

Astronomy beyond the visible

Thiên văn ngoài vùng khả kiến

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Colegio Retamar de Madrid, Spain



Goals – Mục tiêu

- Show phenomena beyond the visible, e.g. the electromagnetic energy emitted by celestial bodies, but undetectable by the human eye.
- Trình bày các hiện tượng ngoài vùng khả kiến ví dụ năng lượng điện trường phát ra từ các thiên thể mà mắt thường không thấy được.
- Perform several simple experiments for determining the existence of emission in the wavelength regions of radio waves, infrared, ultraviolet, microwave and X-ray.
- Thực hiện một số thí nghiệm đơn giản để chứng minh sự tồn tại của các bức xạ song vô tuyến, hồng ngoại, tử ngoại, microwave, tia X



Presentation – Trình bày

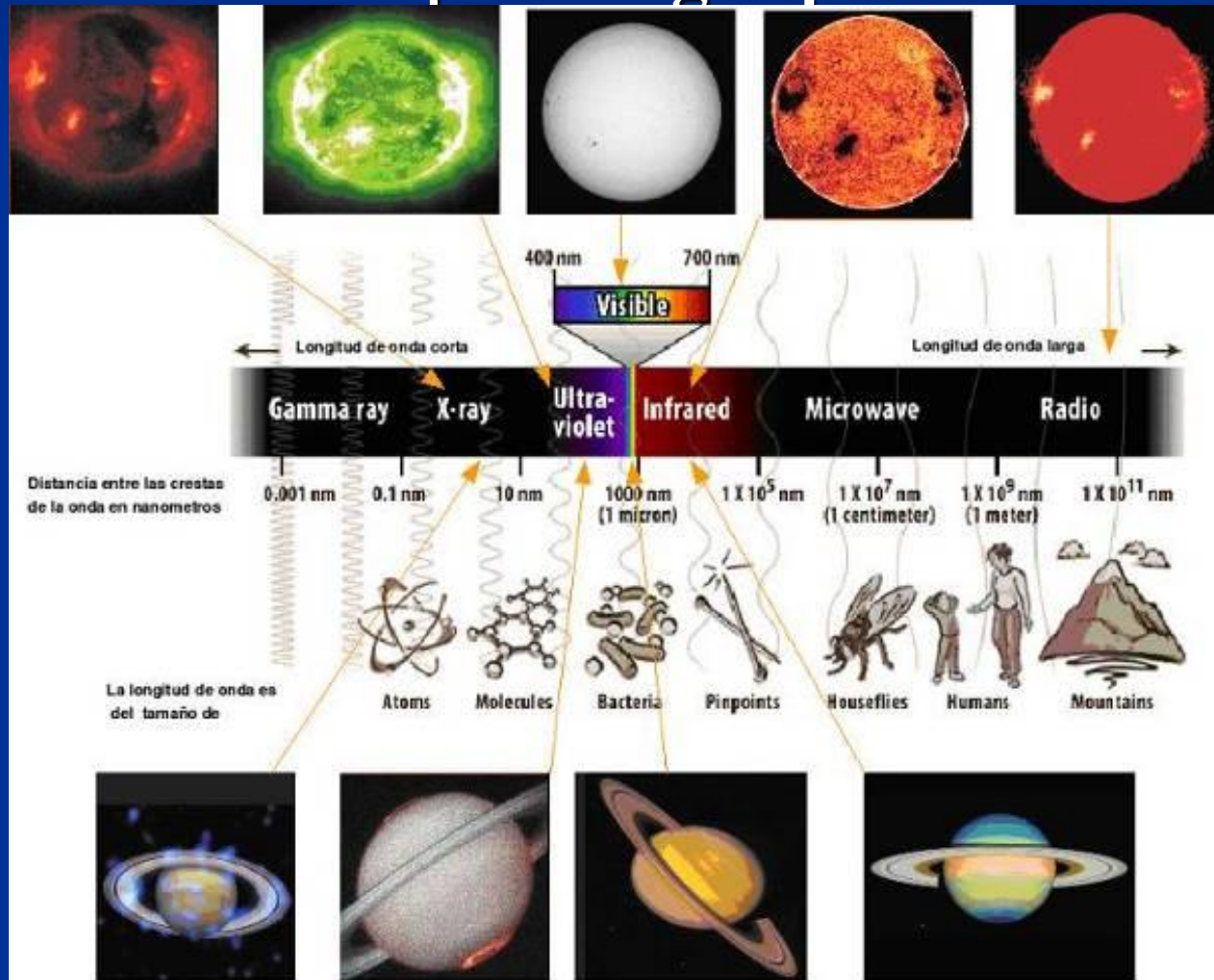
- For centuries, the universe had been studied only with the light detected by the human eye.
- Trong suốt thời gian dài, các tìm hiểu về vũ trụ chỉ được thực hiện bằng mắt thường.
- There is information that comes electromagnetic waves of other wavelengths that our eyes cannot see.
- Có những thông tin đến từ các sóng như sóng điện từ mà mắt thường không nhìn thấy được.
- Astronomers observe today in the radio, microwave, infrared, ultraviolet, X-rays and gamma rays as well as in visible rays.
- Ngày nay, nhà thiên văn quan sát vũ trụ bằng nhiều các sóng radio, microwave, hồng ngoại, từ ngoại, tia X, gamma và cả ánh sáng nhìn thấy.



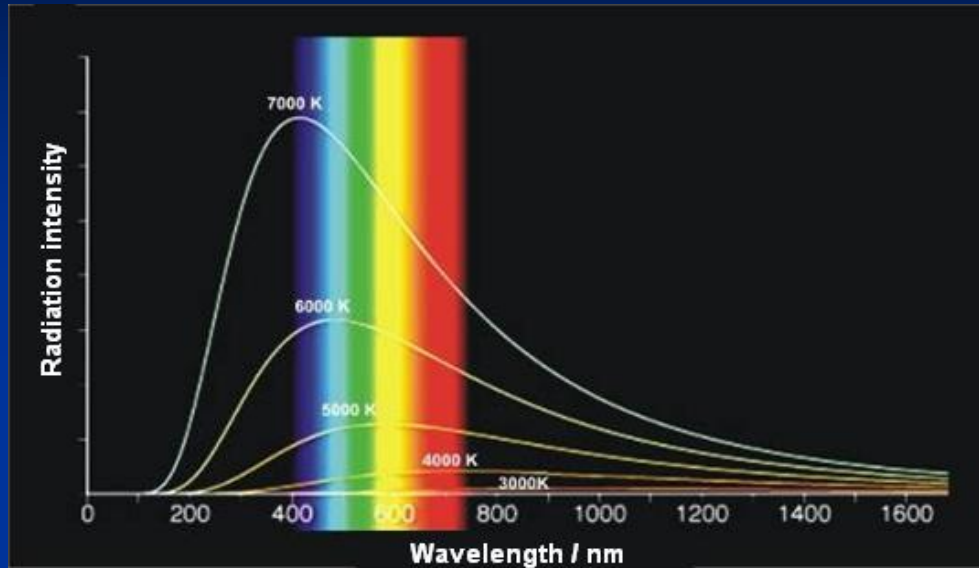
Electromagnetic Spectrum

Phổ sóng điện từ

All wavelengths of electromagnetic radiation. Dải
phổ sóng điện từ



Blackbody Radiation – Bức xạ vật tối



By studying the radiation of a distant object, we can measure its temperature without having to go there. This applies for the stars, which are almost black bodies. Nghiên cứu bức xạ của một vật ở xa ta có thể biết nhiệt độ của chúng mà không cần đến tận nơi.

Any “black body” when heated emits light at many wavelengths.

Bất cứ vật tối nào khi bị nung nóng sẽ phát ra bức xạ ánh sáng ở mọi bước sóng.

There is $\lambda_{\max}$ at which the intensity of radiation is maximum. This $\lambda_{\max}$ depends on the temperature T :

Bước sóng $\lambda_{\max}$ là bước sóng tại đó cường độ bức xạ là lớn nhất. Bước sóng này phụ thuộc nhiệt độ. Theo công thức:

