

가시광선 너머의 천문학

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Colegio Retamar de Madrid, Spain



목표

- 가시광선 너머의 현상을 본다. 예, 인간의 눈으로는 검출되지 않지만 천체가 방출하는 전자기파.
- 전파, 적외선, 자외선, X-선 파장영역의 방출선의 존재를 검출하는 간단한 실험 몇가지를 실행한다.



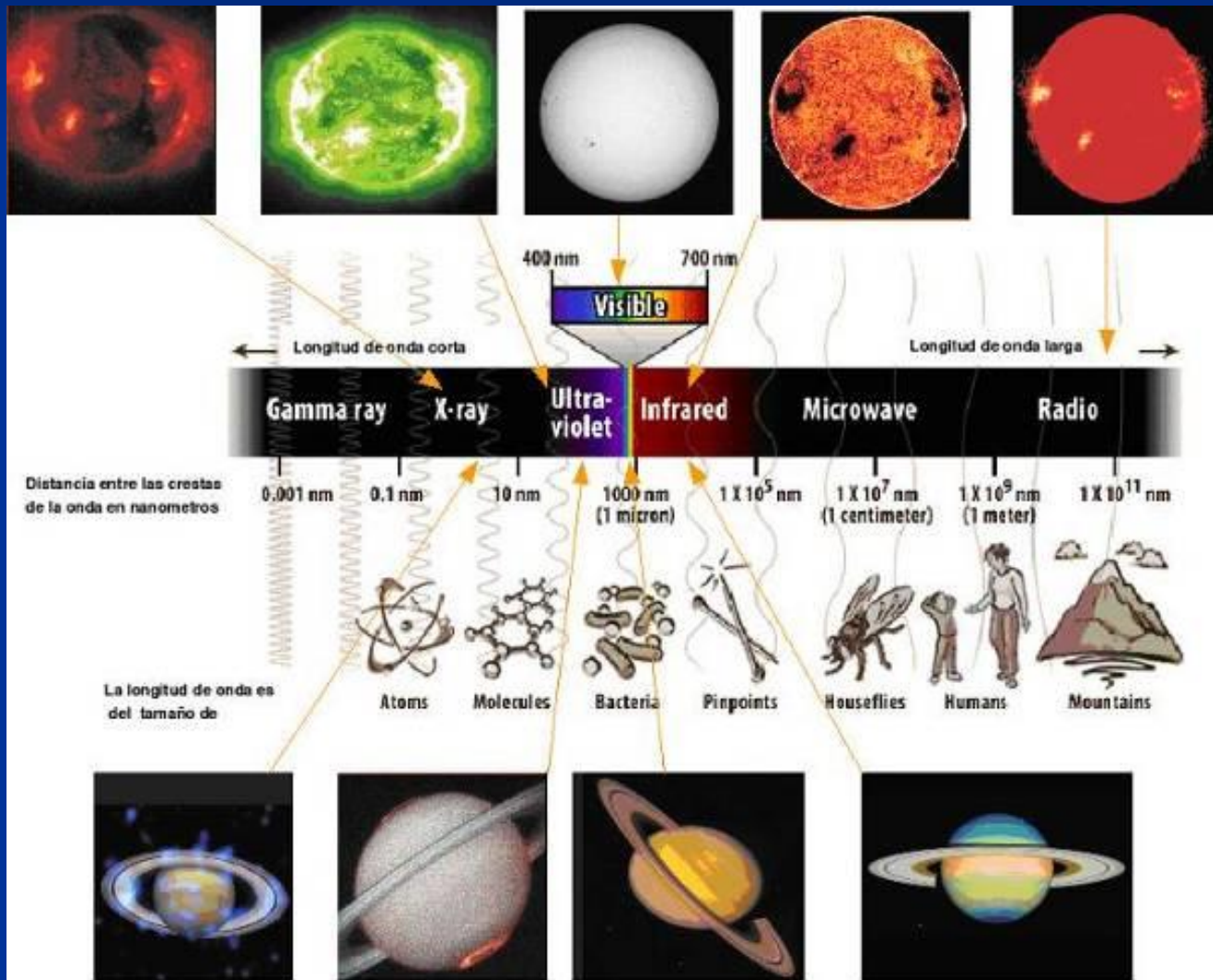
발표

- 수세기 동안, 인간은 눈으로 검출 되는 빛만으로 우주를 연구해 왔다.
- 우리 눈이 볼 수 없는 파장의 전자기파로 정보를 얻을 수 있다.
- 오늘날 천문학자는 가시광선뿐만 아니라 전파, 적외선, 자외선, X-선으로 관측한다.

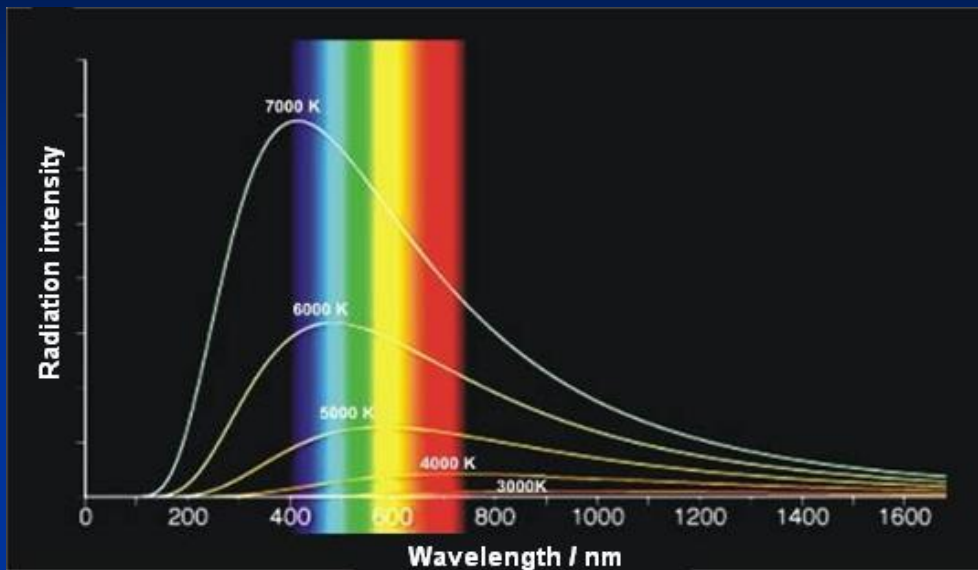


전자기파 스펙트럼

전자기복사의 모든 파장 영역



흑체복사



멀리 있는 천체의 복사를 연구하면, 온도계를 가지고 가지 않아도 온도를 측정할 수 있음. 별은 흑체라고 간주한다.

온도가 높은 (열이 높은) “흑체”는 모두 많은 파장에서 빛을 방출.

에너지가 가장 높을때의 파장 λ_{\max} .

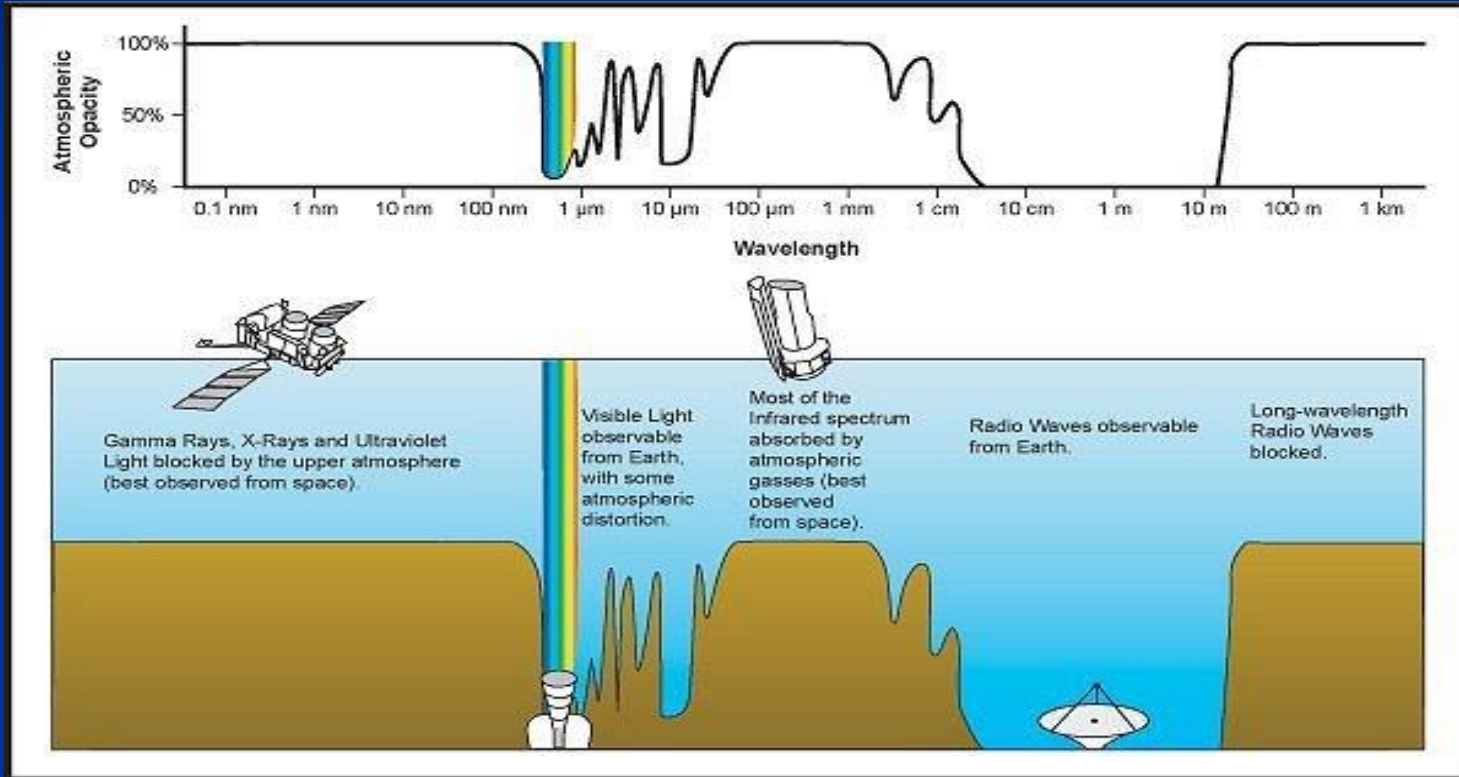
λ_{\max} 는 온도의 함수 T:

