

# Астрономия. За пределами ВИДИМОСТИ

Беатрис Гарсия, Рикардо Морено

*Международный астрономический союз*

*ITeDA и Национальный технологический университет, Аргентина  
Колледж Ретамар, Мадрид, Испания*



# Задачи

- Показать явления не видимые человеческим глазом: например электро-магнитная энергия излучаемая небесными телами.
- Показать несколько простых экспериментов для определения наличия радио, инфракрасного, ультрафиолетового, микроволнового и рентгеновского излучения.



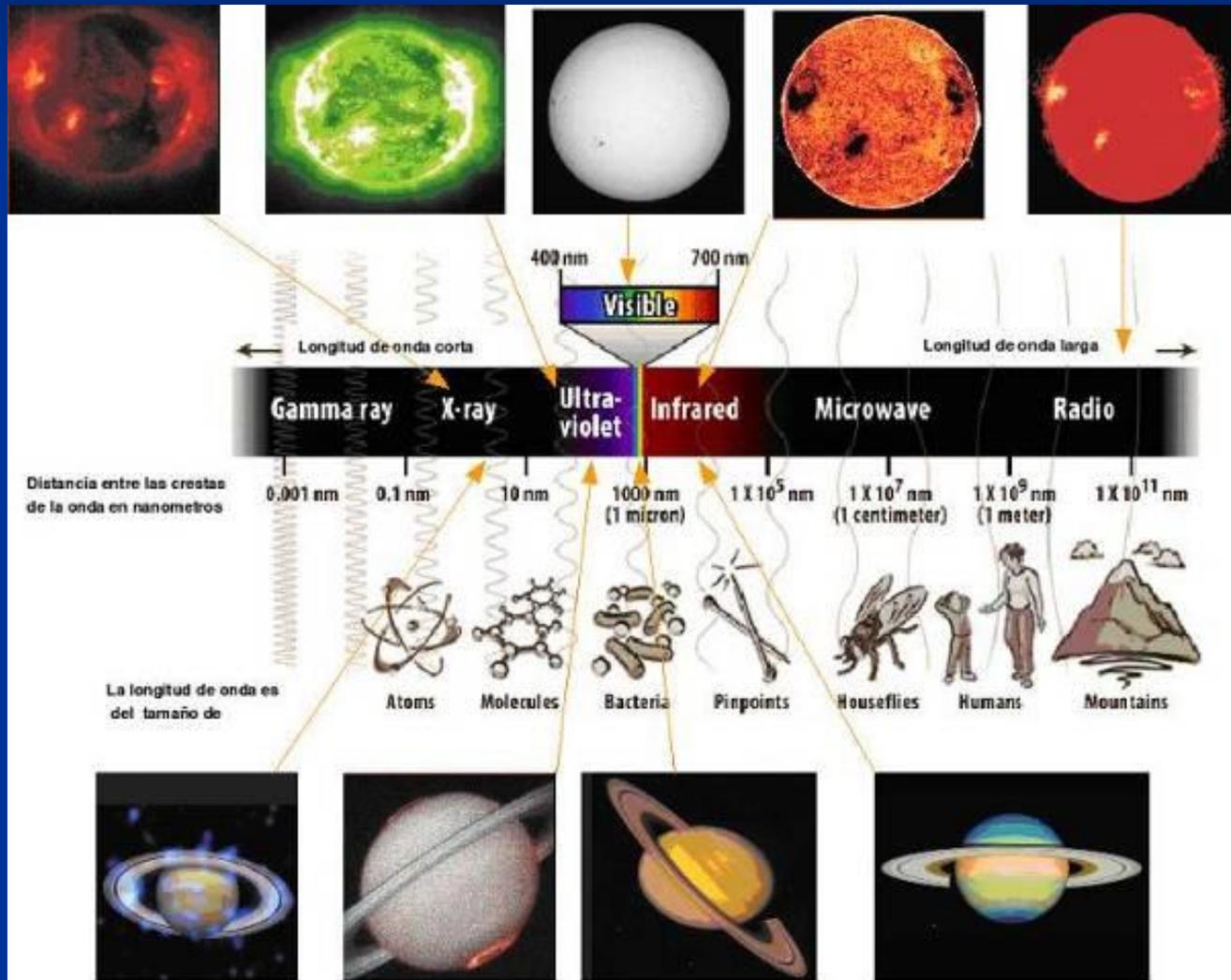
# Презентация

- Веками вселенная изучалась только по видимому человеческому глазу свету.
