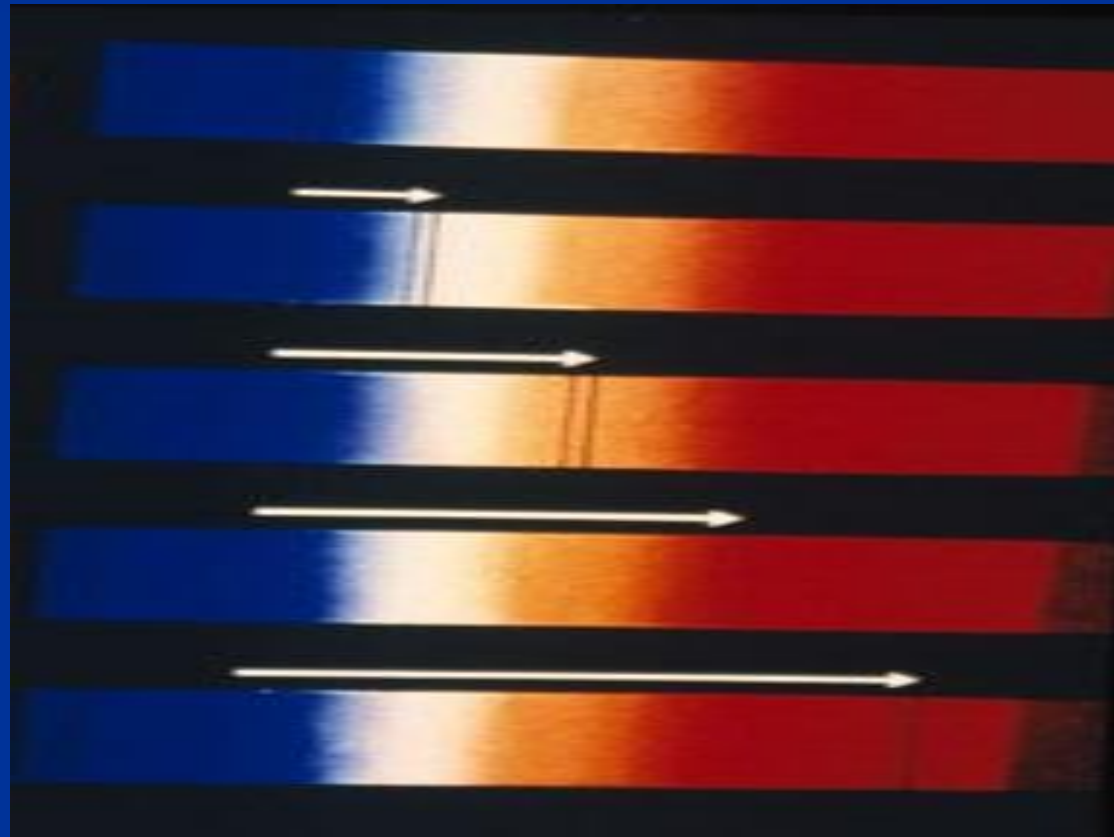


Expansion of the universe

Sự giãn nở của vũ trụ

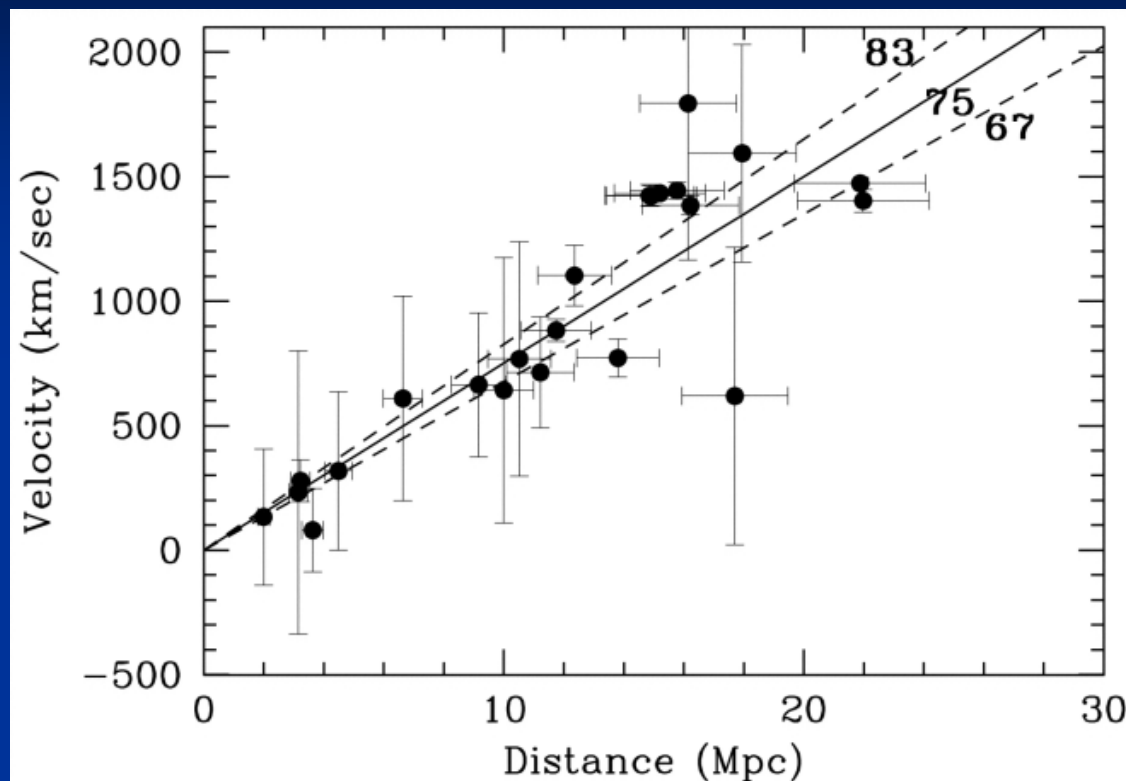
2) The recession velocity is measured from the shift of the absorption lines in the spectrum, using the equation:

2) Vận tốc chuyển động ra xa được đo từ sự dịch chuyển của các vạch hấp thụ trong quang phổ, sử dụng phương trình: $v = (\Delta \lambda / \lambda) \times c$