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

빈의 법칙

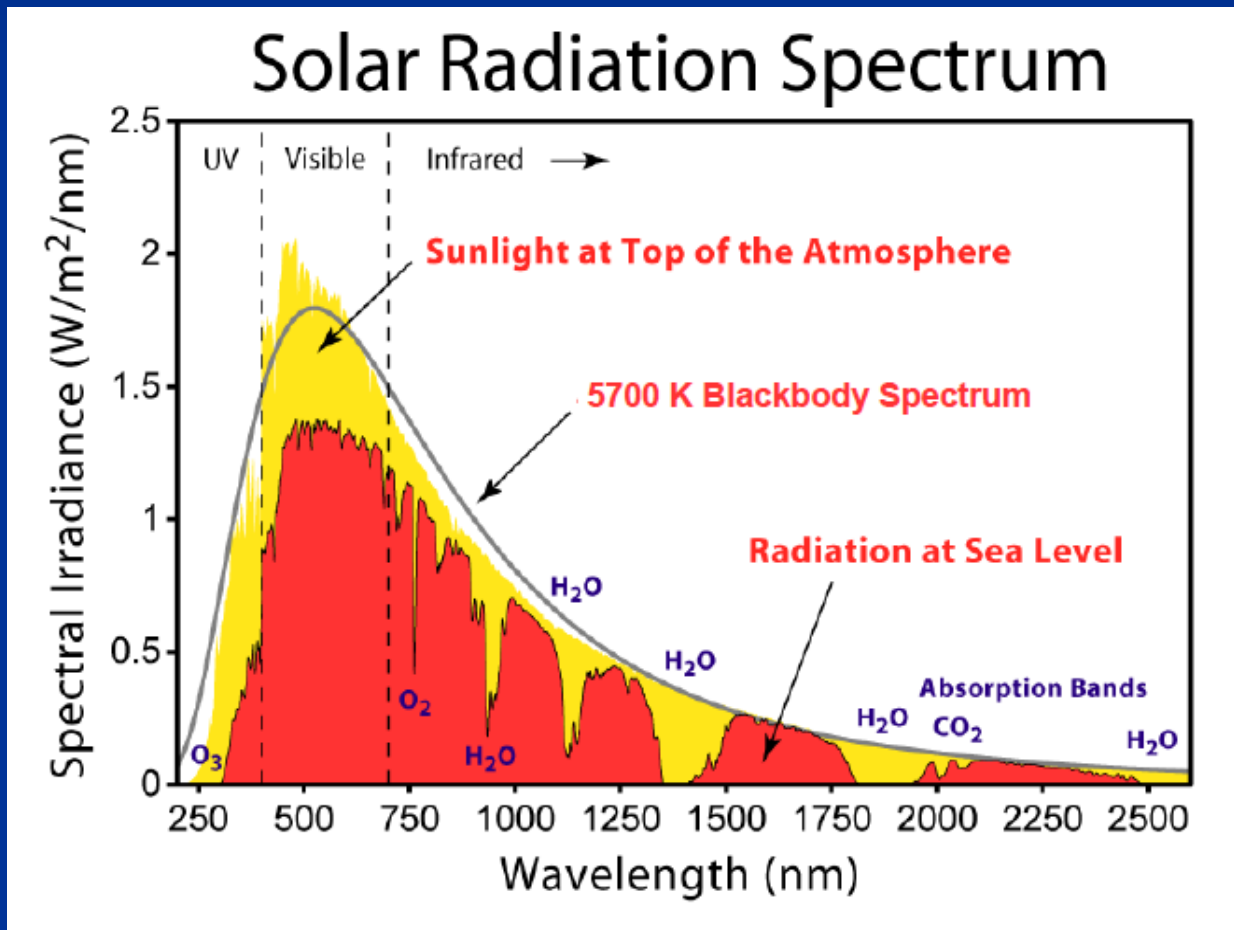


태양 복사 다른 에너지 영역의 창문



지구 대기는 대부분 파장영역에서 불투명하다. 특별한 검출기를 사용해야만 지구 밖 우주로부터 오는 높은 에너지와 낮은 에너지의 빛을 검출할 수 있다.

태양 전자기파가 지구 대기를 통과할 때, “흑체“ 복사는 변하지만, 최대 세기의 파장 λ_{\max} 은 변하지 않는다.



복사나 방출이 최대가 되는 파장 λ_{\max} 는 온도 T 와 관계가 있지만, 이 최대 파장이 꼭 가시광선이 아닐 수 있다는 것을 알고 있다.

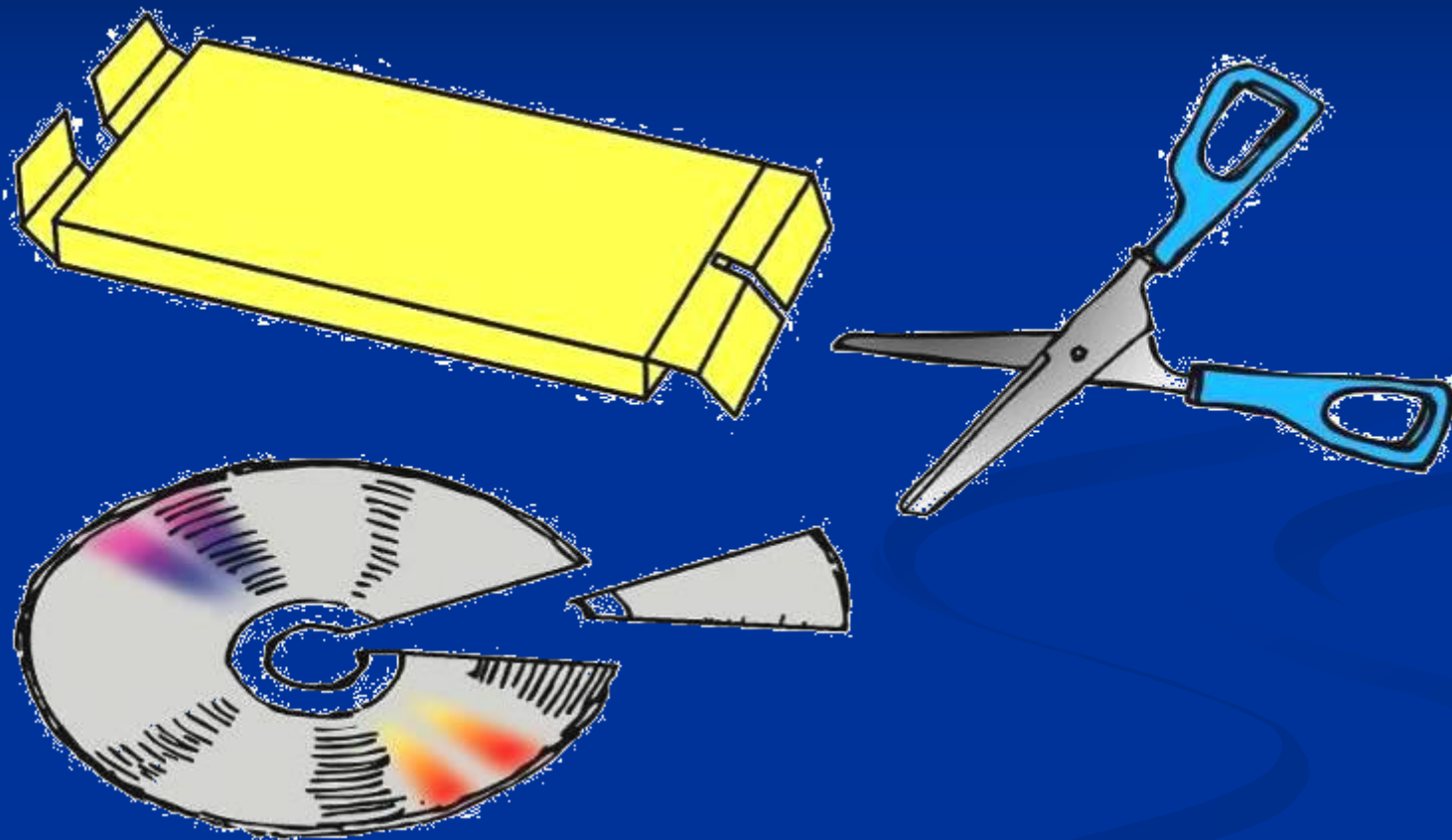


예를 들어, 인간의 신체의 온도는 $T = 273 + 37 = 310$ K.
그렇다면 최대 파장은 $\lambda_{\max} = 9300$ nm.