$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

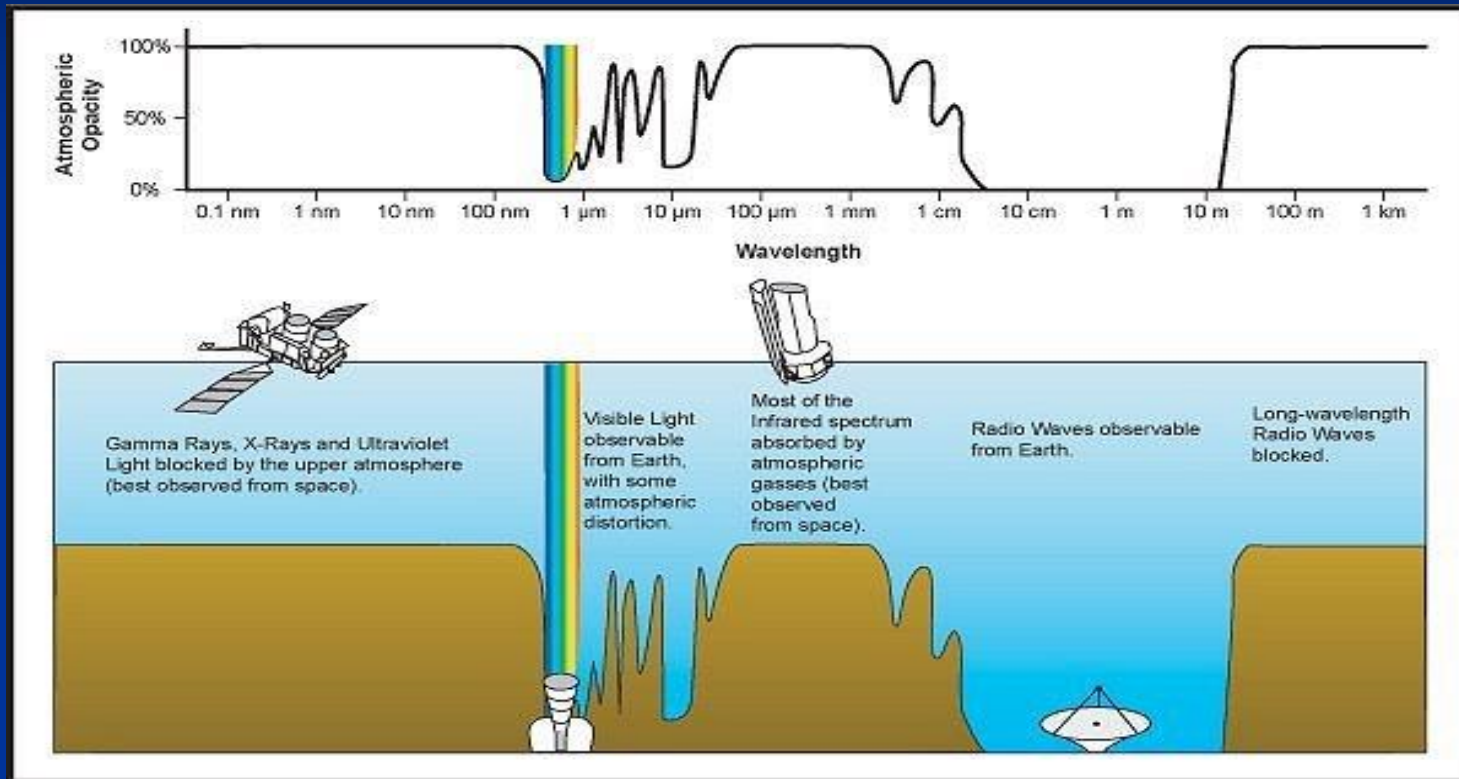
Định luật Wien



Solar radiation – Bức xạ Mặt trời

Windows for different energy regions

Dải phân bố năng lượng

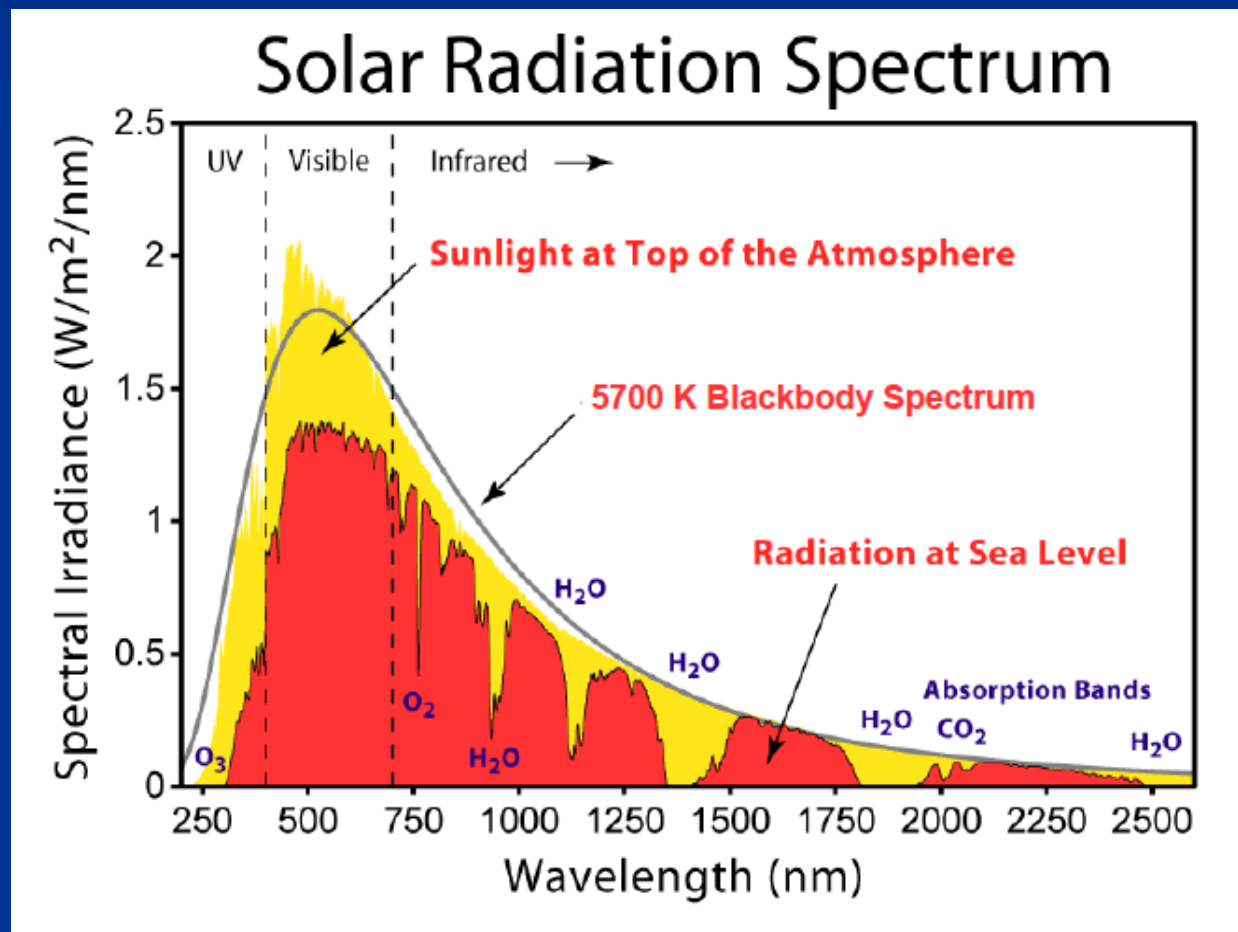


The Earth's atmosphere is opaque to most wavelengths of radiation. We can detect the high energies from space and low energies require special detectors.

Bầu khí quyển Trái đất ngăn cản hầu hết các bước sóng bức xạ. Bức xạ năng lượng cao cần đo từ ngoài không gian, các bức xạ năng lượng thấp cần các thiết bị đặc biệt.

When the solar electromagnetic energy goes through the atmosphere, the “black body” radiation change, but the λ_{max} at which the irradiance is maximum remains almost without change

Khi bức xạ năng lượng điện từ của Mặt trời đi qua bầu khí quyển, bức xạ “vật tối” thay đổi, nhưng bước sóng λ_{max} thì không thay đổi.



We know that there is $\lambda_{\max}$ at which the irradiance or emission is maximum depends on the temperature T , but it does not need to be in a visible region of the spectrum

Ta biết rằng $\lambda_{\max}$ là giá trị mà tại đó bức xạ có cường độ lớn nhất, phụ thuộc vào nhiệt độ và không nhất thiết phải ở trong vùng phổ ánh sáng nhìn thấy.



For example, the human body has a temperature of $T = 273 + 37 = 310 \text{ K}$.

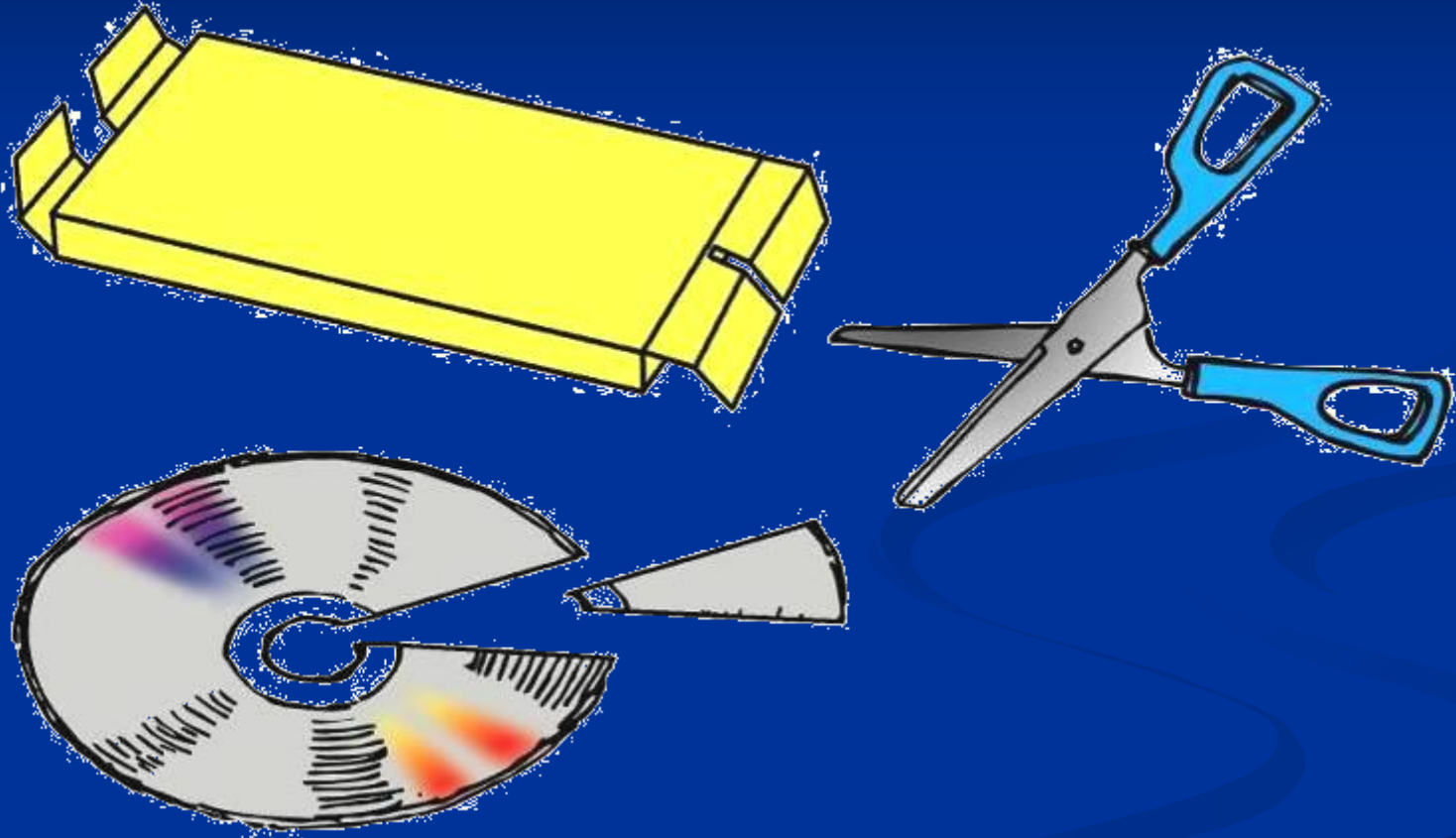
Then, emits the maximum in $\lambda_{\max} = 9300 \text{ nm}$. Ví dụ, cơ thể người có nhiệt độ 310K vì thế $\lambda_{\max} = 9300 \text{ nm}$ (hồng ngoại xa)