Expansion of the universe

Sự giãn nở của vũ trụ



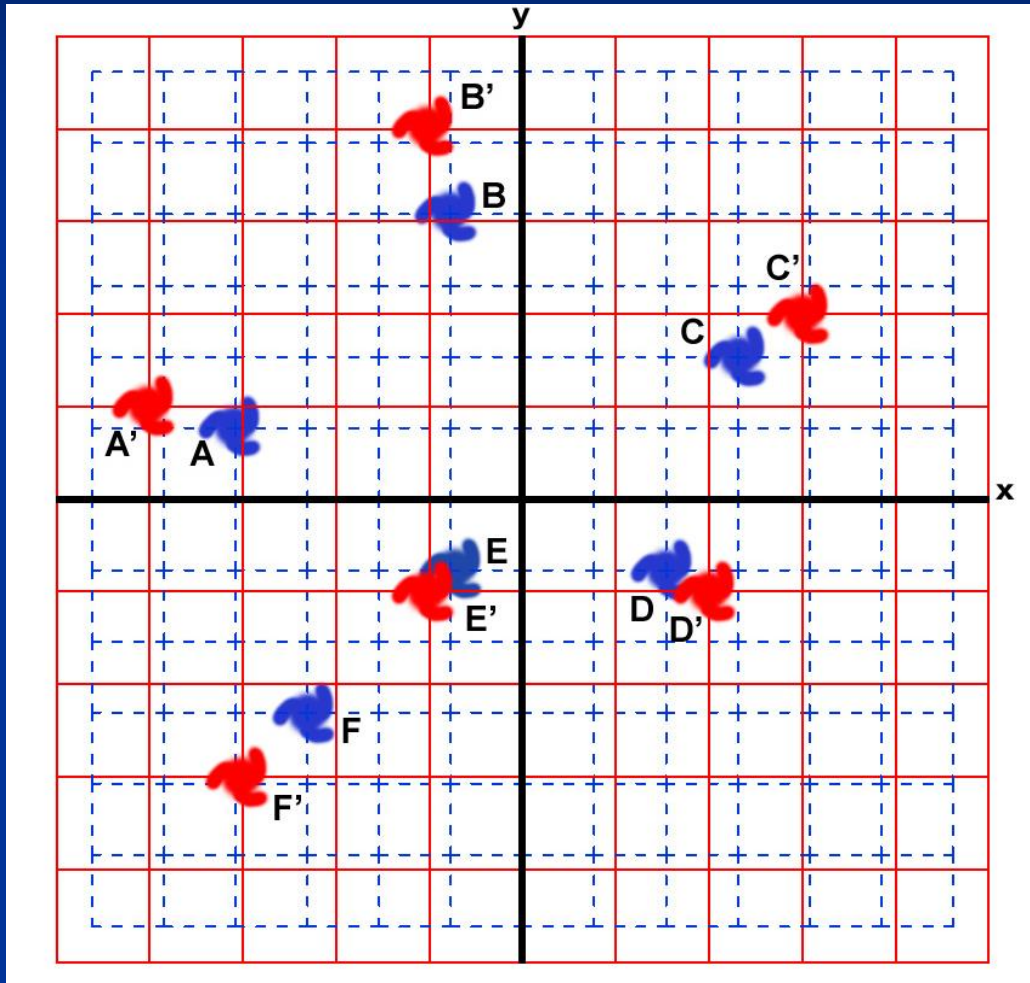
(from Freedman et al, 2001, ApJ, vol 553, p47)

3. The Hubble constant is the slope of the function graph: $v = H_0 \times d$, where H_0 is the rate of expansion of the universe: $H_0 = 72 \text{ km/s.Mpc}$

3. Hằng số Hubble là độ dốc của đồ thị hàm số: $v = H_0 \times d$, trong đó H_0 là tốc độ giãn nở của vũ trụ: $H_0 = 72 \text{ km / s.Mpc}$

Activity 5: Calculation of the Hubble-Lemaître constant

Hoạt động 5: Tính hằng số Hubble-Lemaître



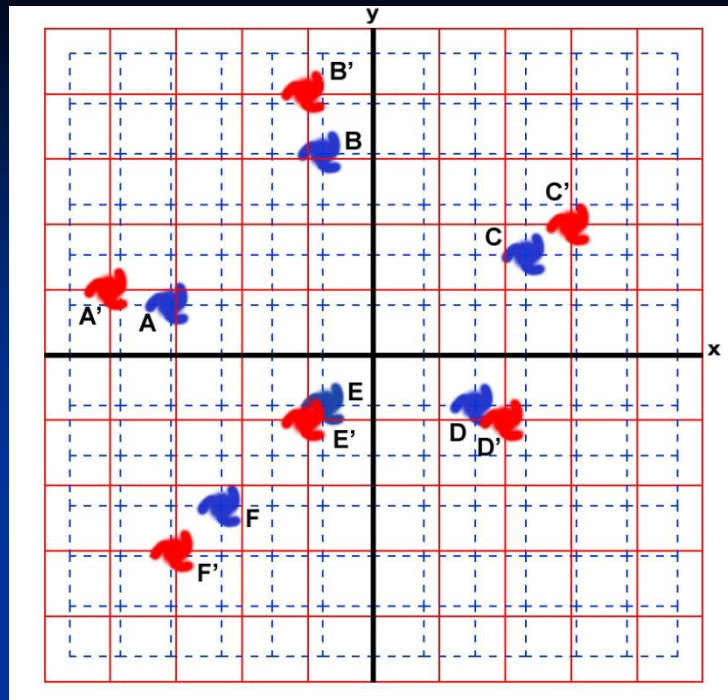
**Blue = Universe
before expanding
= Vũ trụ trước
giãn nở**

**Red = Universe
after expanding =
= Vũ trụ sau giãn
nở**

Activity 5: Calculation of the Hubble-Lemaître constant

Hoạt động 5: Tính hằng số Hubble-Lemaître

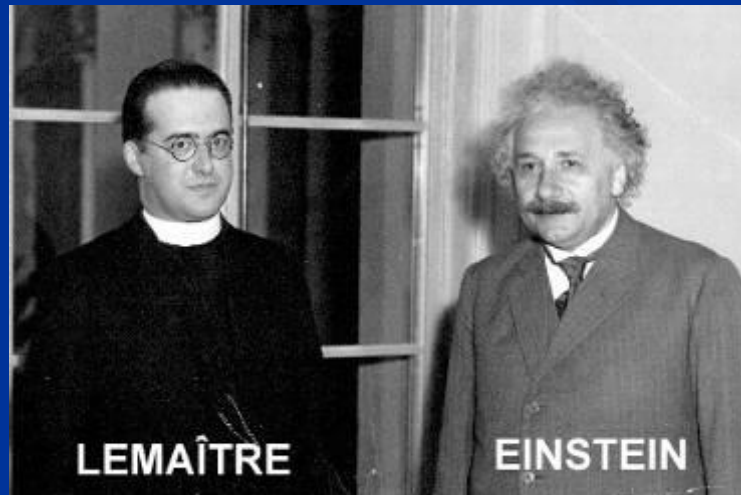
<i>Galaxy</i>	<i>Coordinates x,y</i>	<i>d=distance to origin</i>	Δd	$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$	$H = \frac{v}{d}$
<i>A</i>					
<i>A'</i>					
<i>B</i>					
<i>B'</i>					
<i>C</i>					
<i>C'</i>					
<i>D</i>					
<i>D'</i>					
<i>E</i>					
<i>E'</i>					
<i>F</i>					
<i>F'</i>					



Galaxy	Coordinates x, y	d =distance to origin	Δd	$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$	$H = \frac{v}{d}$
A	(-4, 1)				
A'	(-4, 1)				
B	(-1, 4)				
B'	(-1, 4)				
C	(3, 2)				
C'	(3, 2)				
D	(2, -1)				
D'	(2, -1)				
E	(-1, -1)				
E'	(-1, -1)				
F	(-3, -3)				
F'	(-3, -3)				

The Big Bang Vụ Nổ lớn

- If we go back, there was a time when everything was united: universe in expansion.
- Georges Lemaître, solving the equations of relativity, came to the idea of an expanding universe that began as a “cosmic egg”.
- Nếu chúng ta quay ngược thời gian, có một thời điểm mà mọi thứ hợp nhất: vũ trụ đang giãn nở.
- Georges Lemaître, khi giải các phương trình của thuyết tương đối, đã nảy ra ý tưởng về một vũ trụ giãn nở bắt đầu như một “quả trứng vũ trụ”.



The Big Bang Vụ Nổ lớn

- Name of the Big Bang: big explosion.
- Fred Hoyle, with certain anti-religious prejudices, thought it seemed too consistent with the idea of a Creator.
- S & T made a competition to rename it. There were 12 000 proposals. None was better!
- Tên của Vụ nổ lớn: vụ nổ lớn.
- Fred Hoyle, với những định kiến chống tôn giáo nhất định, cho rằng nó có vẻ quá phù hợp với ý tưởng về một Đấng Sáng tạo.
- S & T đã thực hiện một cuộc thi để đổi tên nó. Đã có 12000 đề xuất. Không có cái tên nào hay hơn!