- Большое кол-во информации можно получить из невидимых человеческому глазу волн.
- Сегодня, помимо видимых излучений, астрономы следят за радио, микроволновым, инфракрасным, ультрафиолетовым, рентгеновским излучением и гамма-лучам.



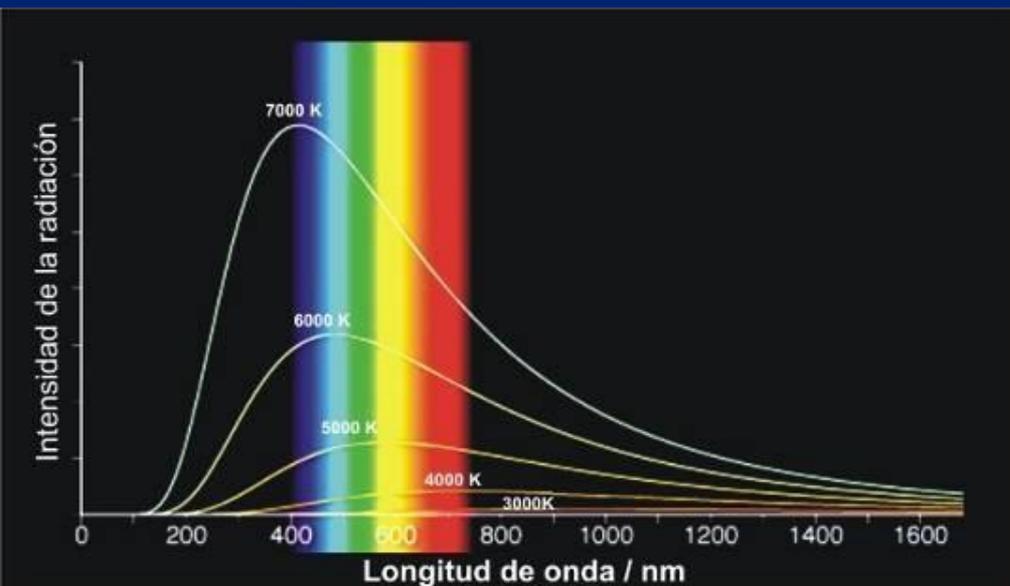
# Электромагнитный спектр

Все типы электромагнитного излучения



# Излучение черного тела

$\lambda_{\text{máx}}$



Любое «черное тело» при нагревании излучает свет на многих длинах волн.

Есть  $\lambda_{\text{máx}}$ , где интенсивность излучения максимальна. Этот  $\lambda_{\text{máx}}$  зависит от температуры  $T$ :