The night vision devices uses this $\lambda_{\max}$. Các thiết bị nhìn đêm sẽ dùng bước sóng này



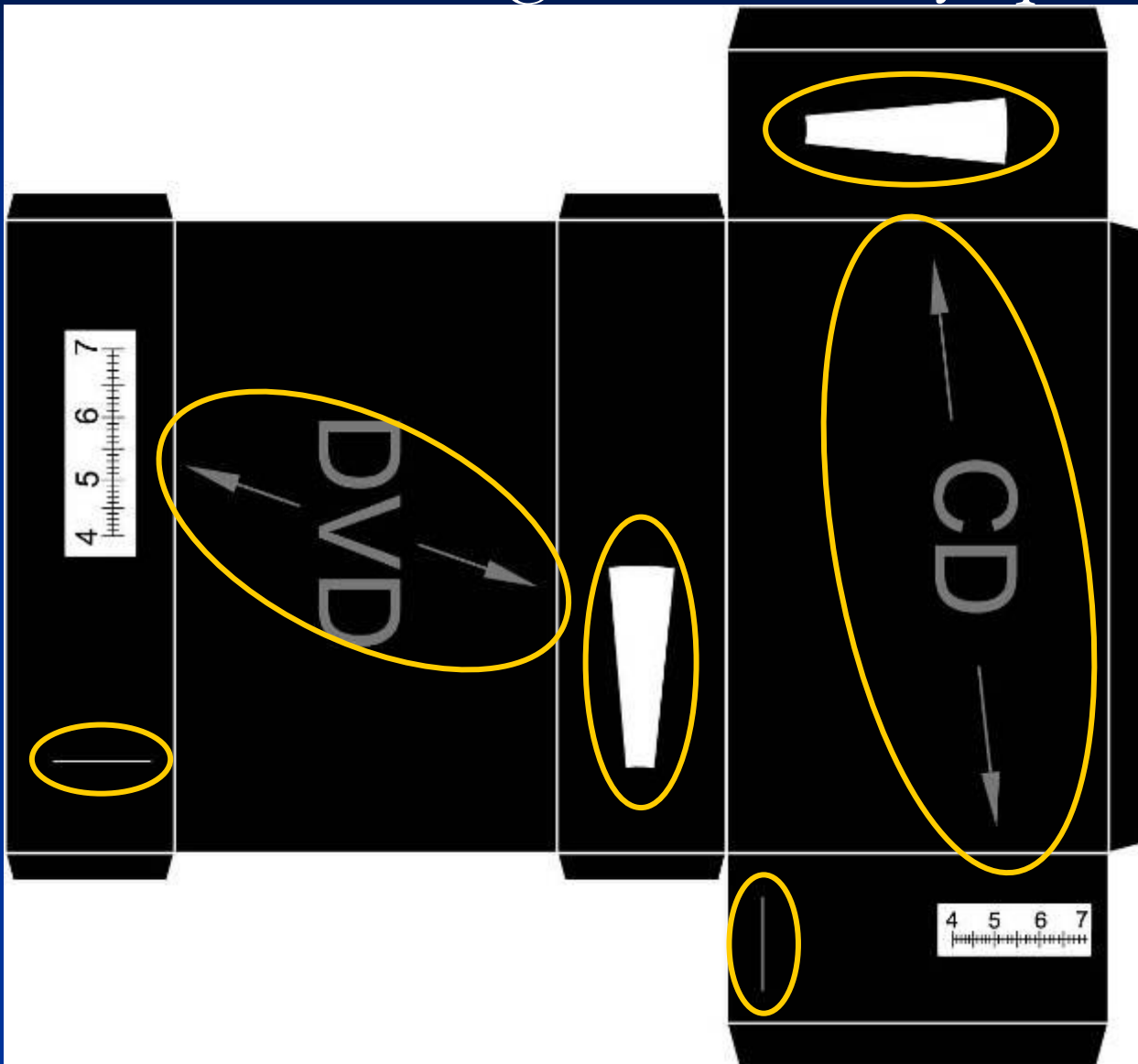
Activity 1: Building a spectrometer

Hoạt động 1: Làm máy quang phổ



Activity 1: Building a spectrometer

Hoạt động 1: Làm máy quang phổ



Depending what you use, a DVD part or a CD one, you cut the matching portions the template.

Dùng mẫu trong hình nếu bạn dùng đĩa DVD hình trái, CD hình bên phải.

Activity 1: Building a spectrometer

Hoạt động 1: Làm máy quang phổ



Remove the metal layer of the CD using tape or scratching it.

Bóc lớp kim loại trên đĩa CD bằng cách cạo, hoặc tách ra.

NB! The coating will not peel off white or commercial CDs.

Activity 1: Building a spectrometer

Hoạt động 1: Làm máy quang phổ



The black surface
folded on the inside.
Nhìn từ bên trong

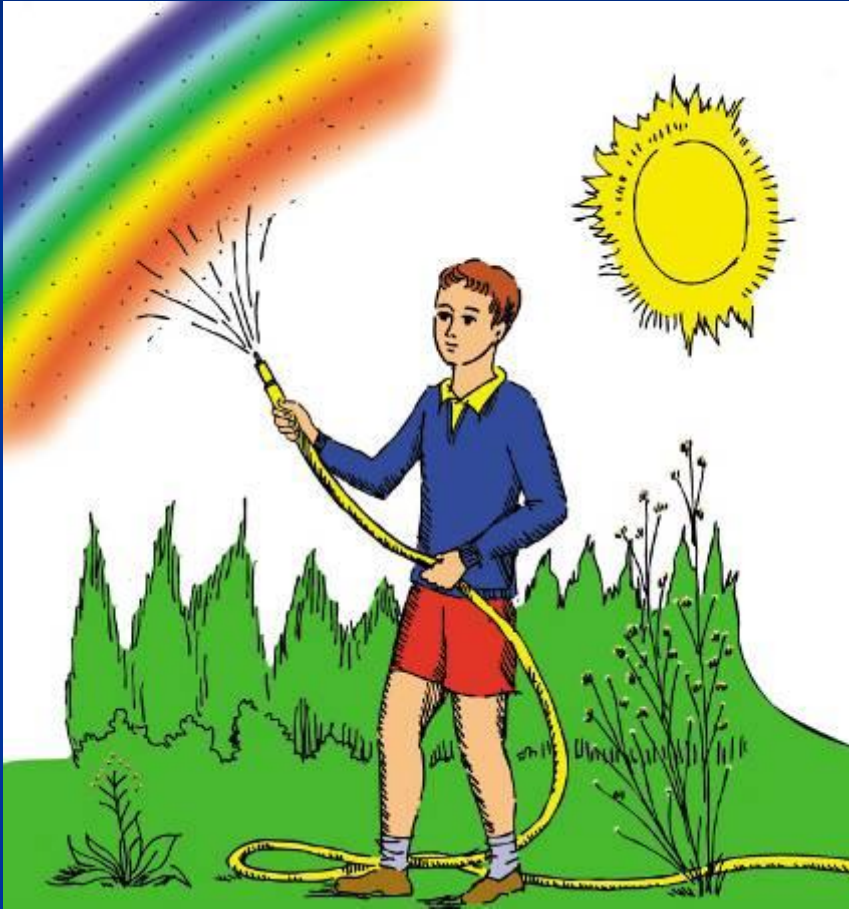


Compare the
spectra from
filament lamps,
fluorescent lamps
and streetlights. So
sánh phổ của đèn
dây tóc, đèn
đường, đèn huỳnh
quang



Activity 2: Decomposing sunlight with water drops

Tách ánh sáng trắng bằng giọt nước



Children can split the sunlight and make a rainbow.