The Big Bang Vụ Nổ lớn

- Before the Big Bang? We do not know anything.
- What was the cause? Why did it happen? Why does it observe the same physical laws everywhere?
- Physics is about how the existing things work, not about why do they exist.
- Physics studies the matter from its origin (since the Big Bang), not before, nor does it study the reason or purpose of why it exists. These are philosophical and religious questions but not scientific questions.

Trước vụ nổ lớn? Chúng ta không biết điều gì.

Nguyên nhân nó là gì? Tại sao nó xảy ra? Tại sao nó tuân theo các quy luật vật lý giống nhau ở khắp mọi nơi?

Vật lý là về cách những thứ tồn tại hoạt động thế nào, vật lý không trả lời câu hỏi tại sao chúng tồn tại.

Vật lý học nghiên cứu vật chất từ nguồn gốc của nó (kể từ vụ nổ Big Bang), chứ không phải trước đó, cũng không nghiên cứu lý do hoặc mục đích tại sao nó tồn tại. Đây là những câu hỏi thuộc về triết học và tôn giáo chứ không phải là những câu hỏi khoa học.



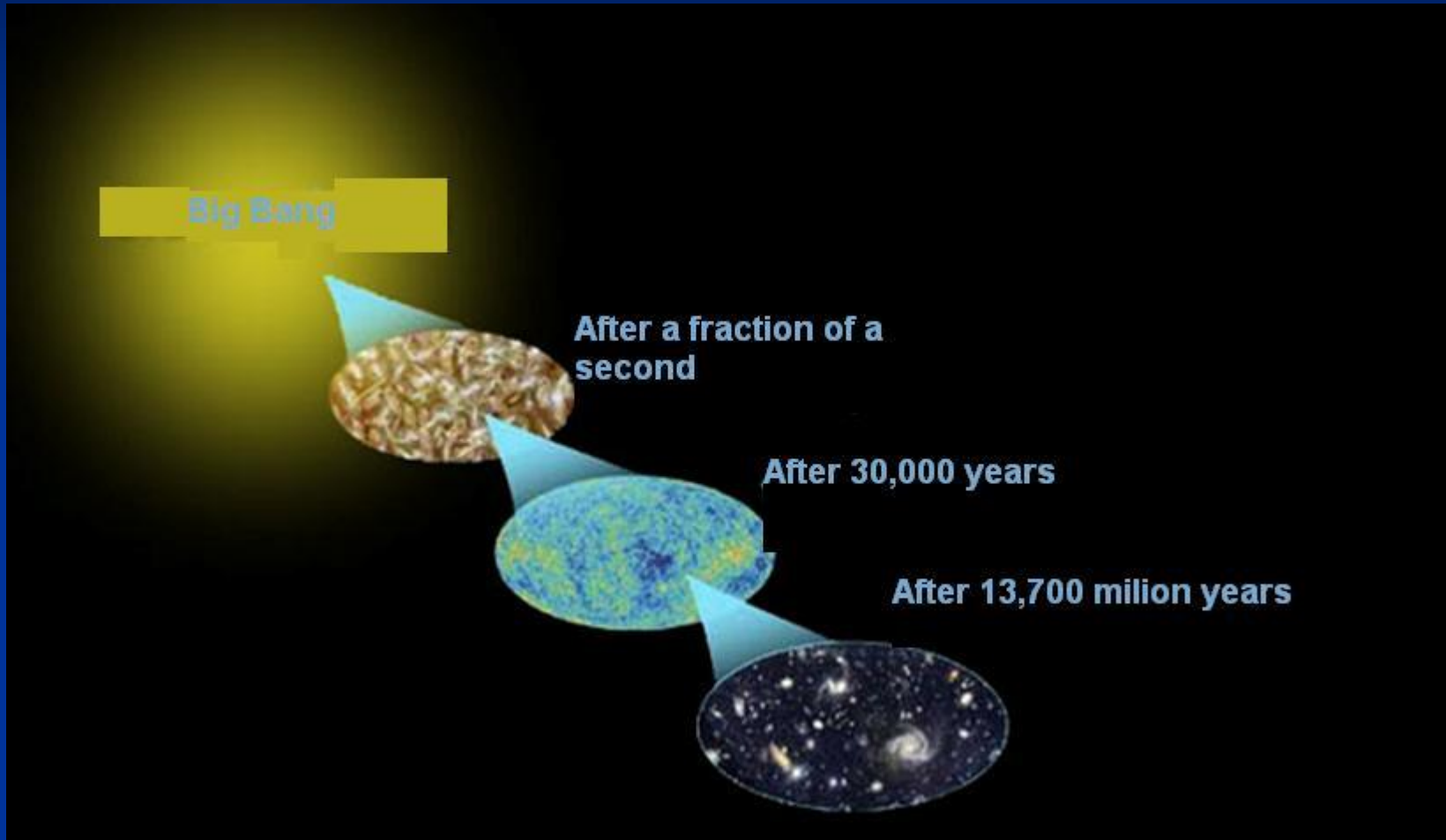
The Big Bang Vụ Nổ lớn

- Fluctuation of the quantum vacuum?
- Emptiness is not nothing, it exists.
- Multiple universes? Indemonstrable by definition.
- Dao động của chân không lượng tử?
- Trống không không có nghĩa là không có gì, nó tồn tại.
- Đa vũ trụ? Không thể chứng minh được ngay từ định nghĩa.