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

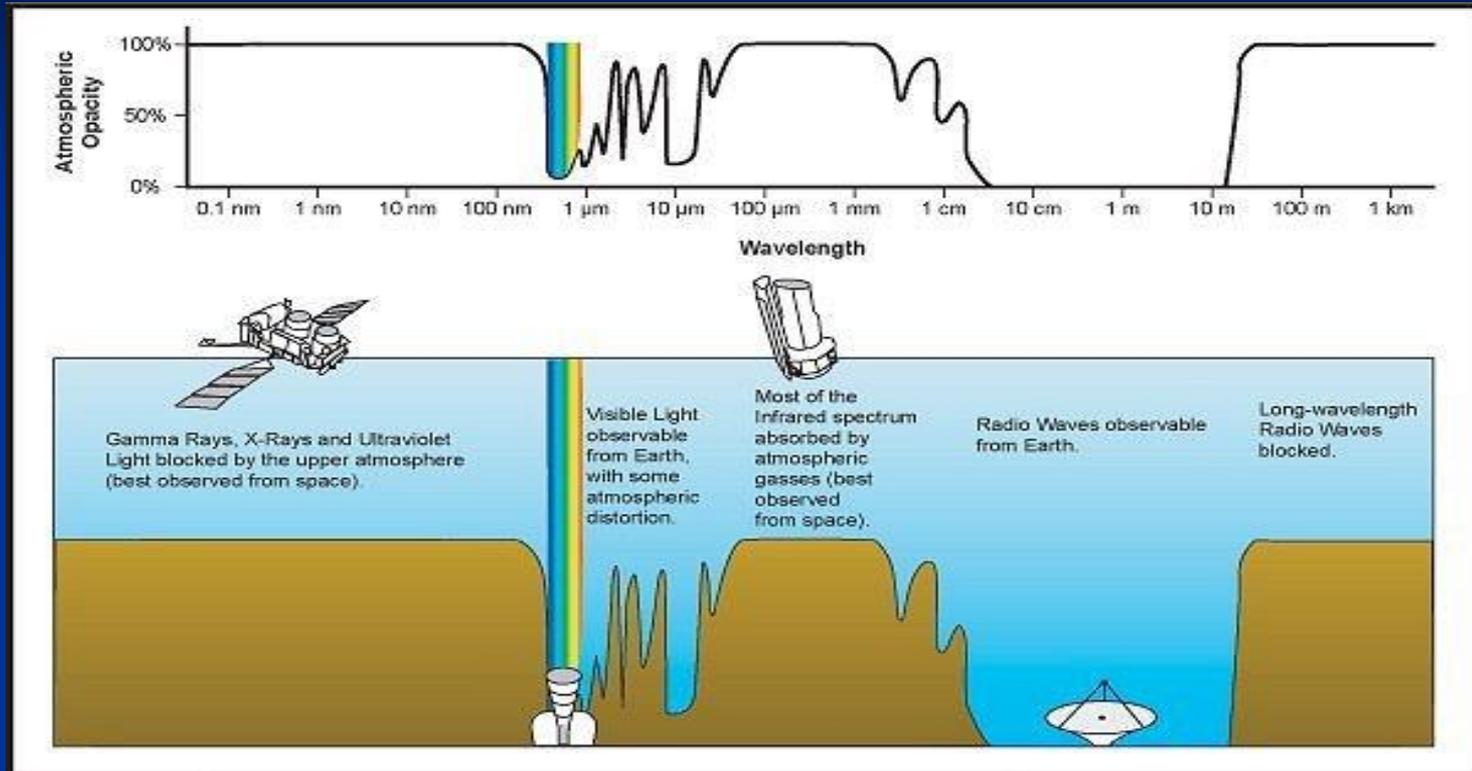
Изучая излучение удаленного объекта, мы можем узнать его температуру, не отправляясь туда. Это относится к звездам, которые представляют собой почти черные тела.