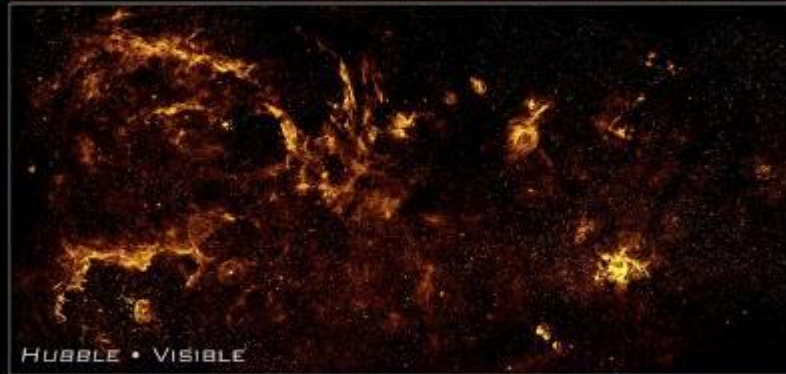
Trẻ có thể tách ánh sáng trắng thành các màu cầu vồng.

They need a hose with a fine spray. They must have their back to the Sun.

Cần vòi nước với đầu phun nhỏ (bình tưới cây). Khi làm cần quay lưng về hướng Mặt trời.

Other regions of the spectrum

Các vùng phổ khác

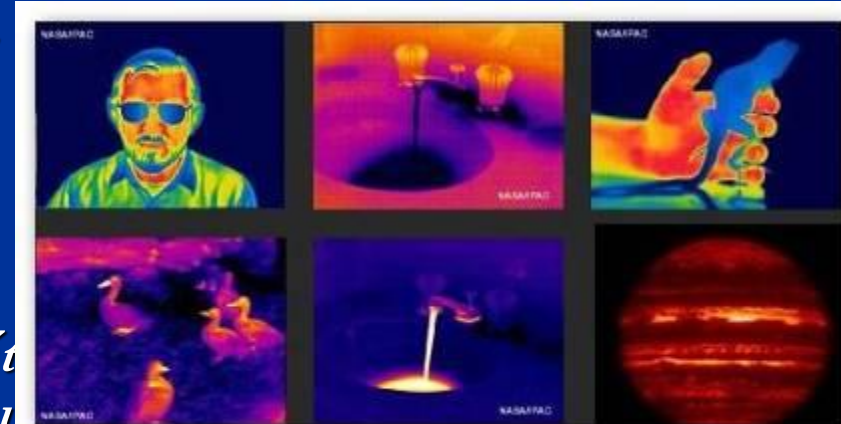
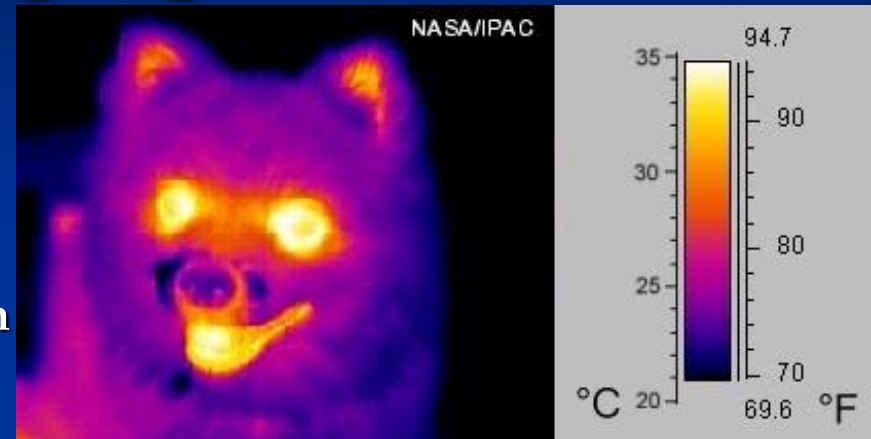


- There is a matter with a temperature much lower than that of the stars, for example, clouds of interstellar matter.
- Có vật chất có nhiệt độ thấp hơn nhiều so với các ngôi sao, ví dụ, các đám mây vật chất giữa các vì sao.
- They do not emit visible radiation, but emit infrared radiation, microwaves and radio waves.
- Chúng không phát ra bức xạ nhìn thấy được, nhưng phát ra bức xạ hồng ngoại, vi sóng và sóng vô tuyến.
- The type of radiation is associated with the processes that are occurring inside the object. E.g., details in the centre of our galaxy ...
- Loại bức xạ có liên quan đến các quá trình xảy ra bên trong vật thể. Ví dụ, các chi tiết ở trung tâm thiên hà của chúng ta

The infrared radiation

Bức xạ hồng ngoại

- William Herschel discovered the infrared using the prism and thermometers.
- It is a property of warm bodies, even those not hot enough to emit visible light.
- To highlight this radiation we establish an equivalence between temperature and colour.
- *William Herschel đã phát hiện ra tia hồng ngoại bằng lăng kính và nhiệt kế.*
- *Nó là một thuộc tính của cơ thể ấm áp, ngay cả những cơ thể không đủ nóng để phát ra ánh sáng nhìn thấy được.*
- *Để làm nổi bật bức xạ này, chúng tôi thiết lập sự tương đương giữa nhiệt độ và màu sắc.*



Activity 3: Herschel Experiment

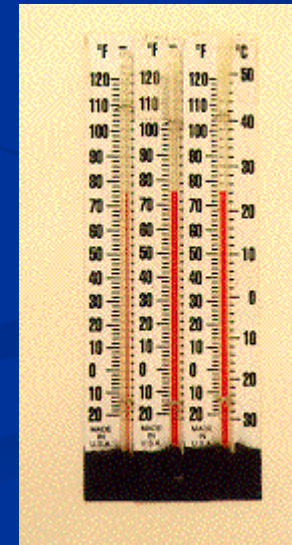
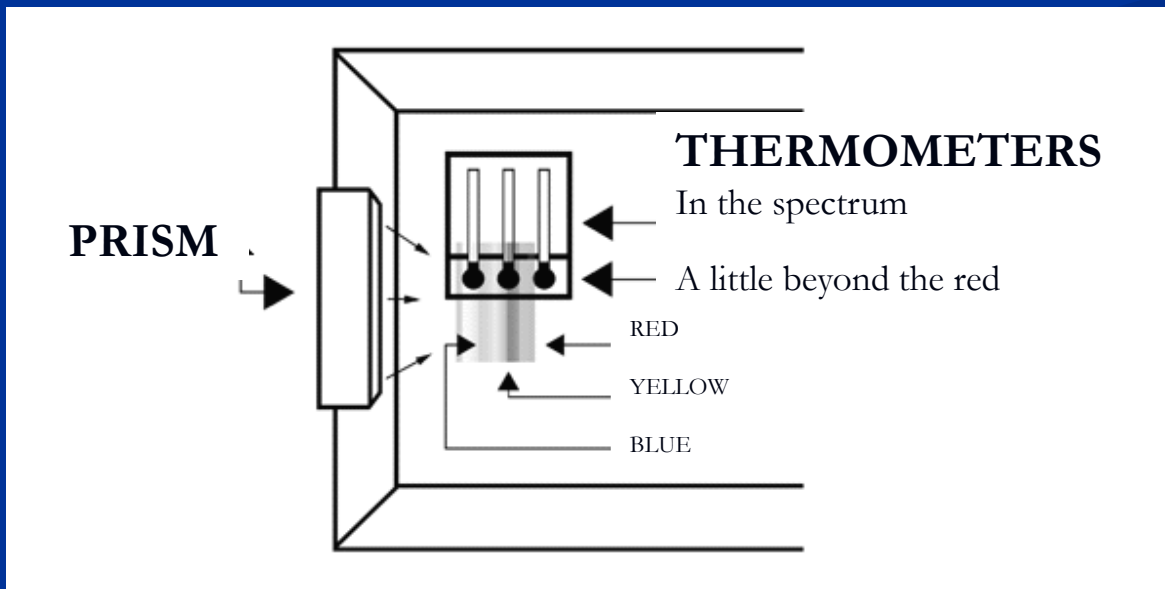
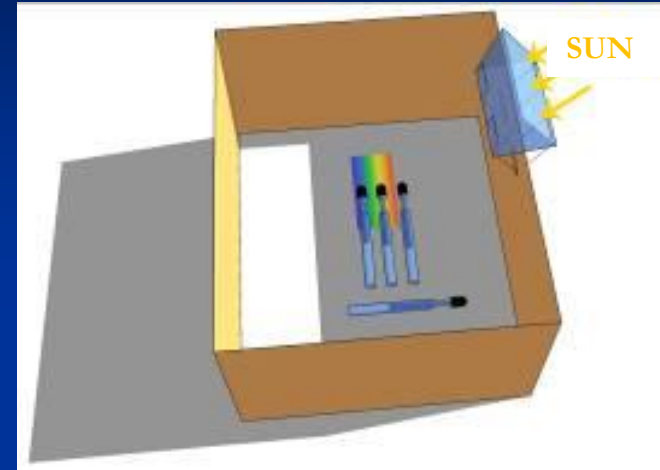
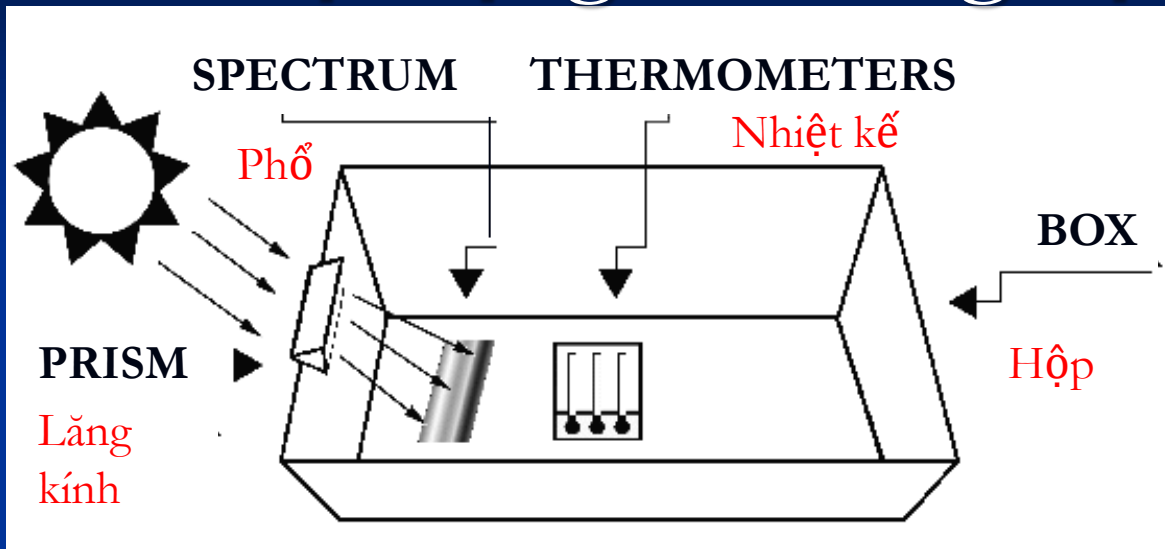
Hoạt động 3: Thí nghiệm Herschel