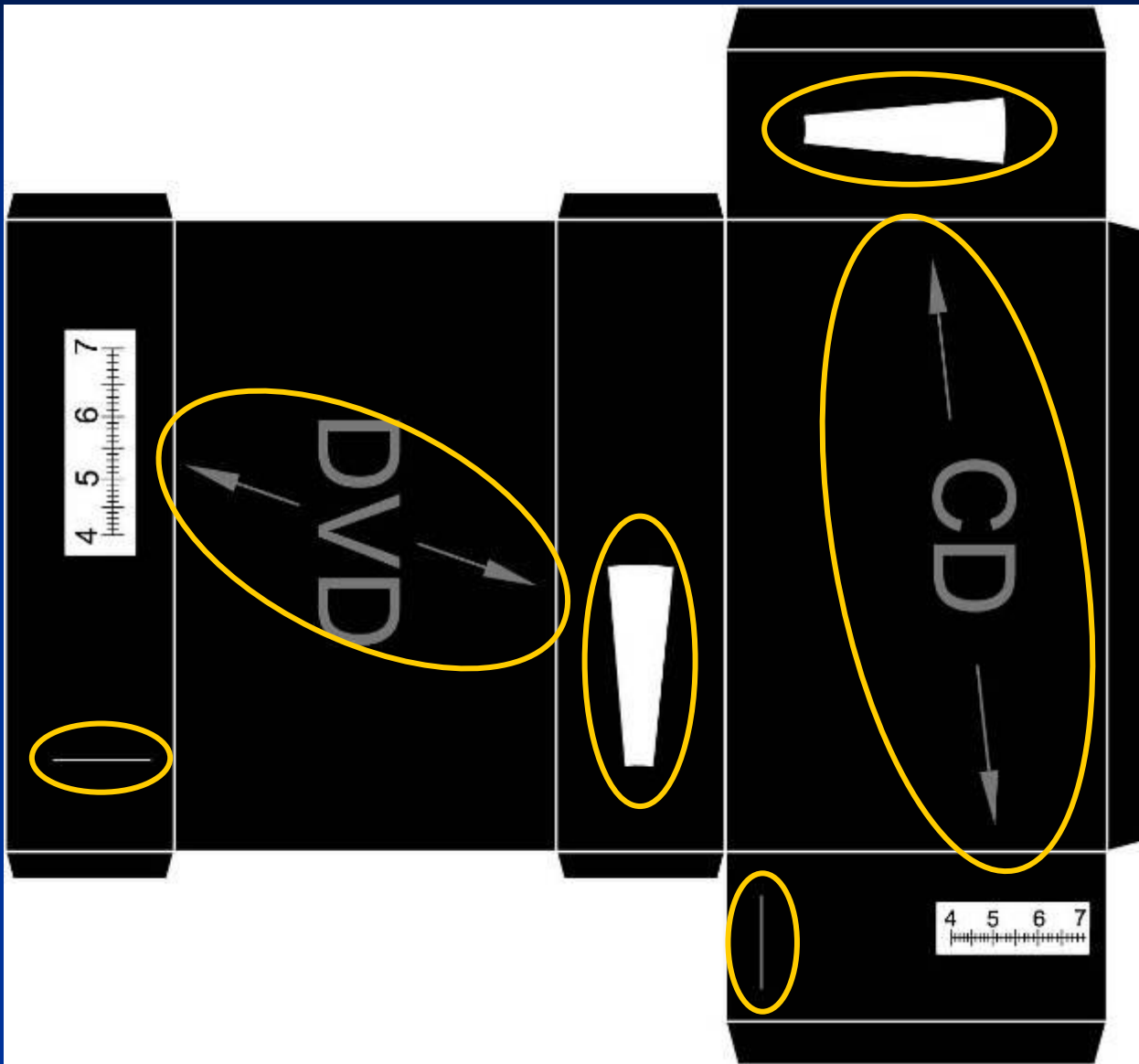
야간 투시경은 이 최대 파장 λ_{\max} .



활동 1: 분광기 만들기



활동 1: 분광기 만들기



DVD
조각이나
CD 조각중에
가지고 있는
것을
사용한다.
견본의 뚫린
부분에 맞게
DVD나 CD
조각으로
자른다.



활동 1: 분광기 만들기



테이프를
사용하거나 굽어서
CD의 금속층을
제거합니다.

NB! 흰색 또는
상업용 CD는 코팅이
벗겨지지 않습니다.

활동 1: 분광기 만들기



검게 칠한
부분이
안쪽으로
가도록 접는다.

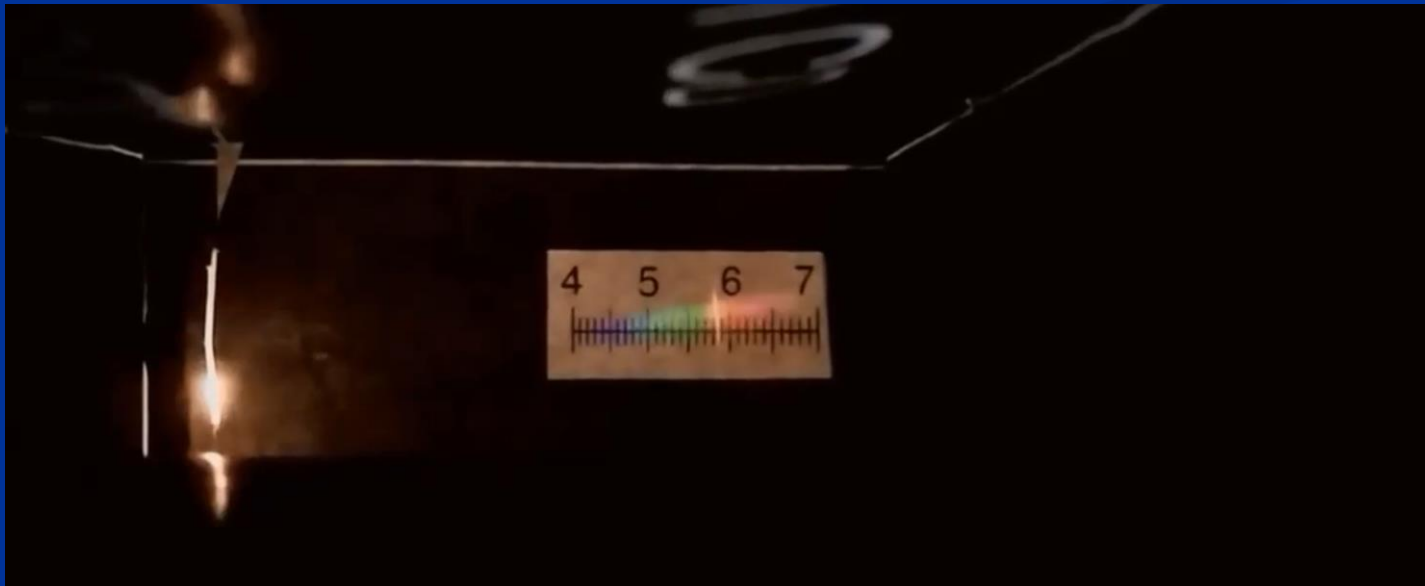


필라멘트 램프,
형광등,
가로등의
스펙트럼을
비교한다.

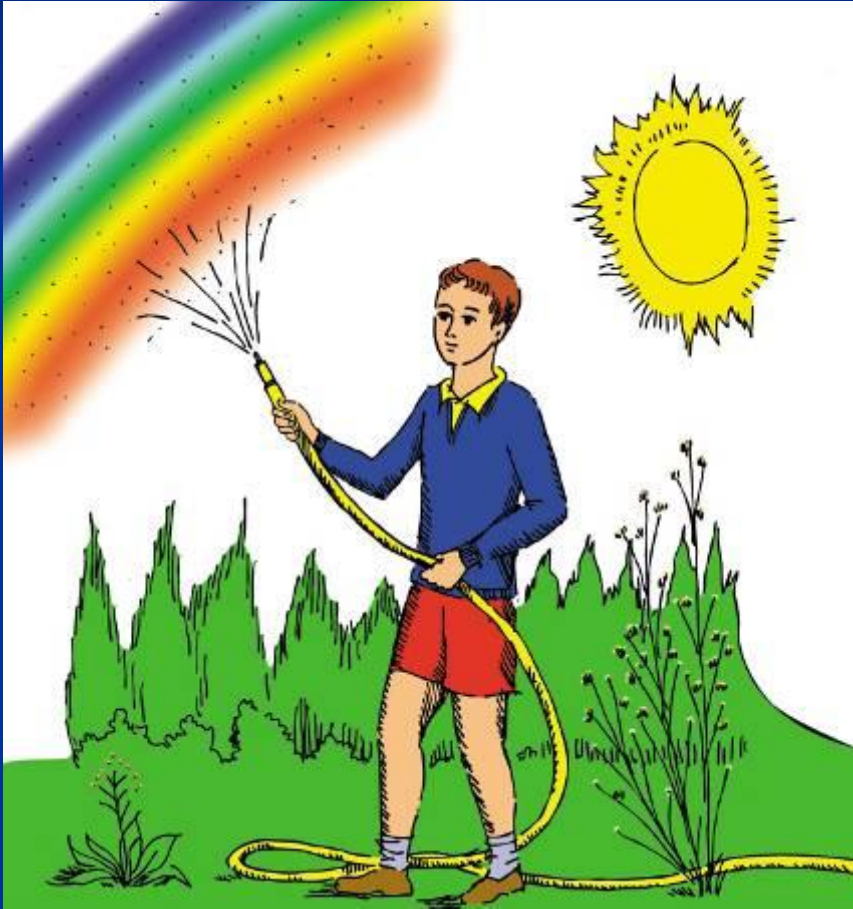


활동 2: 나트륨 라인 시각화

분광학을 통해 우리는 우리에게 오는 스펙트럼을 연구하여 별과 외계 행성의 화학 성분을 알 수 있습니다. 589의 파장에 해당하는 나트륨 방출선을 보기 위해 심지에 약간의 일반 소금(Na Cl)을 함침시키는 양초를 사용하는 예를 살펴 보겠습니다.