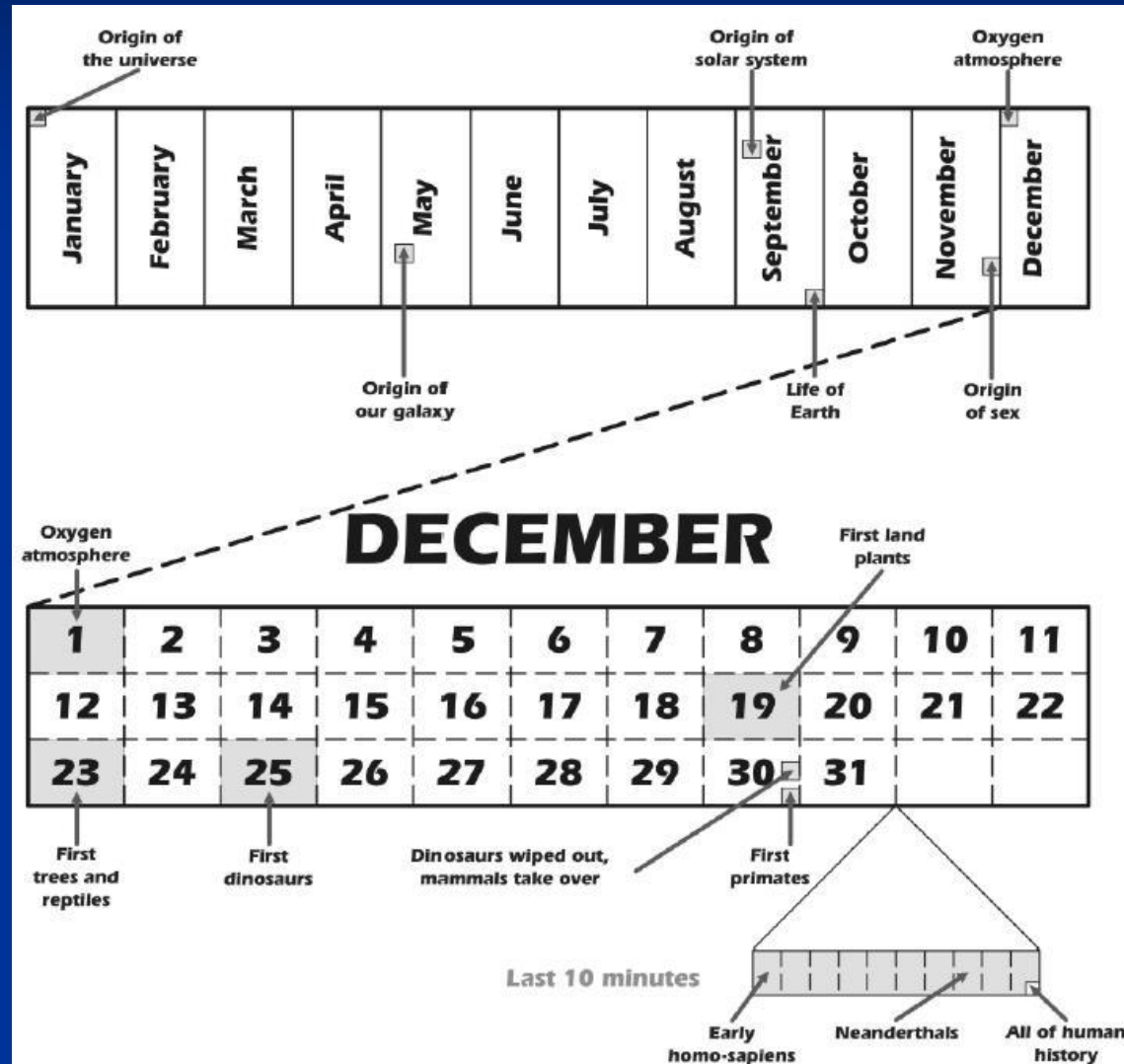
Evolution of the universo

Tiến hóa của vũ trụ

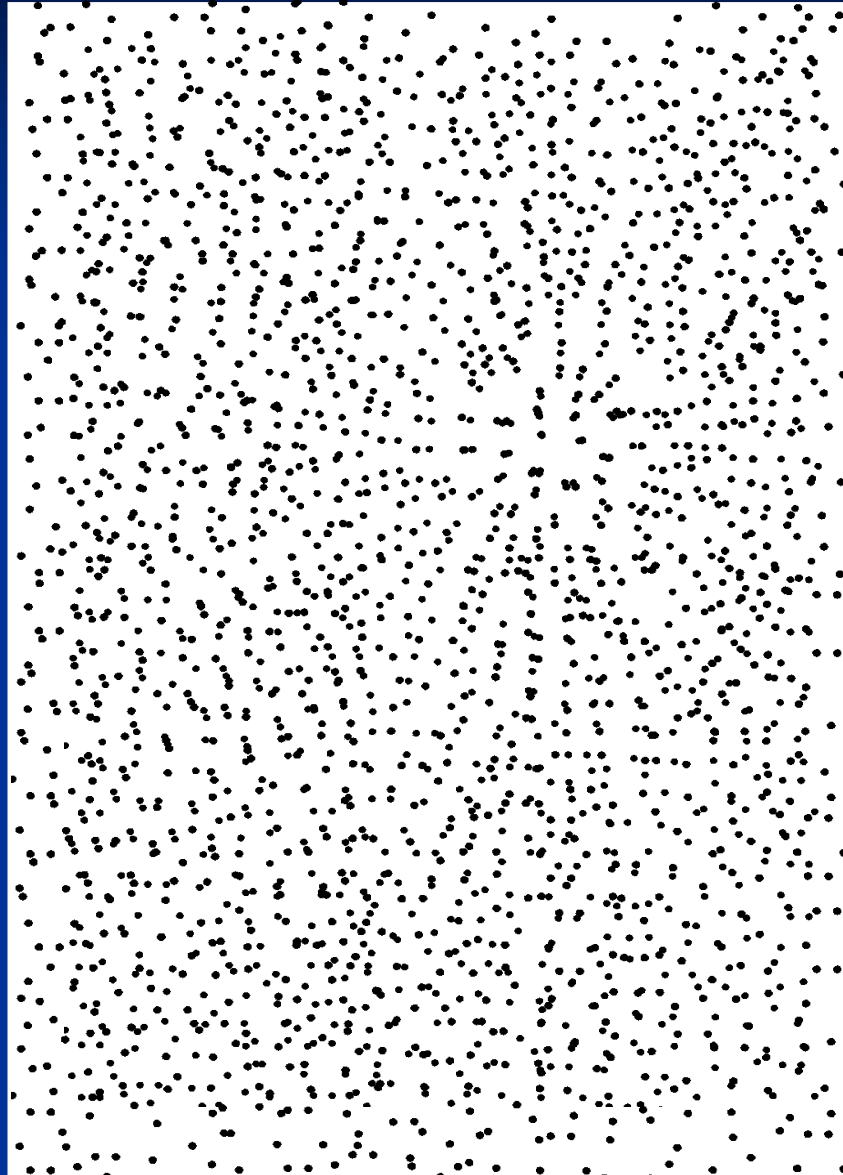


Development of the universe in a year

Sự phát triển của vũ trụ trong 1 năm



Activity 6: There is no center of expansion
Hoạt động 6: Không có tâm của sự giãn nở