- In 1800, Herschel discovered the infrared in sunlight.
- Năm 1800, Herschel phát hiện ra bức xạ hồng ngoại trong ánh sáng Mặt trời.

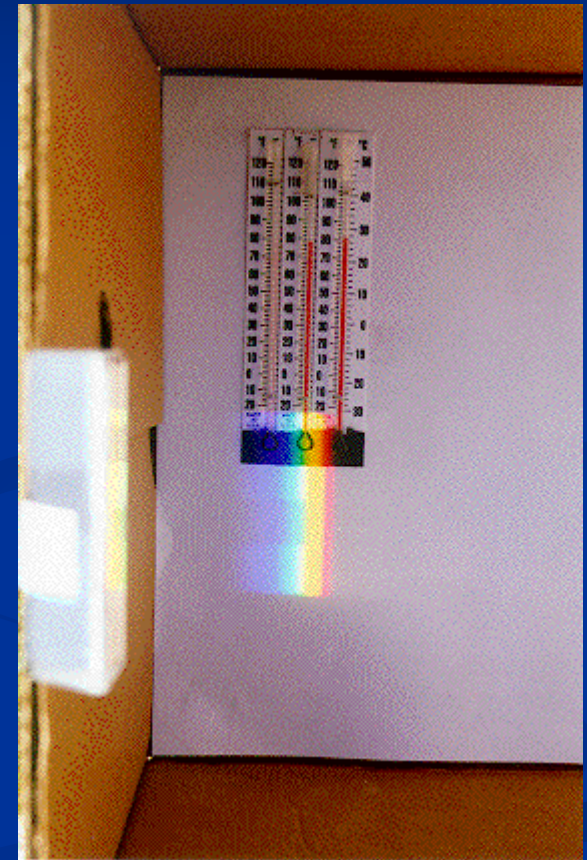
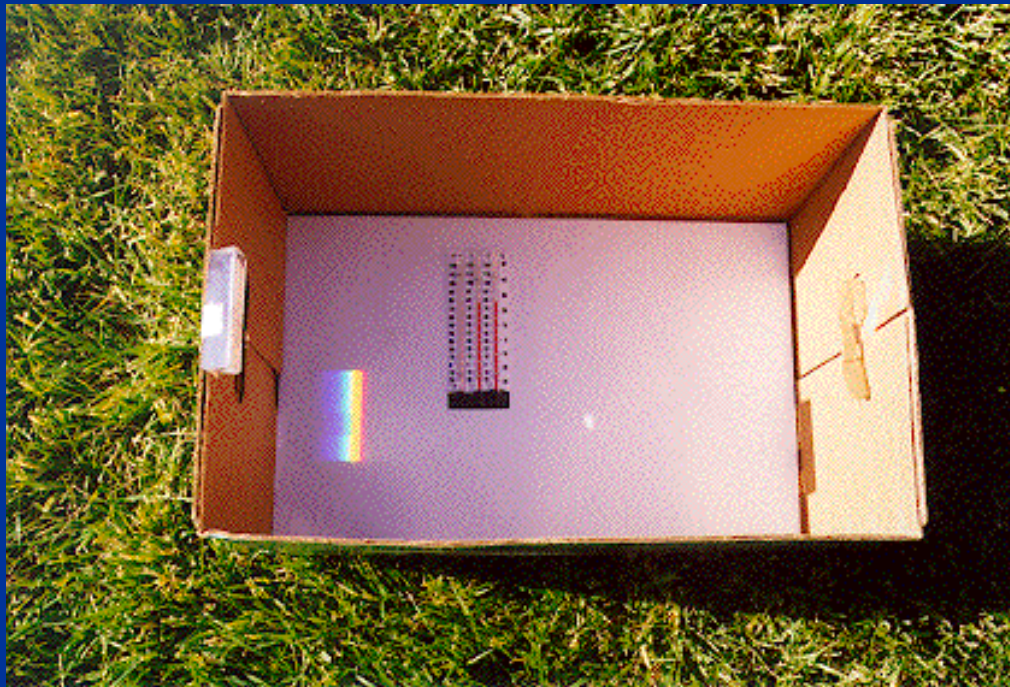
Activity 3: Herschel Experiment

Hoạt động 3: Thí nghiệm Herschel



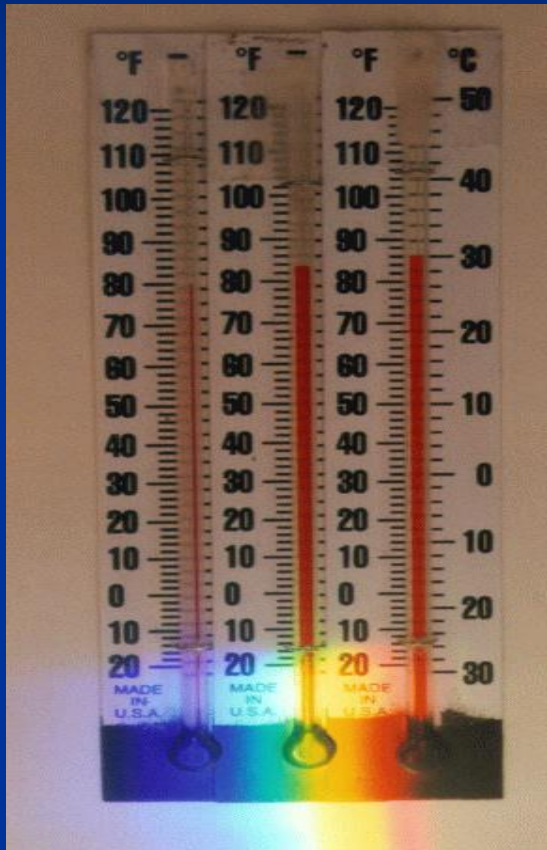
Activity 3: Herschel Experiment

Hoạt động 3: Thí nghiệm Herschel



Activity 3: Herschel Experiment

Hoạt động 3: Thí nghiệm Herschel



Bảng thu thập dữ liệu				
	Thermometer No. 1 in the blue Nhiệt số 1: xanh	Thermometer No. 2 in the yellow Nhiệt kế 2: vàng	Thermometer No. 3 beyond the red Nhiệt kế 3: đỏ	Thermometer No. 4 in the shadow Nhiệt kế 4: vùng tối
After 1 minute 1 phút				
After 2 minutes 2 phút				
After 3 minutes 3 phút				
After 4 minutes 4 phút				
After 5 minutes 5 phút				

Activity 4: IR detection with a phone

Hoạt động 4: Phát hiện hồng ngoại bằng điện thoại

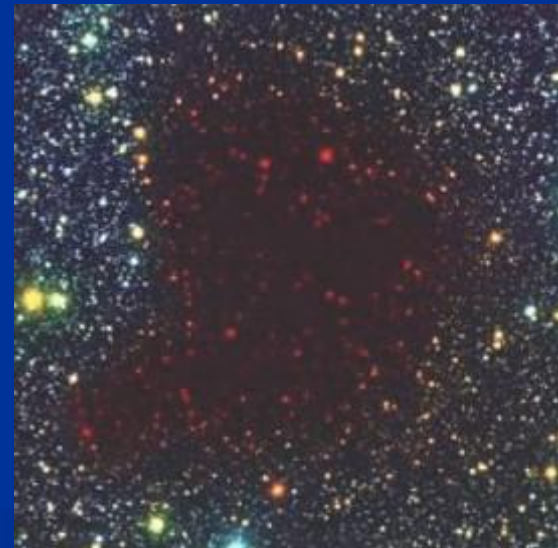
- Remote controls emit infrared signals but our eyes cannot see them.
- Điều khiển từ xa phát tín hiệu hồng ngoại, nhưng mắt thường không thấy được
- Many but not all mobile phones cameras are sensitive in IR.
- Một số camera điện thoại có thể nhạy với tia hồng ngoại



The power of the infrared

Sức mạnh của hồng ngoại

- The interstellar dust absorbs visible light but not infrared so much.
- Bụi liên sao hấp thụ ánh sáng nhìn thấy được nhưng không hấp thụ hồng ngoại quá nhiều.