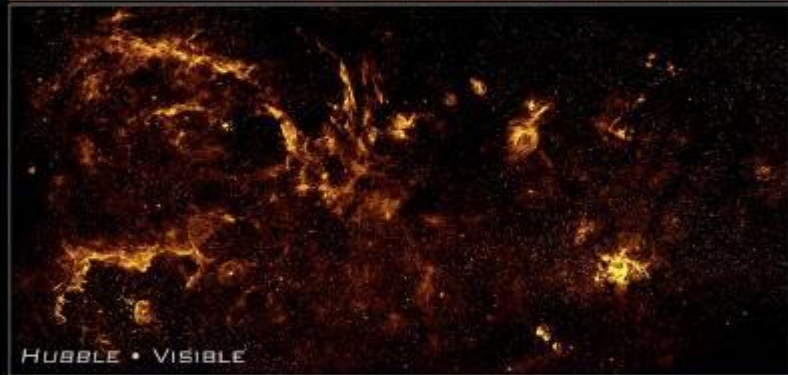
활동 3: 물방울로 태양빛을 분산



아이들은 태양빛을 분산시켜 무지개를 만들 수 있다.

물 호스와 스프레이가 필요하다. 태양이 등 뒤에 위치하도록 선다.

스펙트럼의 다른 영역

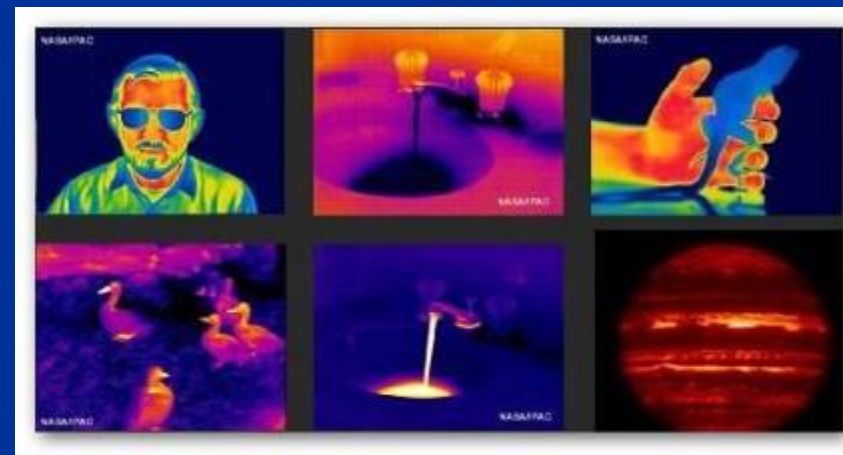
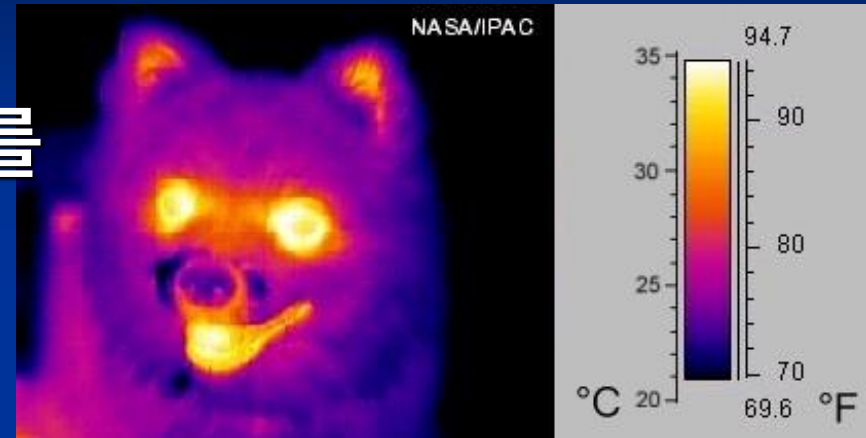


- 별보다 훨씬 낮은 온도를 가진 물질이 있다. 예를 들어, 성간물질로 이루어진 성운
- 가시광선영역에서 빛을 내지는 않지만, 적외선이나 전파에서 빛을 방출한다.
- 복사의 방식은 물체의 내부에서 일어나는 과정과 연관이 있다. 예, 우리은하 중심의 구체적인 모습 (The type of radiation is associated with the processes that are occurring inside the object. E.g., details in the centre of our galaxy ...)



적외선 복사

- 윌리엄 허셀(William Hersche)은 프리즘과 온도계를 이용하여 적외선을 발견했다.
- 가시광선을 낼 정도로 온도가 높지 않은 따듯한 물체의 특징이다.
- 이러한 복사를 강조하자면, 온도와 색은 동등한 관계로 나타낸다.

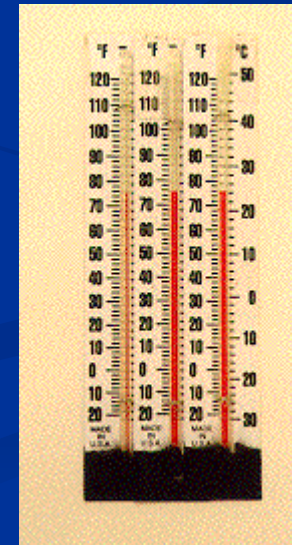
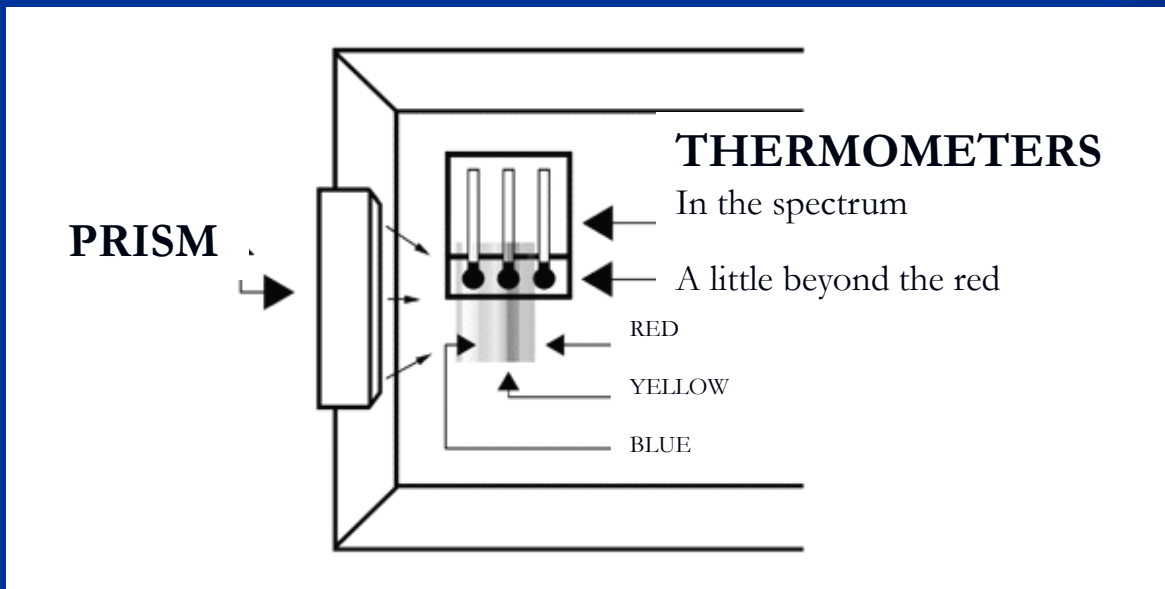
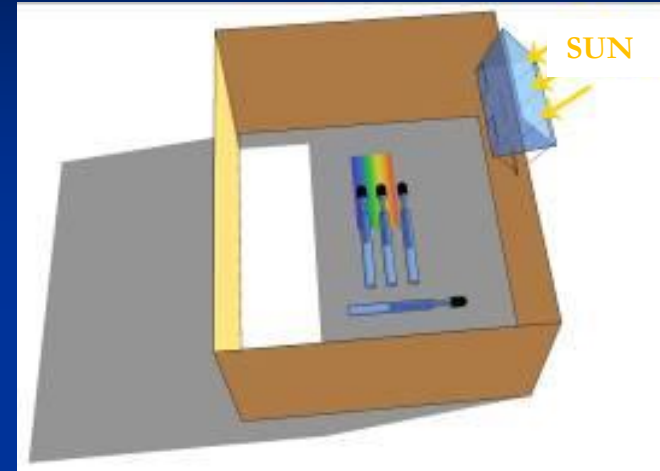
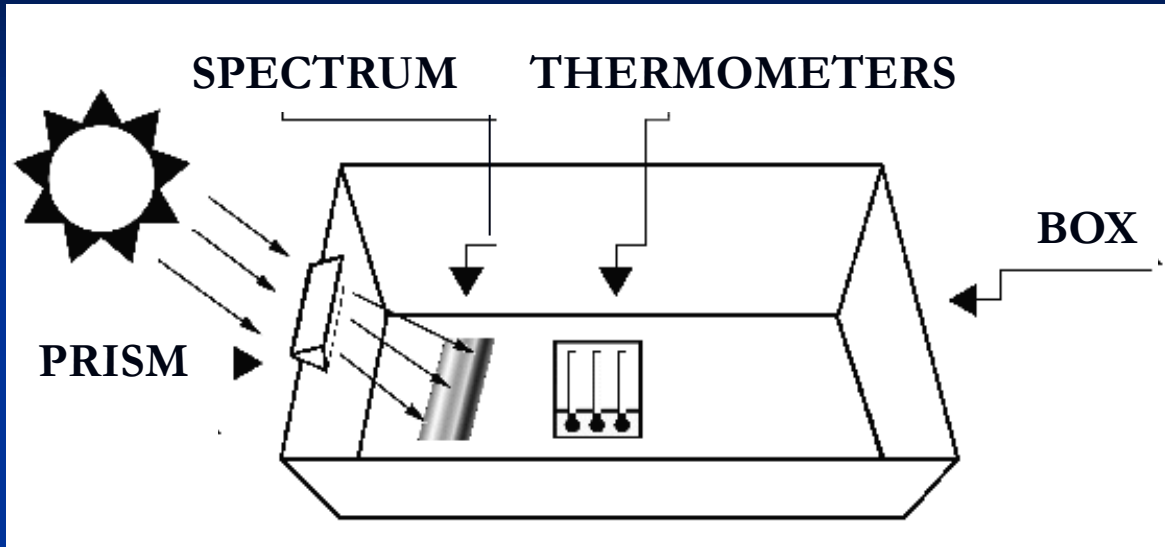