Закон Вина



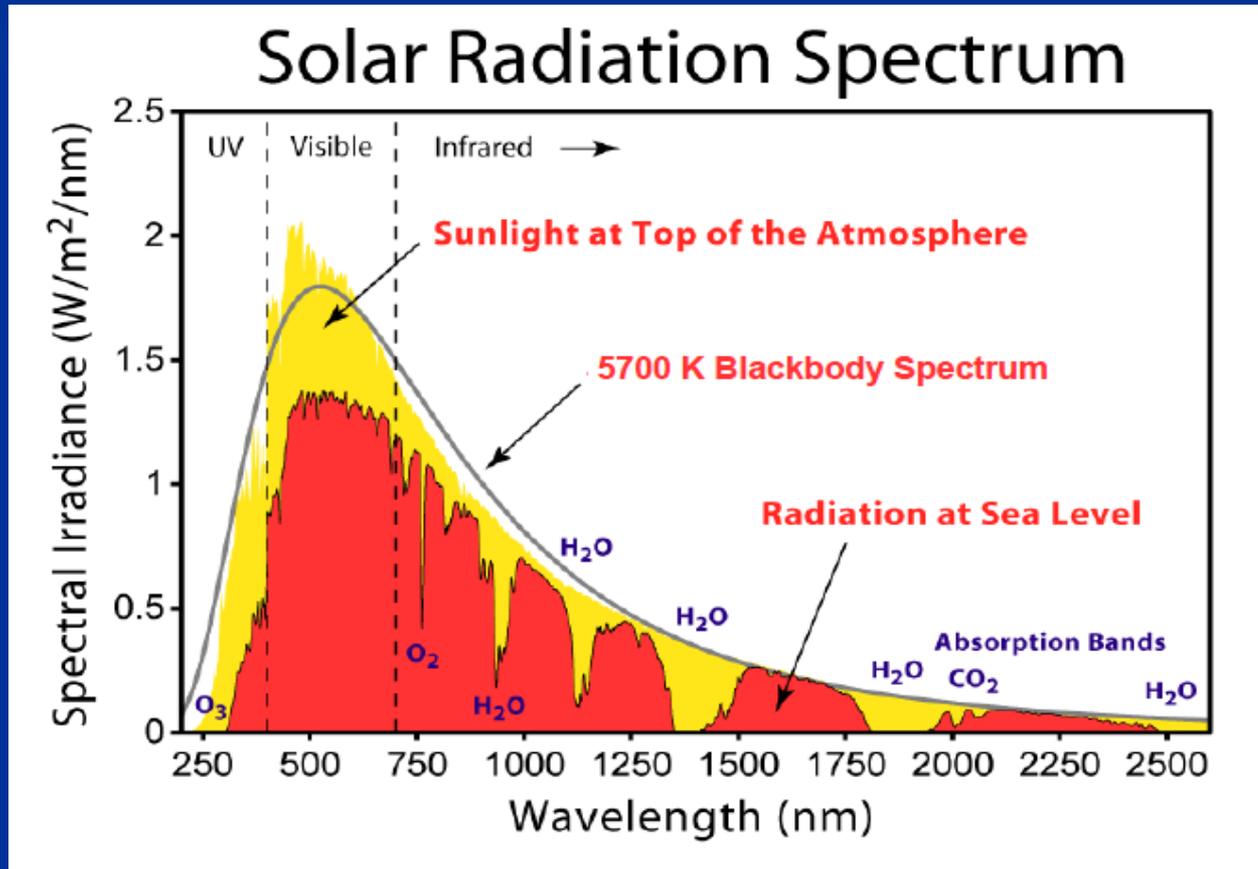
# Солнечная радиация

## Окна для различных энергетических диапазонов



Атмосфера Земли непрозрачна для большинства длин волн излучения. Мы можем обнаружить высокоэнергетическое излучение из космоса, а обнаружение низкоэнергетического излучения требует специальных детекторов.

Когда солнечное электромагнитное излучение проходит через атмосферу, энергетическая светимость «абсолютно черного тела» изменяется, но длина волны  $\lambda_{\max}$ , при котором интенсивность излучения максимальна, остается почти неизменной



Мы знаем, что длина волны  $\lambda_{\max}$ , при которой интенсивность излучения максимальна, обратнопропорционально зависит от температуры  $T$ . Однако, она необязательно должна находиться в видимой области спектра