Activity 5: Detection of IR light of a bulb

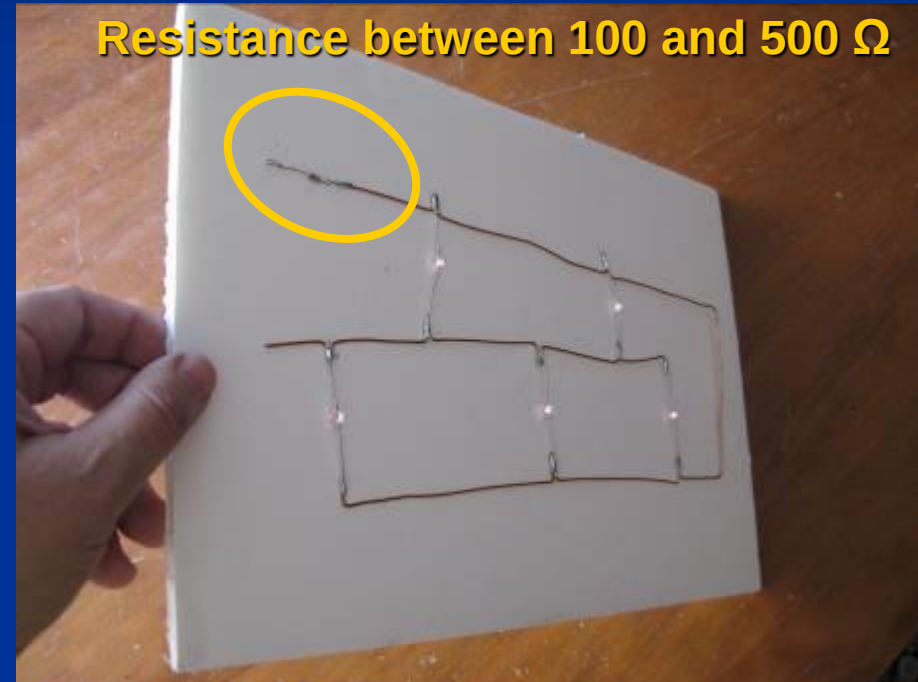
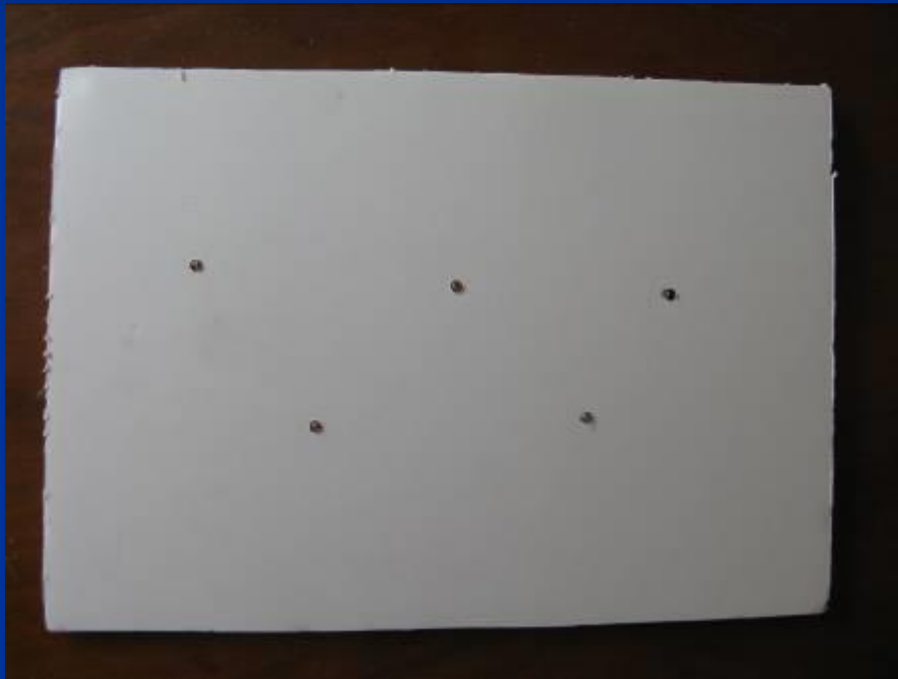
Hoạt động 5: Phát hiện hồng ngoại của bóng đèn dây tóc

- Most of the energy emitted by an incandescent bulb is in the visible region, but it also emits infrared that can penetrate some fabrics that cannot be penetrated with visible radiation.
- Hầu hết năng lượng phát ra từ bóng đèn sợi đốt nằm ở vùng có thể nhìn thấy, nhưng nó cũng phát ra tia hồng ngoại có thể xuyên qua một số loại vải mà ánh sáng khả kiến không làm được.
- The same happens with the galactic dust, which can be detected from its infrared emissions, but is opaque in the visible region.
- Điều tương tự cũng xảy ra với bụi thiên hà, có thể được phát hiện nhờ bức xạ hồng ngoại của nó, còn ánh sáng khả kiến thì không qua được.



Activity 6: Constellation with IR LEDs

Hoạt động 6: Chòm sao bằng bóng Led hồng ngoại



Cassiopeia with IR LEDs.
Chòm sao bằng LED hồng ngoại

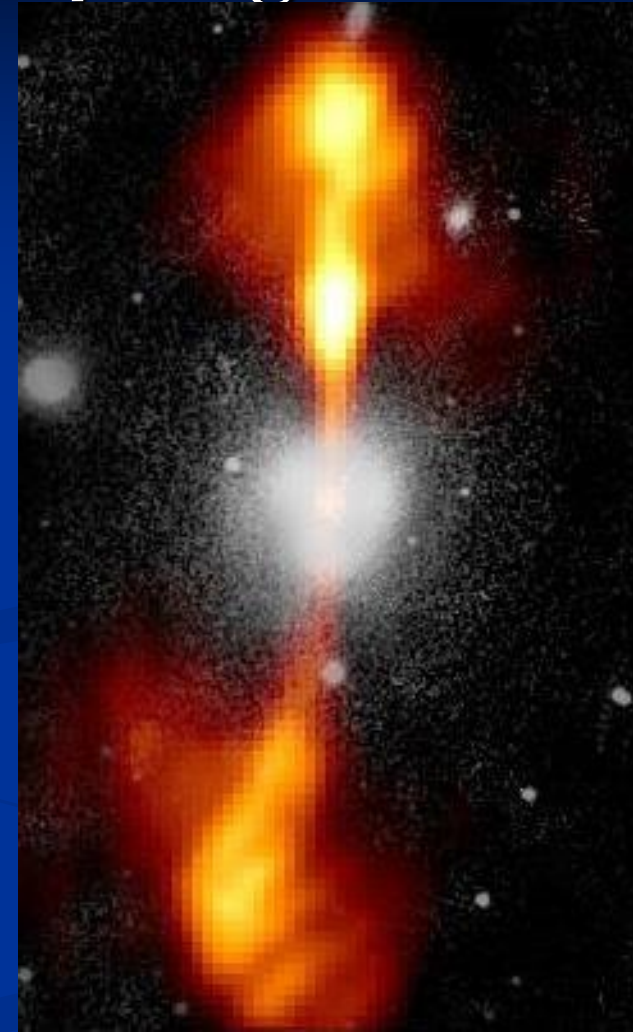
Activity 7: Constellation with remote controls