활동 4: 허셀의 실험

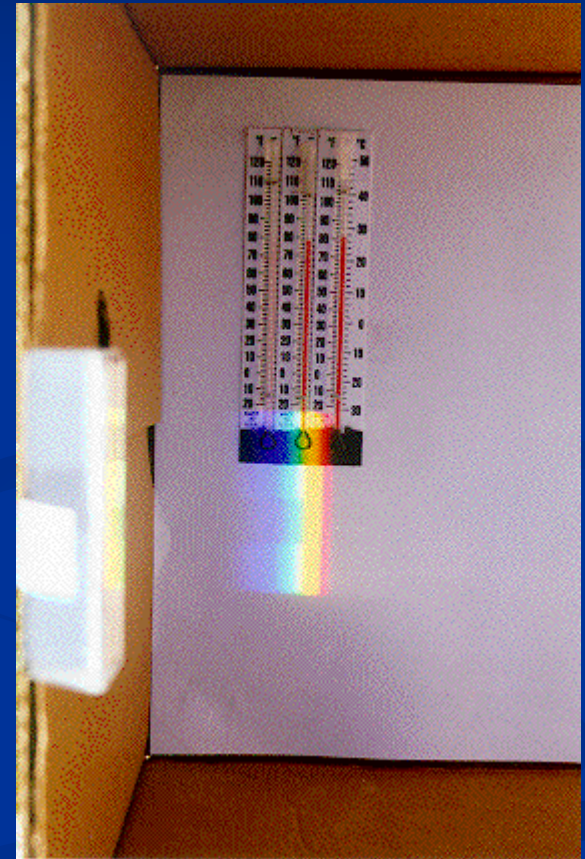
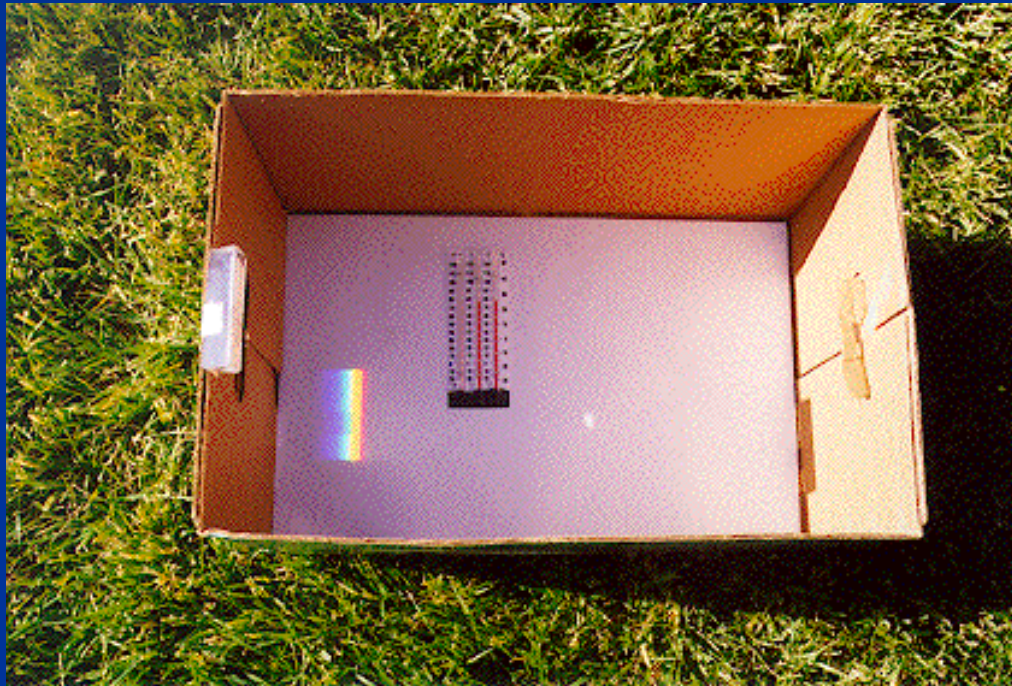


- 1800년에, 허셀은 에, 태양빛이 적외선을 방출한다는 것을 발견했다.

활동 4: 허셀 실험



활동 4: 허셀 실험



활동 4: 허셀 실험

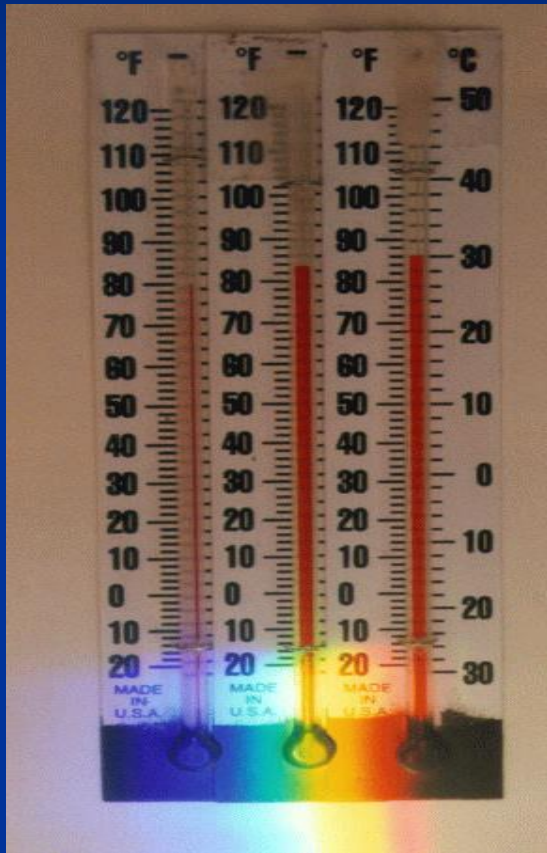


TABLE OF DATA COLLECTION				
	Thermometer No. 1 in the blue	Thermometer No. 2 in the yellow	Thermometer No. 3 beyond the red	Thermometer No. 4 in the shadow
After 1 minute				
After 2 minutes				
After 3 minutes				
After 4 minutes				
After 5 minutes				

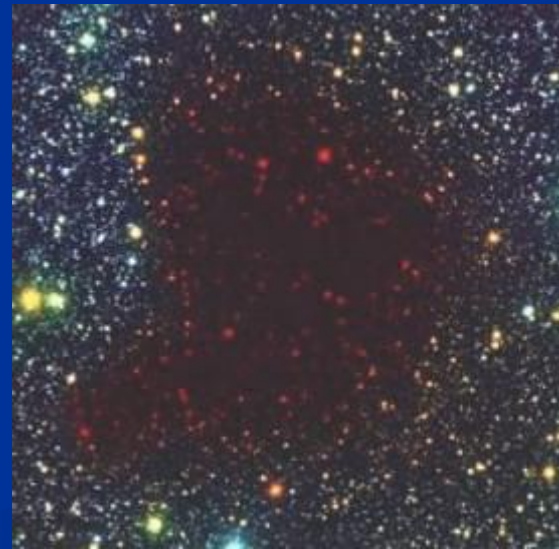
활동 5: 핸드폰으로 적외선 검출

- 리모콘은 적외선을 방출하지만 우리 눈으로는 볼 수 없다.
- 모든 핸드폰은 아니지만 대부분의 핸드폰은 적외선에 반응한다.



적외선의 능력

- 성간 먼지들은 가시광선을 흡수하지만, 적외선은 덜 흡수한다.