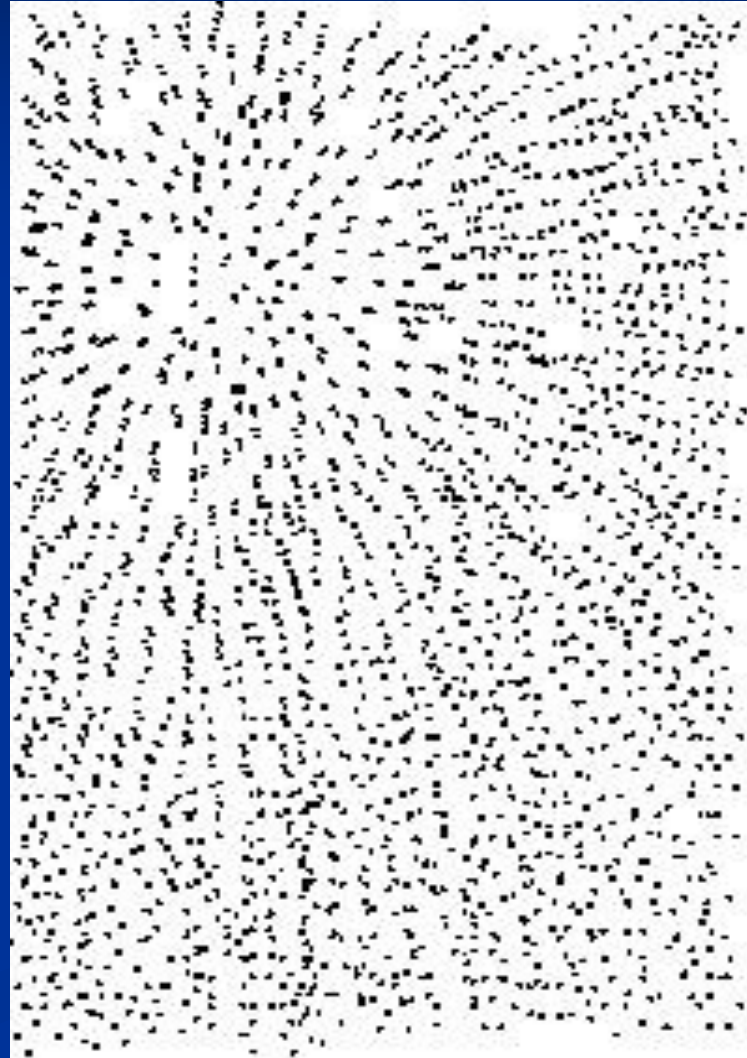
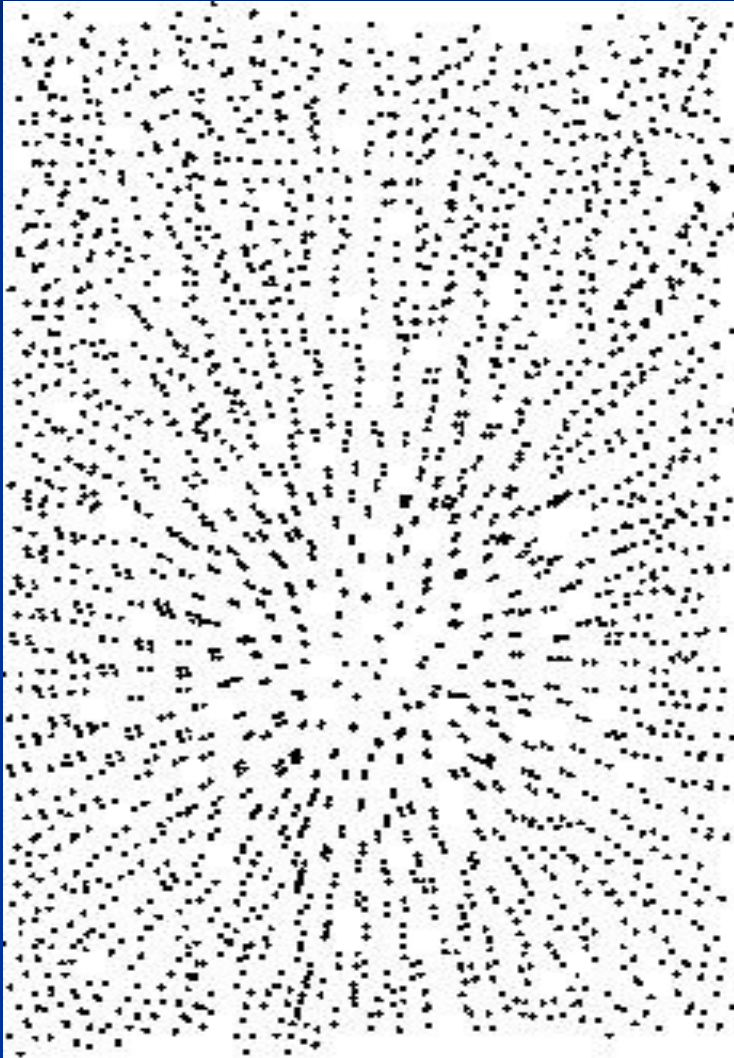


100%

105%



Activity 6: There is no center of expansion
Hoạt động 6: Không có tâm của sự giãn nở



Cosmic Microwave Background (CMB) Radiation

Bức xạ phông nền vũ trụ (CMB)

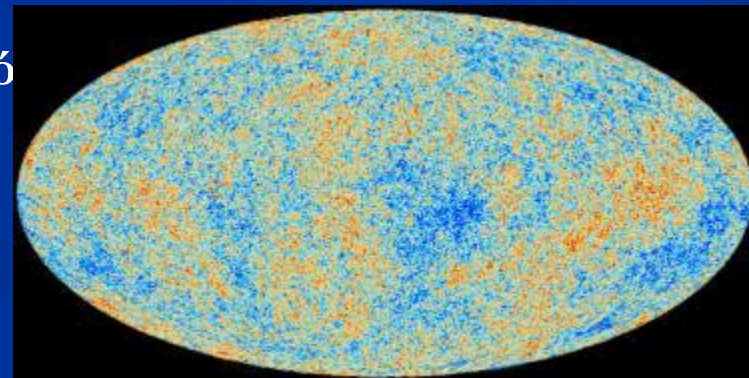
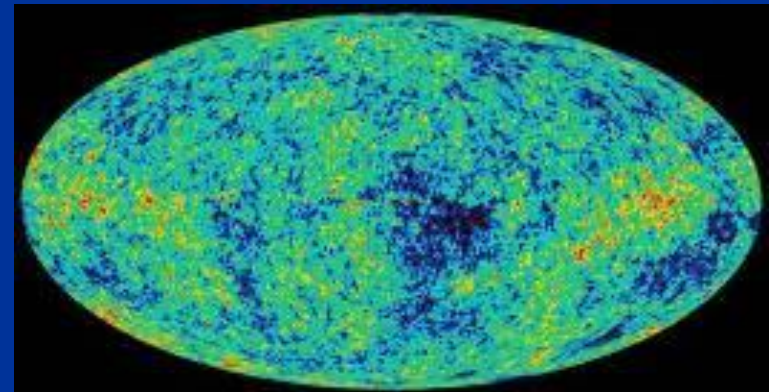
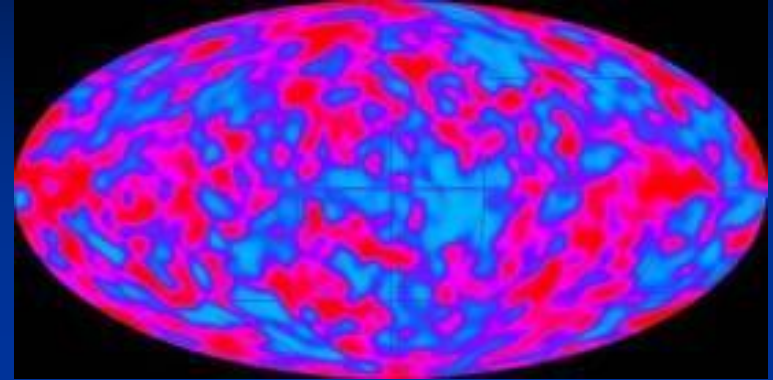
- Radiation which became free at 380 000 years after the Big Bang.
- Over time, as space expands, the CMB photons expanded in their wavelength.
- They are now in the microwave region.
- **Bức xạ được tự do vào 380 000 năm sau vụ nổ Big Bang.**
- **Theo thời gian, khi không gian giãn nở, bước sóng của chúng cũng giãn ra.**
- **Bây giờ bước sóng của chúng đang ở trong vùng vi ba.**



Cosmic Microwave Background (CMB) Radiation

Bức xạ phông nền vũ trụ (CMB)

- The COBE, WMAP and PLANCK missions made a map of the sky of CMB radiation, every time with more detail. They detected small fluctuations: imprints of lumps of matter from which galaxies began to form.
- Các nhiệm vụ không gian COBE, WMAP và PLANCK đã lập bản đồ bầu trời bức xạ CMB, với độ chi tiết ngày càng lớn. Họ phát hiện ra những biến động nhỏ: đó là dấu ấn của các đám vật chất mà từ đó các thiên hà bắt đầu hình thành.



Activity 7: Cosmic background radiation

Hoạt động 7: Bức xạ phông nền vũ trụ

- More than 300 000 years after the Big Bang, the photons separated from matter and began to travel freely through the universe.
- By expanding the space, photons extended their wavelength, currently $\lambda = 2 \text{ mm}$, equivalent to $T = 2.7 \text{ K} = -270 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Hơn 300 000 năm sau Vụ nổ lớn, các photon tách khỏi vật chất và bắt đầu di chuyển tự do trong vũ trụ.
- Với sự giãn nở không gian, bước sóng của chúng bị kéo dài ra, hiện tại là $\lambda = 2 \text{ mm}$, tương đương với $T = 2,7 \text{ K} = -270 \text{ }^\circ\text{C}$.