Hoạt động 7: Chòm sao với điều khiển từ xa



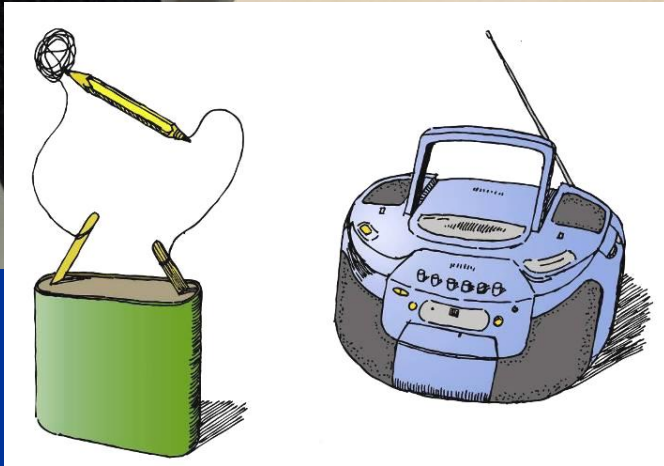
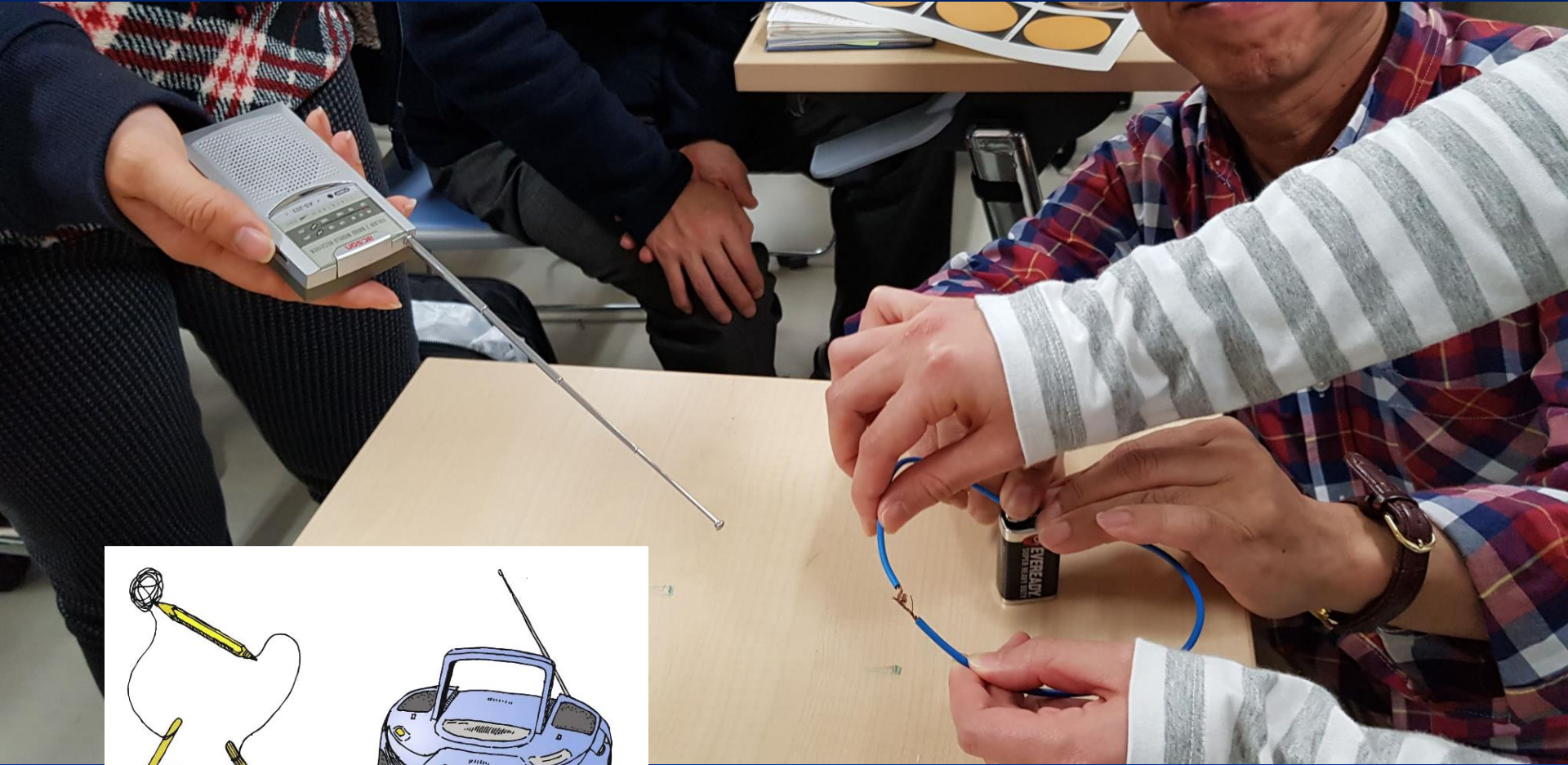
Emission of radio waves – Phát xạ sóng radio

- EM radiation with wavelengths from metres to kilometres is called radio waves.
- They are used for commercial stations.
- Radio waves also come from space, and thus provide information that cannot be seen at other wavelengths.
- Bức xạ EM (điện từ) có bước sóng từ mét đến km được gọi là sóng vô tuyến.
- Chúng được sử dụng cho các trạm phát thương mại.
- Sóng vô tuyến cũng đến từ không gian, và do đó cung cấp thông tin không thể nhìn thấy ở các bước sóng khác.



Activity 8: Producing radio waves

Hoạt động 8: Tạo sóng vô tuyến



Ultraviolet radiation- Bức xạ tử ngoại

- UV photons have higher energies than those of visible light.
- UV destroys the chemical bonds between organic molecules.
- At high doses UV can be fatal for life.
- UV-C radiation is filtered by atmospheric ozone.
- Photon UV (tử ngoại) có năng lượng cao hơn so với năng lượng của ánh sáng khả kiến.
- UV phá hủy các liên kết hóa học giữa các phân tử hữu cơ.
- Ở liều cao UV có thể gây ảnh hưởng đến sự sống
- Bức xạ UV-C được lọc bởi tầng ozone trong khí quyển.



Johann Ritter discovered ultraviolet radiation in 1801

Johann Ritter khám phá ra
tử ngoại 1801



Ultraviolet radiation- Bức xạ tử ngoại

- The Sun emits UV radiation, but most of it is filtered by the ozone layer at the top of our atmosphere; the amount that arrives on Earth is beneficial for life.
- This radiation is what makes our skin to tan.
- If the ozone layer decreased in thickness, the Earth would receive higher doses and skin cancers would proliferate.
- Mặt trời phát ra bức xạ tia cực tím, nhưng hầu hết nó được lọc bởi tầng ozone ở đỉnh khí quyển của chúng ta; số lượng đến Trái đất có lợi cho sự sống.
- Bức xạ này là những gì làm cho làn da của chúng ta để rám nắng.
- Nếu tầng ozone giảm độ dày, Trái đất sẽ nhận tử ngoại với liều cao hơn và có thể gây ung thư da.



Ultraviolet light – Ánh sáng tử ngoại



Andromeda
Galaxy in visible
light (Hubble)
Thiên hà
Andromeda nhìn
với ánh sáng khả
kiến (Hubble)



Andromeda
Galaxy in UV
light (Swift)
Thiên hà
Andromeda
nhìn với ánh
sáng UV (Swift)



Activity 9: Black light (UV)

Hoạt động 9: Ánh sáng đen (UV)

- Counterfeit detector for bank notes and identity cards.
- Máy dò tiền giấy giả và căn cước công dân.



Activity 10: Filter UV radiation

Hoạt động 10: Lọc bức xạ tử ngoại

- Black light bulbs are detectors for fake money .
- Fluorescent material (reacts to UV light).
- Common glass and glasses (no organic glasses, because they are plastic): depending on the type of glass, some or all of the UV is absorbed, plastic does not.
- Bóng đèn màu đen là máy dò tiền giả .
- Vật liệu huỳnh quang (phản ứng với tia UV).
- Kính và kính thông thường (không phải kính hữu cơ, vì chúng là nhựa): tùy thuộc vào loại thủy tinh, một số hoặc tất cả tia cực tím được hấp thụ, nhựa thì không.

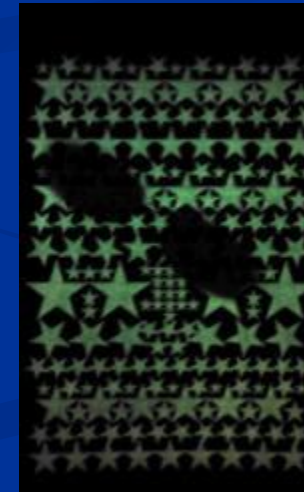


Fluorescent material and glasses, illuminated with white light.

Vật liệu huỳnh quang và kính, được chiếu sáng bằng ánh sáng trắng.



The same material and glasses but illuminated with UV light. Chất liệu và kính tương tự nhưng được chiếu sáng bằng tia UV.



Shadow of the glasses on the material
Bóng của kính trên vật liệu



Activity 10: Filter UV radiation

Hoạt động 10: Lọc bức xạ tử ngoại

The ozone layer is created by the interaction between light and O₂ : Tầng ozone tạo bởi sự phản ứng giữa ánh sáng vào O₂. $O_2 + h\nu \rightarrow O + O$ ($h\nu$: UV energy of photodissociation – Năng lượng tử ngoại)



And at the same time O₃ filters the UV: Cùng lúc đó ozone lại lọc tử ngoại



It is important to use special sunglasses to avoid retinal damage!

(with UV filter) Điều quan trọng là sử dụng kính râm đặc biệt để tránh tổn thương võng mạc! (có bộ lọc UV)

Insert



X-rays

- More energetic than UV is the X-ray radiation.
- Tia X có năng lượng cao hơn UV
- It is used for radiographs and other medical imaging techniques.
- Sử dụng để chụp ảnh và kĩ thuật hình ảnh trong y tế



X-rays

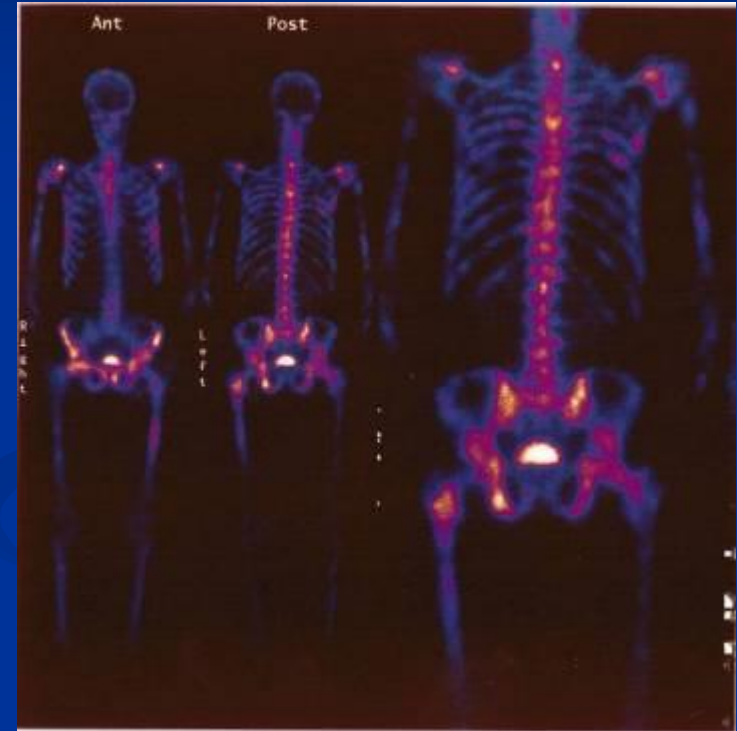
More energetic than UV

- In the cosmos, X-ray radiation is a characteristic of high-energy events and objects: black holes, star collisions, etc.
- The mission of the Chandra Space Telescope is to detect and monitor these kinds of events and objects
- Trong vũ trụ, bức xạ tia X là đặc trưng của các sự kiện và vật thể năng lượng cao: lỗ đen, va chạm sao, v.v.
- Nhiệm vụ của Kính viễn vọng Không gian Chandra là phát hiện và giám sát các loại sự kiện và vật thể này