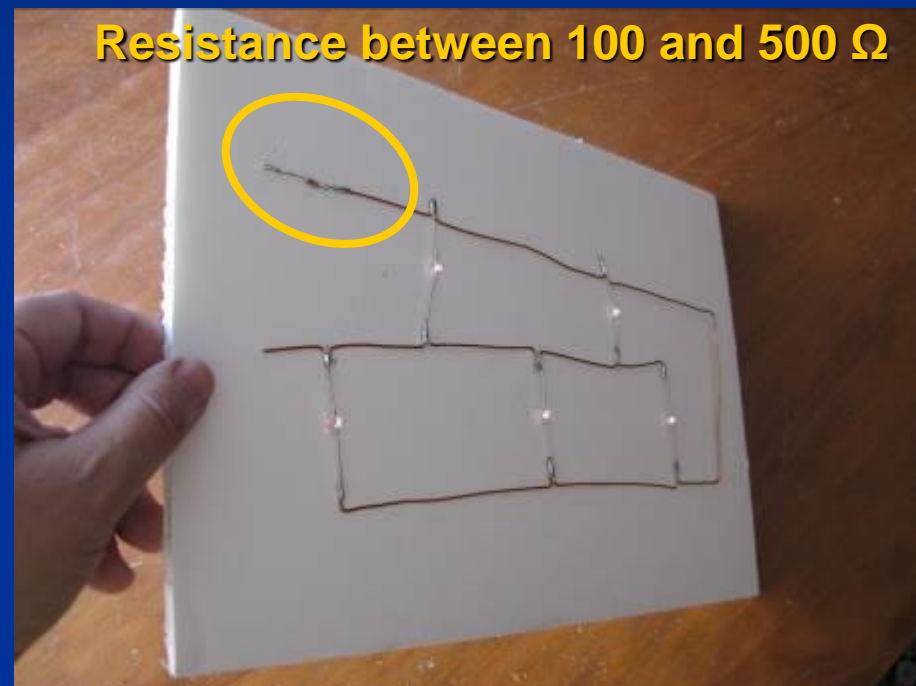
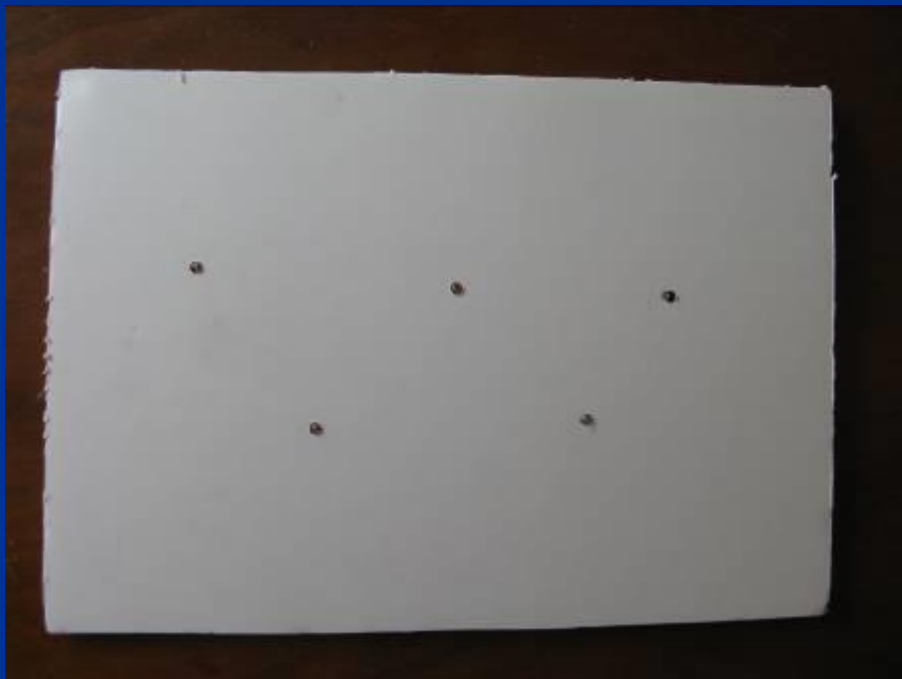


활동 6: 전구의 IR 빛 검출

- 백열등이 내는 대부분의 에너지는 가시광선 영역이지만, 적외선도 방출한다. 어떤 천은 가시광선은 투과시키지 않지만 적외선은 투과시킨다.
- 은하의 먼지들에도 같은 현상이 일어나는데, 적외선 방출은 검출 가능하지만, 가시광선 영역은 안 보인다 (불투명하다).



활동 7: IR LEDs로 별자리 만들기



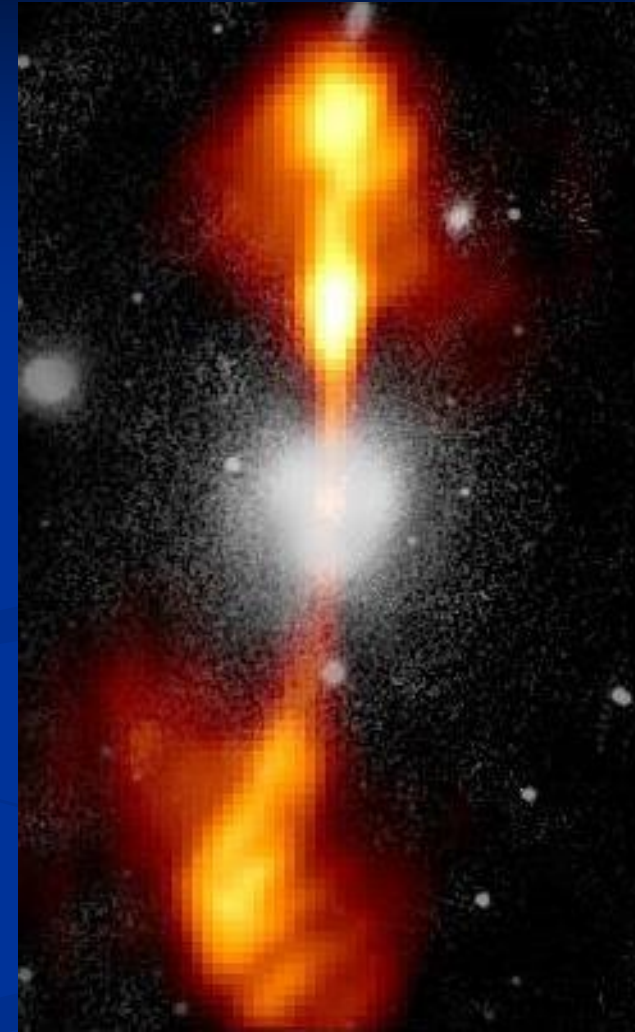
IR LEDs로 만든 카시오페이아 별자리

활동 8: 리모트컨트롤로 보이는 별자리

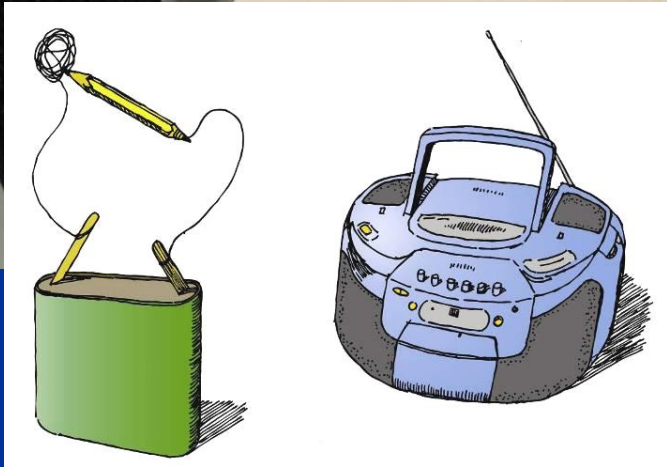
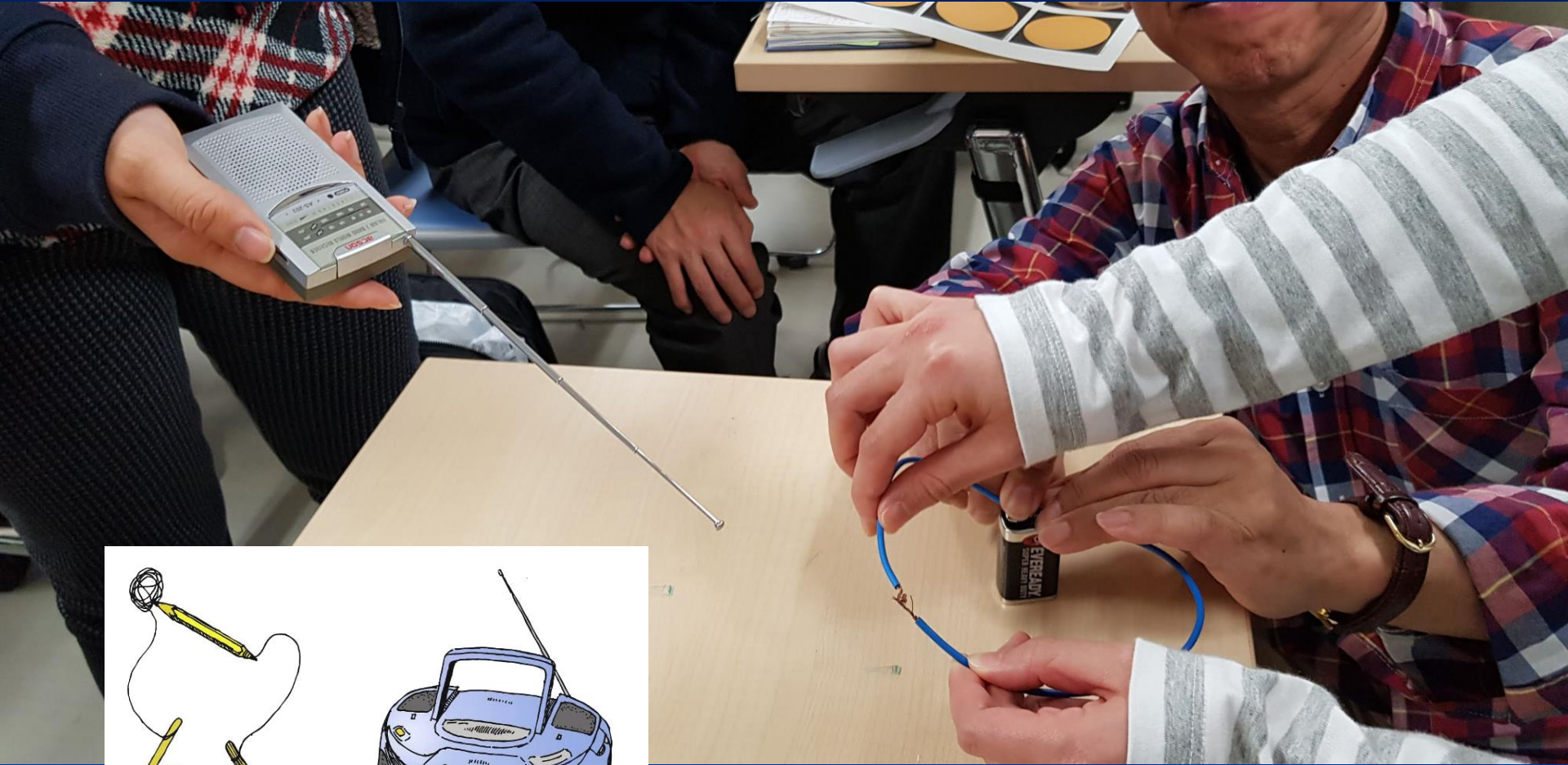