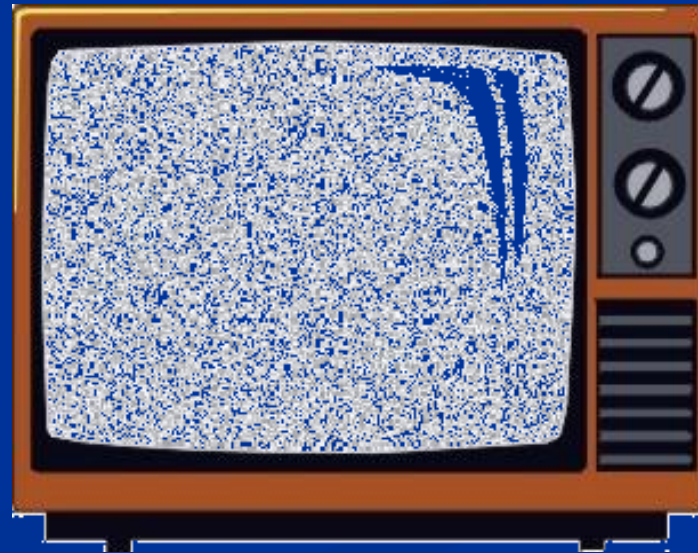


Activity 7: Cosmic background radiation

Hoạt động 7: Bức xạ phông nền vũ trụ

We can detect CMB with an analogue TV. In an empty channel, one out of ten points comes from microwave background radiation. A similar effect can be heard on a VHF radio which is tuned off-station.

Chúng ta có thể phát hiện CMB bằng TV kiểu tương tự. Trong một kênh trống, một trong số mười điểm đến từ bức xạ phông nền vi ba. Bạn có thể nghe thấy hiệu ứng tương tự trên đài VHF được dò ngoài kênh của đài.



Dark Mater: Spin table which compensates for the attraction of terrestrial gravity
Vật chất: Bàn quay bù cho sức hút của trọng lực của Trái đất

Black Holes are invisible, but we know that they exist because their gravitational force makes the stellar systems to move around them.

Lỗ đen không thể nhìn thấy, nhưng chúng ta biết rằng chúng tồn tại bởi vì lực hấp dẫn của chúng làm cho các hệ sao chuyển động xung quanh chúng.



Although the dark matter is invisible, one way to detect it is by observing and studying the motion of the spiral arms of galaxies.

Mặc dù vật chất tối là vô hình, nhưng một cách để phát hiện ra nó là quan sát và nghiên cứu chuyển động của các cánh tay xoắn ốc của các thiên hà.



Another way to detect dark matter: gravitational lensing
Một cách khác để phát hiện vật chất tối: thấu kính hấp dẫn



The gravitational lens acts like an optical lens, its mass distorts the surrounding space and deflects the light of a distant object.

Thấu kính hấp dẫn hoạt động giống như thấu kính quang học, khối lượng của nó làm biến dạng không gian xung quanh và làm lệch hướng ánh sáng của một vật ở xa.



Gravitational lenses

Thấu kính hấp dẫn

- Light always follows the shortest possible path
- If the surface is curved, the path is curved.
- Ánh sáng luôn đi theo đường ngắn nhất có thể
- Nếu bề mặt cong, đường truyền cũng sẽ cong.



Why light bends when passing near a body?

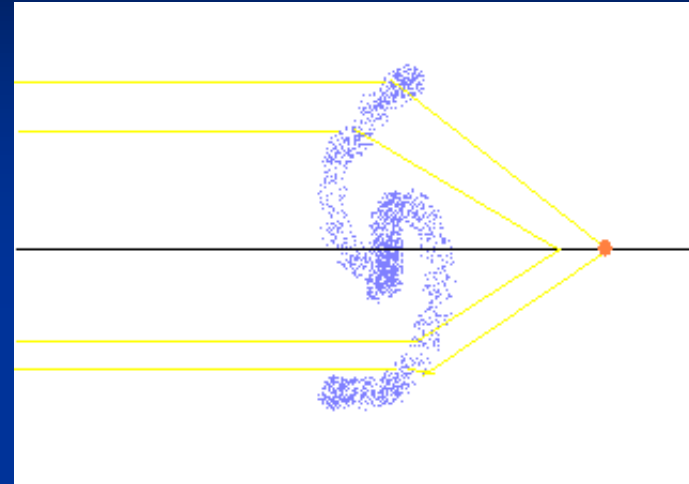
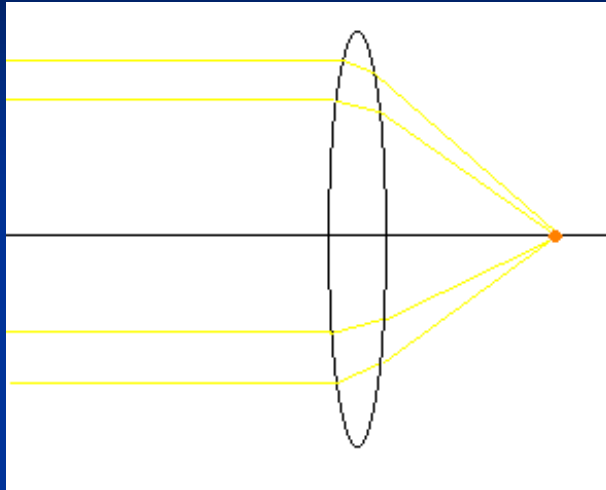
Tại sao ánh sáng bị uốn cong khi đi qua gần một vật?

- If there is a mass, the space is curved and the shortest path between two points is a curve.
- A similar situation can be seen using an Earth globe.
- Nếu có khối lượng, không gian là đường cong và đường đi ngắn nhất giữa hai điểm là một đường cong.
- Tình huống tương tự cũng có thể thấy khi sử dụng quả địa cầu.



How do gravitational lenses work?

Các thấu kính hấp dẫn hoạt động như thế nào?



- A convex optical lens focuses parallel rays of light into one point: the focus.
- A gravitational lens (e.g. galaxy or group/cluster of galaxies) focuses the light rays into a line instead of a point; this can introduce several distortions in the image.

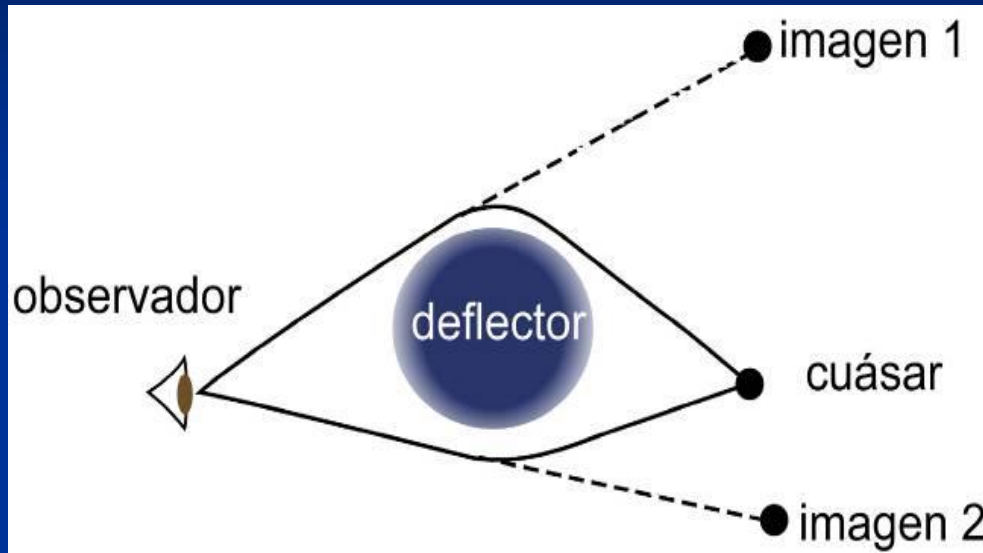
Một thấu kính quang học hội tụ các tia sáng song song vào một điểm: tiêu điểm.