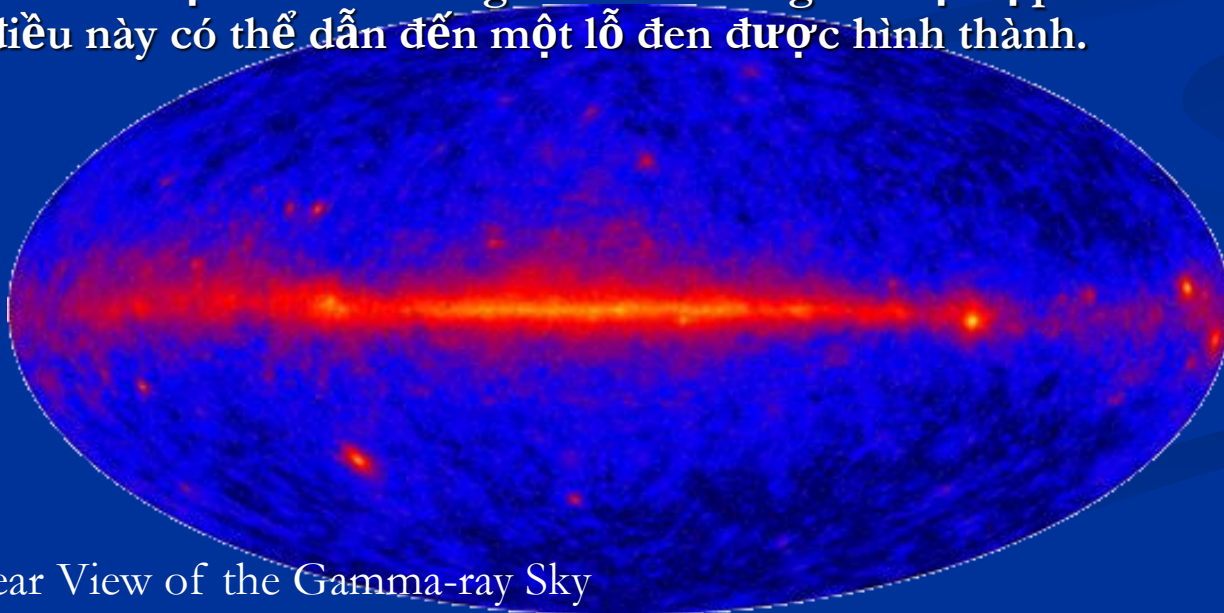
Gamma rays – Tia Gamma

- It is the most energetic radiation.
- On the Earth these rays are emitted by most of radioactive elements.
- Like X-rays, both are used in medicine, in imaging tests and in therapies to cure diseases like cancer.
- Nó là bức xạ có năng lượng cao nhất.
- Trên Trái đất, những tia này được phát ra bởi hầu hết các nguyên tố phóng xạ.
- Giống như X-quang, cả hai đều được sử dụng trong y học, trong các xét nghiệm hình ảnh và trong các liệu pháp để chữa các bệnh như ung thư.



Gamma rays – Tia Gamma

- The occasional violent eruptions of gamma rays are not unusual in the sky.
- There are different types that last from seconds to hours. One problem is to define their exact location to help identify what objects are producing the radiation.
- Astronomers tend to associate them with the fusion of binary stars, which can result in a black hole being formed.
- Trên bầu trời các vụ phun trào mãnh liệt tia gama rất phổ biến.
- Có nhiều loại khác nhau kéo dài từ vài giây đến vài giờ. Một vấn đề là phải xác định vị trí chính xác của chúng để giúp xác định những vật thể nào đang tạo ra bức xạ.
- Các nhà thiên văn học có xu hướng liên kết chúng với sự hợp nhất của các ngôi sao nhị phân, điều này có thể dẫn đến một lỗ đen được hình thành.

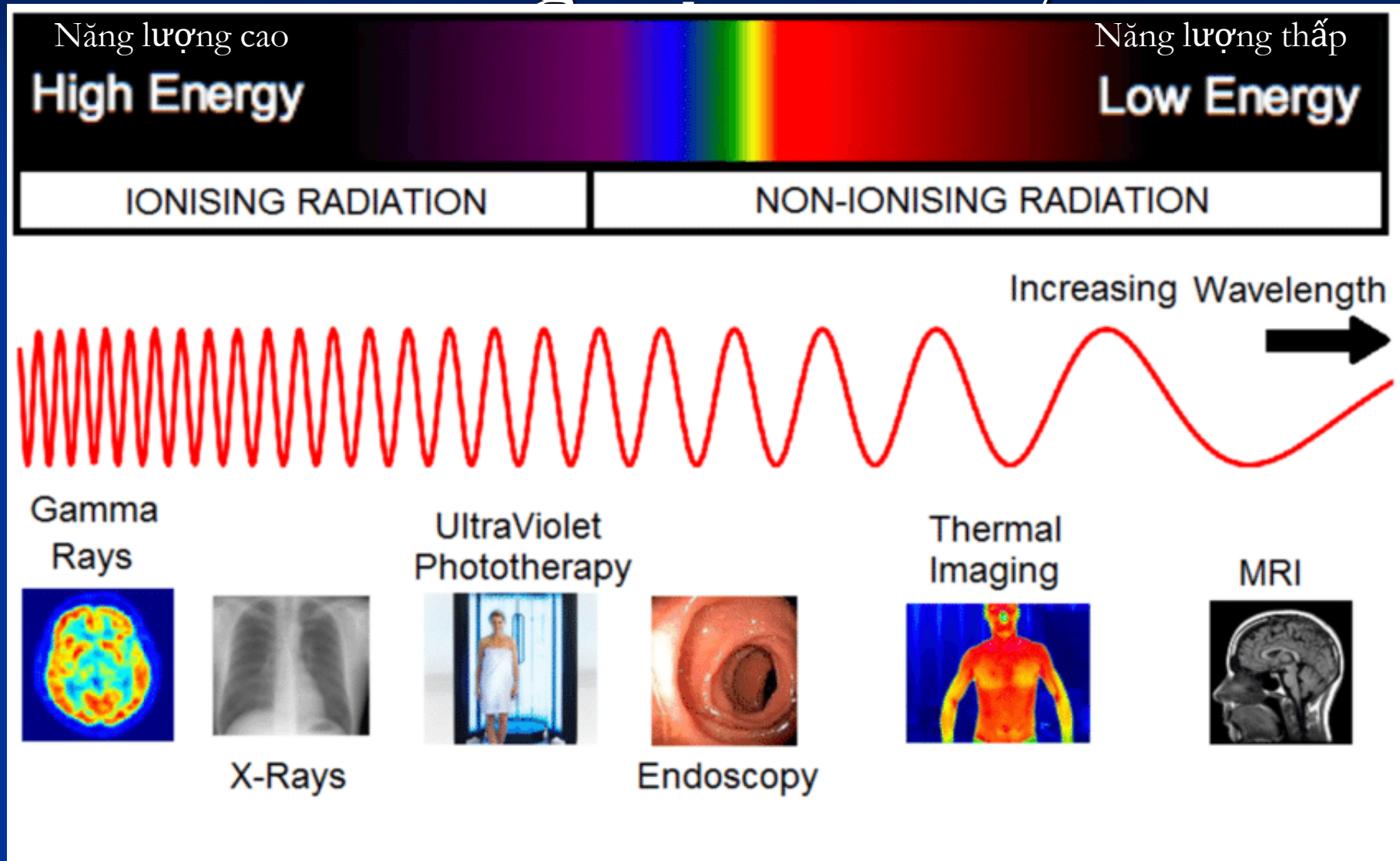


Fermi's Five-year View of the Gamma-ray Sky



Uses of EM radiation in Medicine

Dải sóng điện từ cho y tế



Use of Radio Waves sóng radio

- Magnetic resonance, diagnosis of soft tissues Cộng hưởng từ chuẩn đoán mô mềm



MRI Human heart



MRI Normal knee

Use of X-rays – Tia X

- Radiographs and computed axial tomography (CAT scan) Chụp X quang và chụp cắt lớp trục vi tính (chụp CAT)



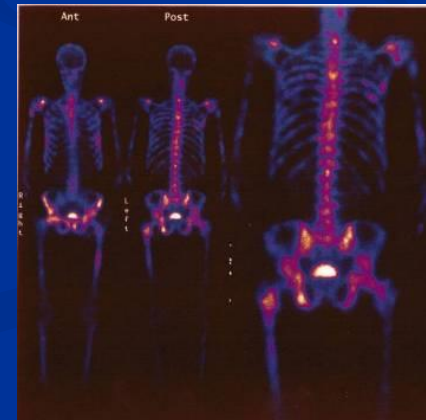
X-ray



CAT Normal knee

Use of Gamma-rays Tia Gama

- Imaging tests and therapies to cure diseases like cancer. Used in positron emission tomography (PET scan) Các xét nghiệm hình ảnh và liệu pháp để chữa các bệnh như ung thư. Được sử dụng trong chụp cắt lớp phát xạ positron (quét PET)



Thank you very much
for your attention!
Cảm ơn các bạn