전파 방출

- 전파는 파장이 미터에서부터 킬로미터에 이른다.
- 보통 방송국에서 사용하는 주파수다.
- 우주에서도 전파가 오는데, 다른 파장에서 볼 수 없는 정보를 알 수 있다.



활동 9: 라디오파 만들기



자외선

- UV 광자는 가시광선보다 에너지가 더 높습니다. (식물생장을 위해 UV-A 블랙라이트 사용)
- UV-C는 유기 분자 사이의 화학 결합을 파괴합니다. 고용량의 UV는 생명에 치명적일 수 있습니다. (UV-C는 수술재료 소독용으로 사용)
- UV-C 방사선은 대기 오존에 의해 걸러집니다. 대기 중의 오존은 햇빛과 O₂의 상호 작용에 의해 형성되며 거의 모든 자외선을 걸러내어 생명체의 발달에 필요한 것만 통과시킵니다.



조안 리터(Johann Ritter)는 1801년에 UV를 발견했다.

자외선 복사

- 태양은 UV복사를 방출하지만, 대부분은 지구의 상층대기에 의해 걸러진다; 생명에 유익한 양이 지표면으로 도달한다.
- 이 복사는 피부를 거무스름하게 한다.
- 오존층 두께가 작아지면, 지구는 더 많은 양의 UV를 받게 되고, 피부암이 증가할 것이다.



자외선 빛



가시광선
파장의
안드로메다
은하 (허블)



자외선으로
본
안드로메다
은하
(스위프트)



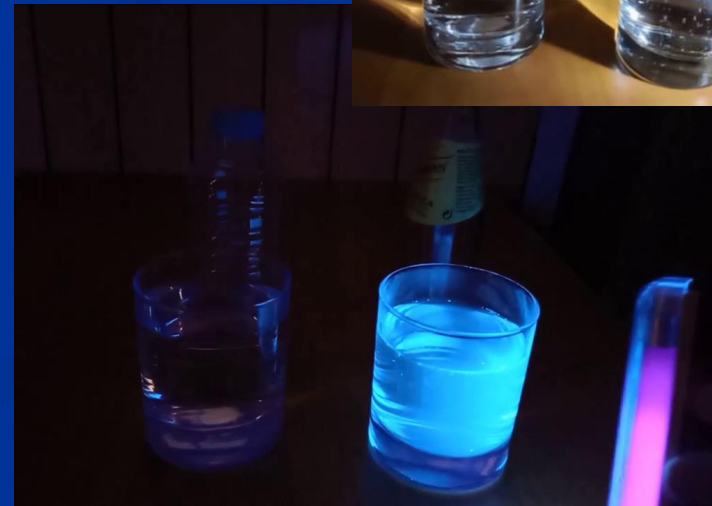
활동 10: 블랙라이트(자외선)

- 자외선을 비추면 빛을 내는 물질이 있습니다. 형광인 경우 자외선을 비출 때만 빛을 발산합니다.

항공권 또는
여권 마크



퀴닌이 함유된
토닉 워터



활동 11: 블랙라이트(자외선)

- 자외선을 비추면 빛을 방출하는 물질이 있습니다. 인광성 물질인 경우 잠시 동안 가시광선을 방출합니다.

장식의 작은 별



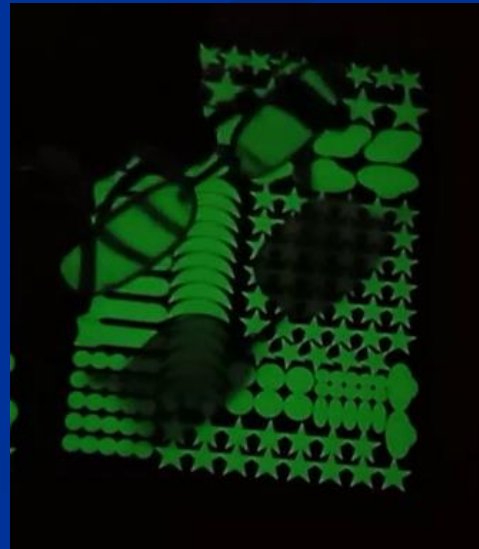
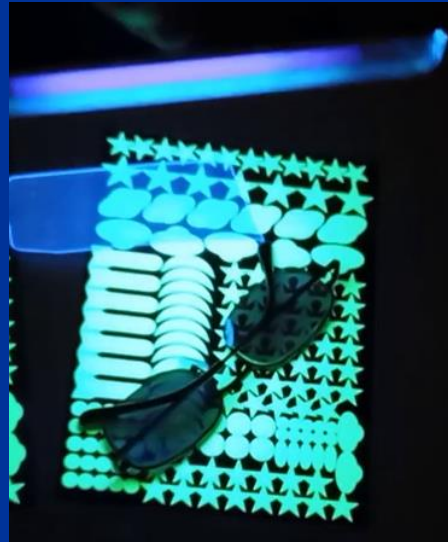
긴급 포스터



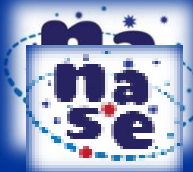
활동 12: 블랙라이트(자외선)

우리와 같이 자외선을 많이 걸러내는 소재가 있습니다. 선글라스는 상피 조직인 망막을 보호하기 위해 플라스틱이 아닌 유리로 만들어져야 합니다. 플라스틱(유기)으로 만든 경우 자외선 필터가 있어야 합니다.

자외선 조명을 받은 인공 소재의 유리 안경



안경을 벗으면 자외선을 어떻게 필터링했는지 확인할 수 있습니다.



X-선

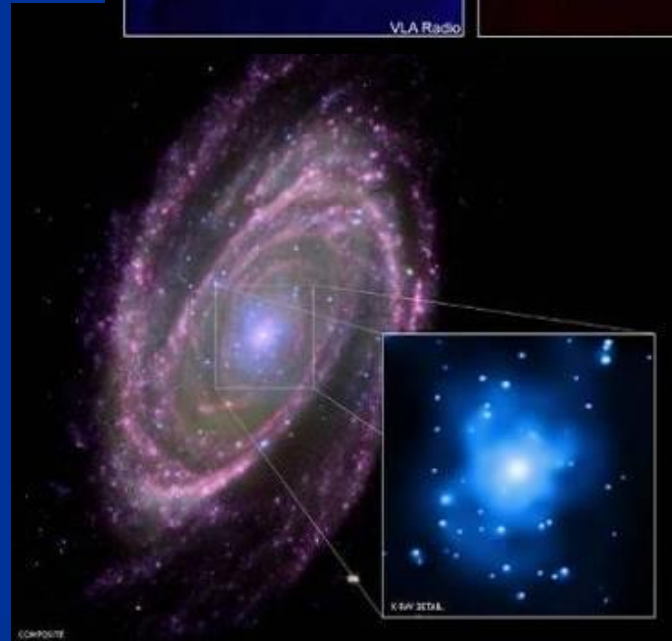
- X-선 복사는 UV 보다 에너지가 더 큼.
- 방사선 사진 및 기타 의료 영상 기술에 사용됨.