Thấu kính hấp dẫn (ví dụ: thiên hà hoặc nhóm/cụm thiên hà) tập trung các tia sáng thành một đường thay vì một điểm; cái này có thể gây ra một số biến dạng khi tạo ảnh của vật.



Position changes and multiplication

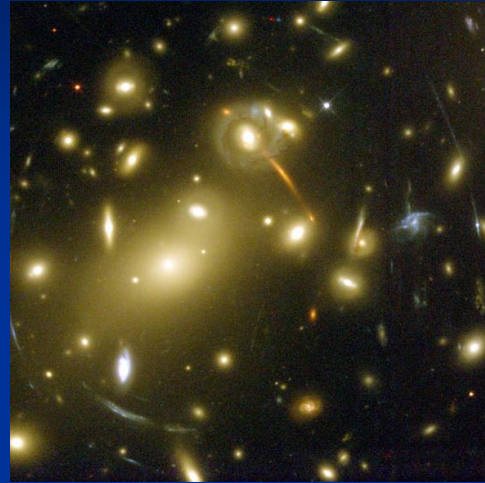
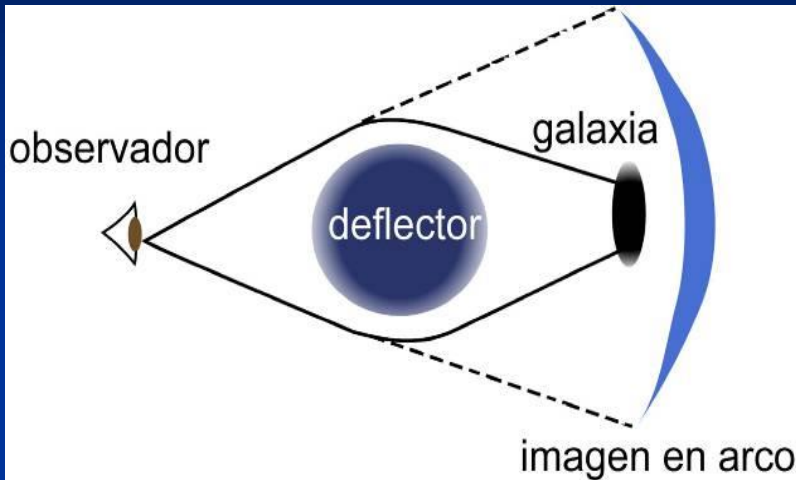
Thay đổi vị trí và độ phóng đại



- The deflection produces the apparent position of star, galaxy or quasar.
- Gravitational lenses are not perfect, the largest ones can produce multiple images.
- Sự lệch hướng tạo ra vị trí biểu kiến của ngôi sao, thiên hà hoặc chuẩn tinh.
- Các thấu kính hấp dẫn không hoàn hảo, những thấu kính lớn nhất có thể tạo ra nhiều hình ảnh.

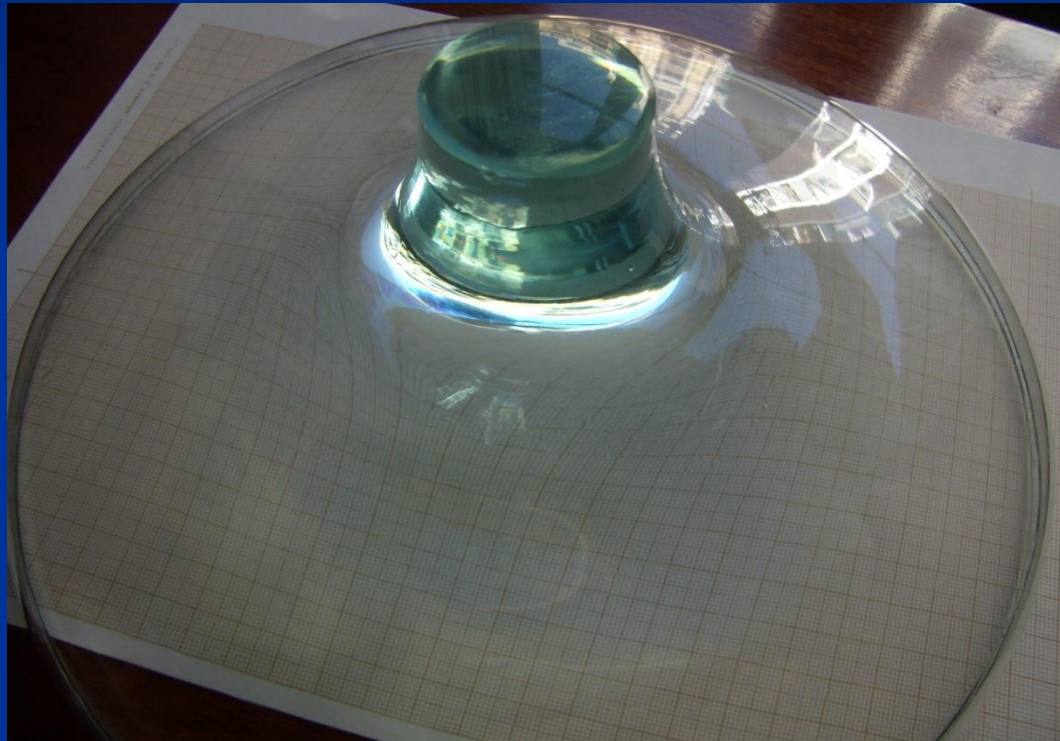


Deflection Độ lệch



- If the deflecting body is an extended astronomical source, the resulting images are a set of bright arcs.
- **If the lens system is perfectly symmetrical, the rays converge and the result is a ring - an Einstein Ring.**
- If the deflecting body is a star or a quasar, the image is a point.
- Nếu nguồn thiên văn có kích thước (không phải nguồn điểm), các hình ảnh thu được của nó là một tập hợp các cung sáng.
- Nếu hệ thấu kính đối xứng hoàn toàn, các tia hội tụ và kết quả tạo nên một vòng – gọi là Vòng Einstein.
- Nếu nguồn là một ngôi sao hoặc một chuẩn tinh, thì hình ảnh chỉ là một điểm.

Activity 8: Simulation of the deformation with the foot of a wine glass
Hoạt động 8: Mô phỏng sự biến dạng với chân của một ly rượu



If we place the base of a wine glass on a graph paper we can see the deformation.

Nếu chúng ta đặt đế của một ly rượu trên một tờ giấy kẻ ô vuông, chúng ta có thể thấy sự biến dạng.



Activity 8: Looking through the “bottom of a wine glass”

Hoạt động 8: Nhìn qua “đáy ly rượu”



Just cut the bottom off the glass.
Chỉ cần cắt đáy khỏi kính.