X-선

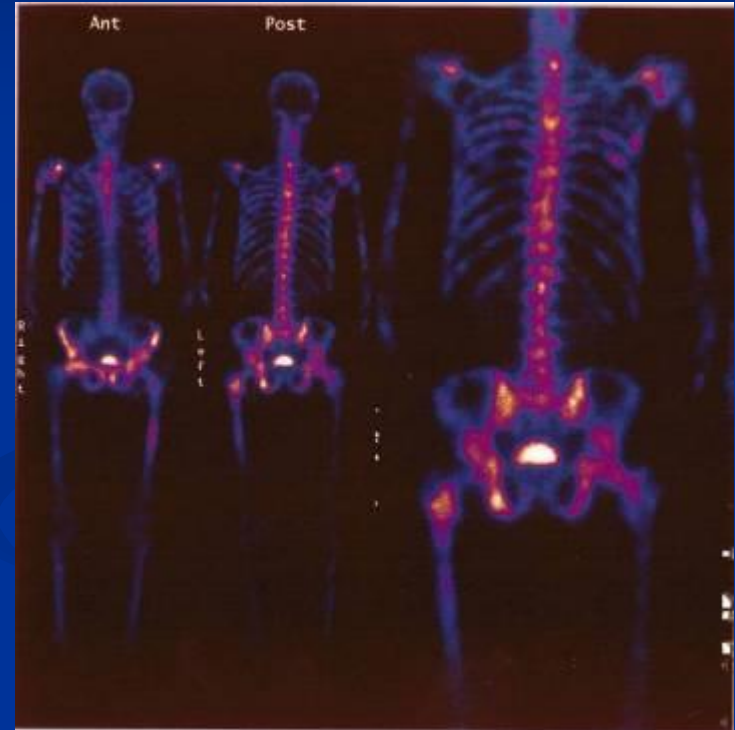
UV보다 더 큰 에너지

- 우주에서 X-선 복사는 고에너지 현상과 항성 충돌, 블랙홀의 특징
- 찬드라 우주 망원경의 임무는 이러한 현상이나 천체를 감지하고 모니터링 하는 것



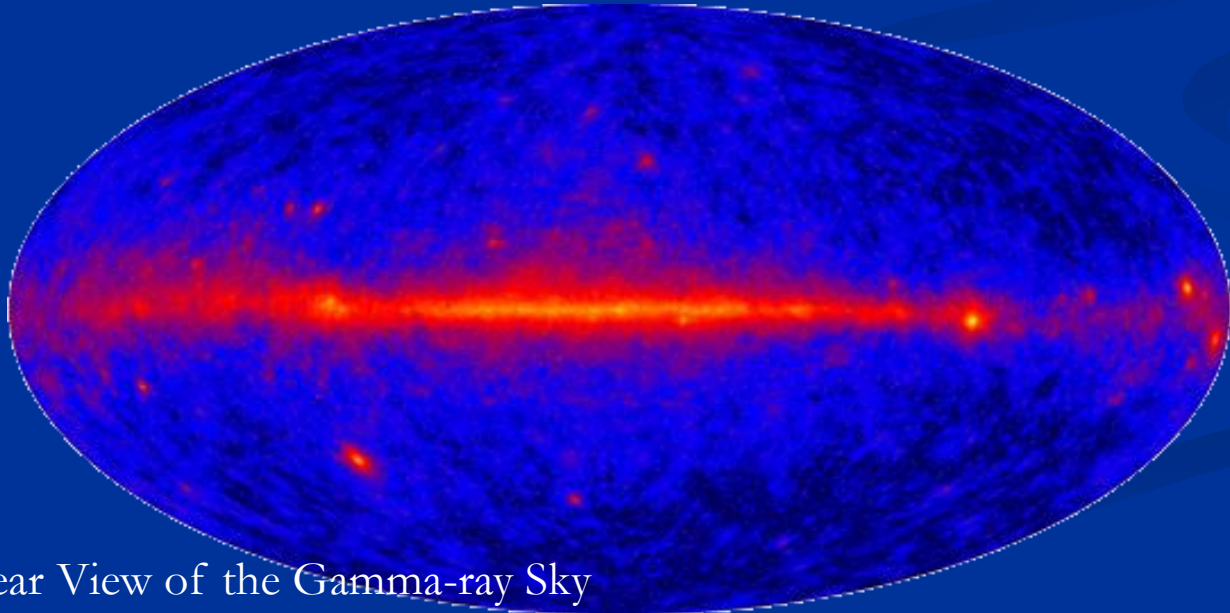
감마선

- 가장 강한 에너지 복사
- 지구에서는 대부분 방사성 원소에 의해서 방출됨
- X-선과 마찬가지로 감마선도 의학, 영상 검사, 암과 같은 질병을 치료하는 치료법에 사용



감마선

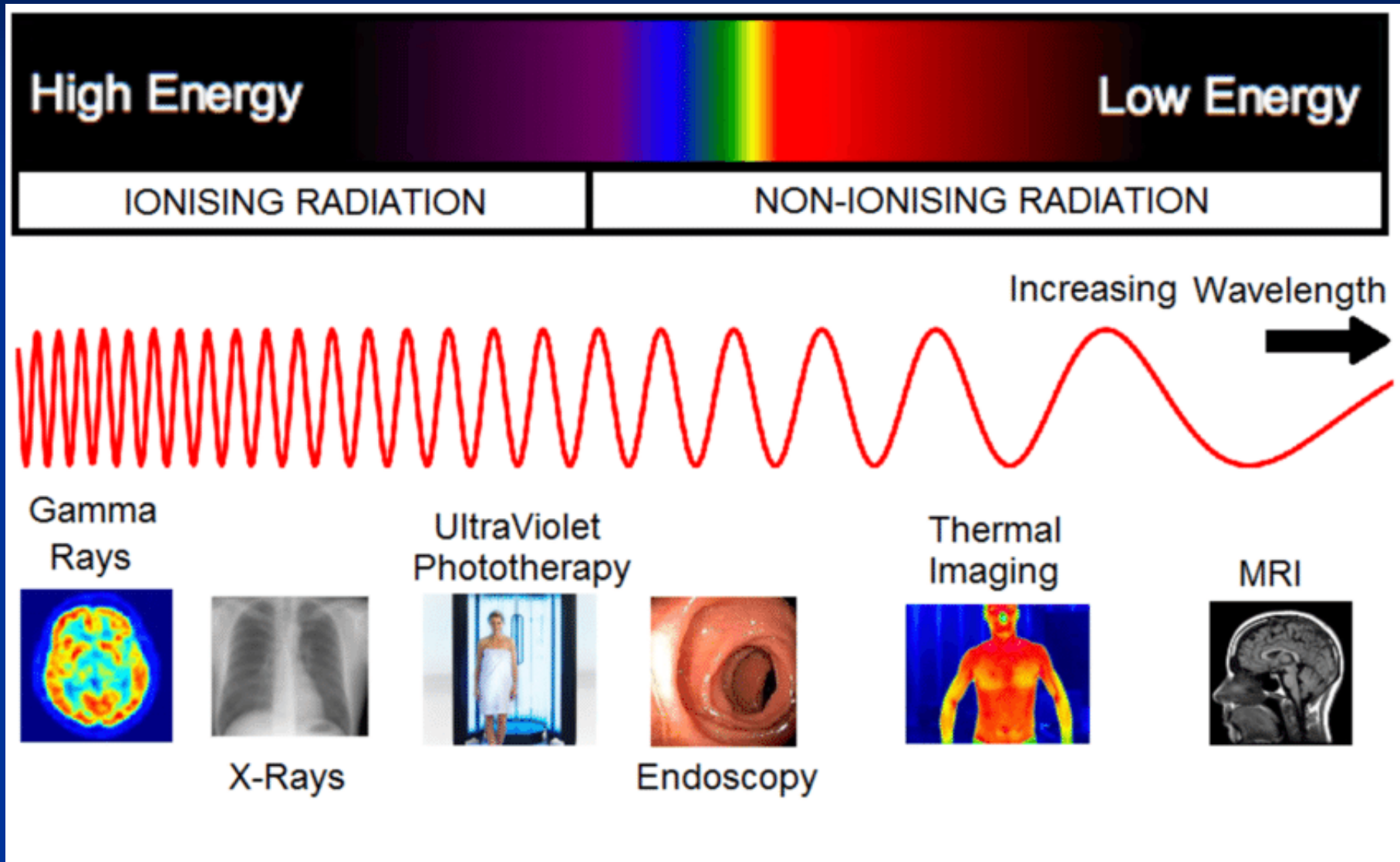
- 감마선의 격렬한 분출은 하늘에서 가끔 나타난다.
- 몇 초 지속되는 것부터 수시간 지속되는 것까지 다양하다. 어떤 천체가 이 복사를 내는지 정확한 위치를 파악하는 것이 문제다.
- 천문학자들은 쌍성의 충돌과 관련 있을 것이라 여기며, 그 결과 블랙홀이 생성될 수 있다.



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

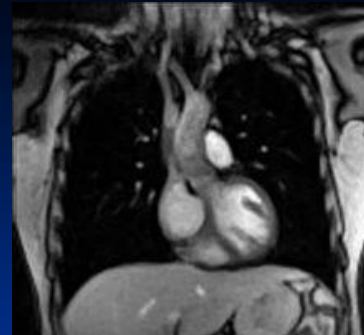


의학에서 EM 방사선의 사용



라디오파의 사용

- 자기공명, 연한 조직 진단



MRI Human heart



MRI Normal knee

X-선의 사용

- 방사선 사진 및 컴퓨터 단층촬영 (CAT 스캔)



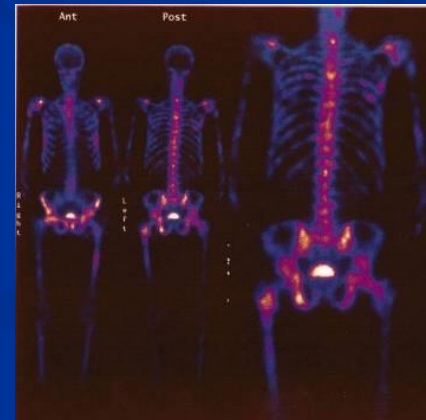
X-ray



CAT Normal knee

감마선의 사용

- 암과 같은 질병을 치료하기 위한 영상 검사. 양전자 방출 단층 촬영 (PET 스캔)



Thank you very
much
for your attention!