+



=



Arc fragment

Mảnh Cung



Einstein Cross

Chữ thập Eistein

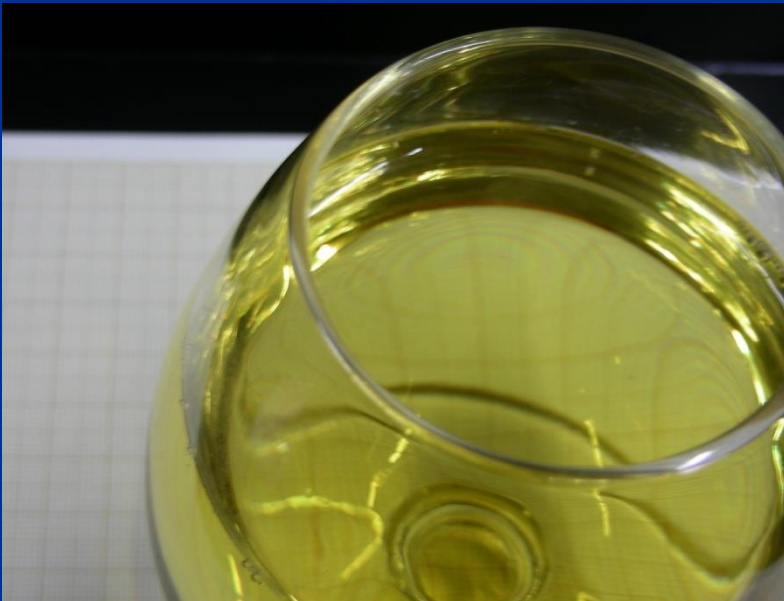


Einstein ring

Vành Einstein



Activity 9: Simulation of the space deformation with a glass of wine
Hoạt động 9: Mô phỏng sự biến dạng trong không gian với một ly rượu



If you put a glass of white wine on graph paper and look through the wine, you can see this deformation.

Nếu bạn đặt một ly rượu trắng lên giấy kẻ ô vuông và nhìn qua ly rượu, bạn có thể thấy sự biến dạng này.



**Activity 9: Fix a flashlight and move slowly while
looking through a glass of wine**
**Hoạt động 9: Cố định đèn pin và di chuyển chậm khi
nhìn qua cốc rượu**



This simple model shows that “matter” can reproduce distortions in images observed through it.

Mô hình đơn giản này cho thấy “vật chất” có thể tạo ra các biến dạng hình ảnh khi quan sát qua nó.

(The wine can be replaced by another translucent liquid)

(Rượu có thể được thay thế bằng một chất lỏng mờ khác)



Activity 9: Fix a flashlight and move slowly while looking through a glass of wine

Hoạt động 9: Cố định đèn pin và di chuyển chậm khi nhìn qua cốc rượu



Fragment of arc
Cung



Amorphous figure
Vô định hình



Einstein cross
Chữ thập Einstein



Einstein's Ring
Vành Einstein



A theme outside the workshop: Why is the sky dark at night?
Một chủ đề bên ngoài hội thảo: Tại sao bầu trời tối đen vào ban đêm?

In 1923 Olbers suggested that if:

- The universe is infinite in extent.
- The stars are uniformly distributed throughout the universe.
- All stars have a similar luminosity throughout the universe, then...

Năm 1923 Olbers đề nghị rằng nếu:

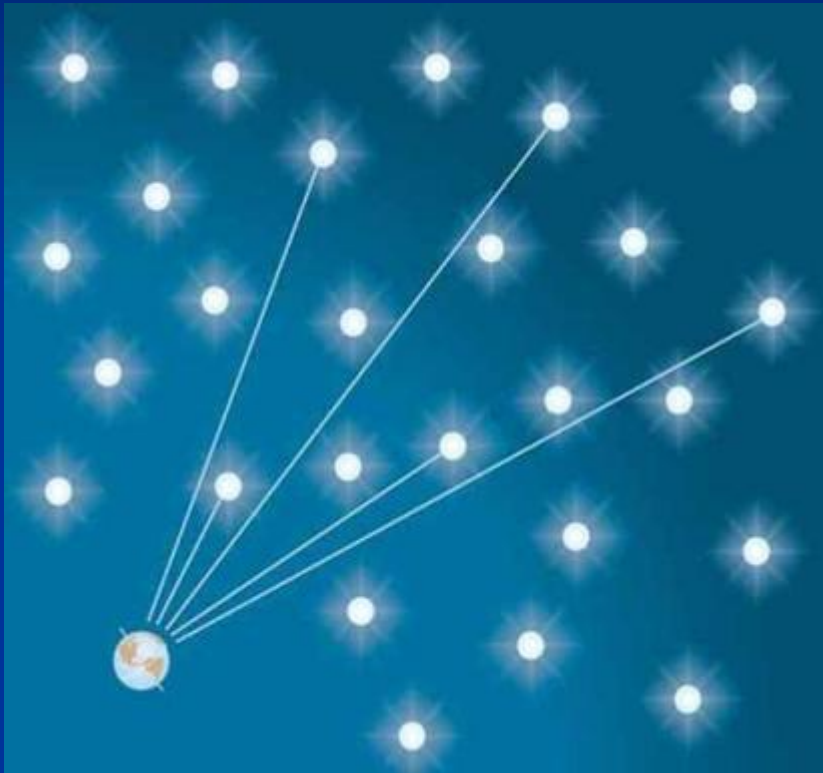
Vũ trụ là vô hạn.

Các ngôi sao phân bố đồng đều khắp vũ trụ.

Tất cả các ngôi sao đều có độ sáng giống nhau trong toàn vũ trụ,
và...



A theme outside the workshop: Why is the sky dark at night?
Một chủ đề bên ngoài hội thảo: Tại sao bầu trời tối đen vào ban đêm?



... an infinite universe will have an infinite number of objects and should be bright during the night.

... Một vũ trụ vô hạn sẽ có vô số vật thể và bầu trời sẽ sáng trong đêm.



Why is the sky dark at night?

Tại sao bầu trời tối đen vào ban đêm?

Then :

- Any point on the sky would be bright, not dark, since there would be always a distant star shining.
- The number of stars in each “onion layer” of the sky is proportional to r^2 , and their light is inversely proportional to r^2 , where each layer provides the same amount of light at the Earth. If there are an infinite number of layers, the sky should appear bright at night.
- Sau đó :
- Bất kỳ điểm nào trên bầu trời sẽ sáng, không tối, vì sẽ luôn có một ngôi sao ở xa chiếu sáng.
- Số lượng các ngôi sao trong mỗi "lớp vỏ hành" của bầu trời tỷ lệ thuận với r^2 , và ánh sáng của chúng tỷ lệ nghịch với r^2 , trong đó mỗi lớp cung cấp cùng một lượng ánh sáng cho Trái đất. Nếu có vô số lớp, bầu trời sẽ sáng vào ban đêm.



Why is the sky dark at night?

Tại sao bầu trời tối đen vào ban đêm?

But there are errors in this reasoning:

- The stars look redder the further away they are because of the expansion. They are less luminous because their distance.
- But above all, the universe doesn't have an infinite age. There are no infinite layers of stars.

Edgar Allan Poe was the one who correctly explains the phenomena in his essay "Eureka", published in 1848.

The night can be dark!

Nhưng có lỗi trong lý luận đó:

Các ngôi sao càng ở xa trông càng đỏ vì sự giãn nở. Chúng mờ hơn vì ở khoảng cách lớn.

Nhưng trên tất cả, vũ trụ không có tuổi là vô hạn. Do đó, Không có vô hạn các lớp sao

Edgar Allan Poe là người đã giải thích chính xác các hiện tượng trong tiểu luận "Eureka", xuất bản năm 1848.

Đêm vẫn có thể tối!



Thank you very much
for your attention!
Xin chân thành cảm
ơn sự chú ý lắng
nghe của các thầy
cô!