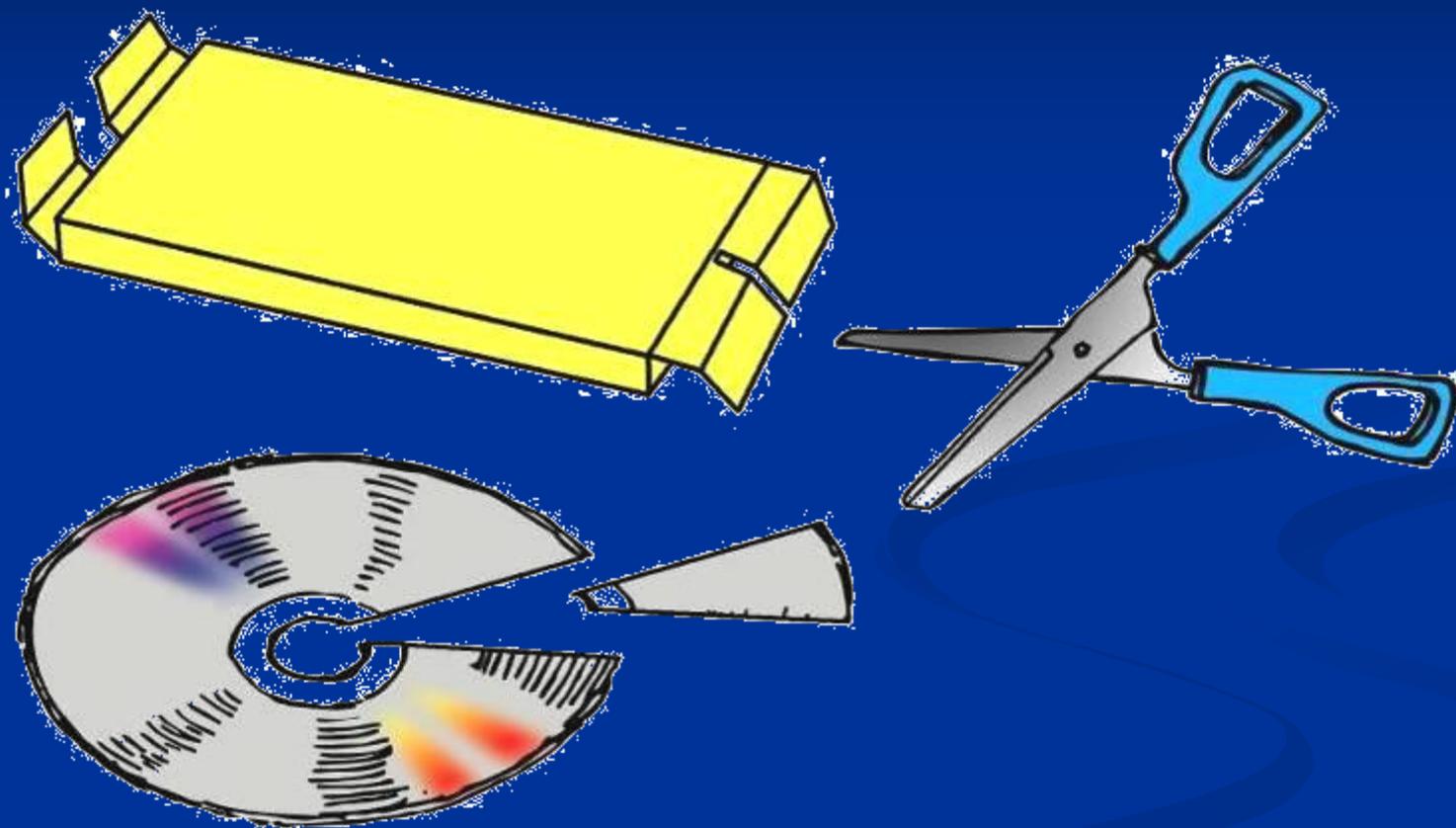


Например, температура человеческого тела составляет  $T = 273 + 37 = 310$  К. Следовательно, максимум излучения приходится на длину волны  $\lambda_{\max} = 9300$  нм.

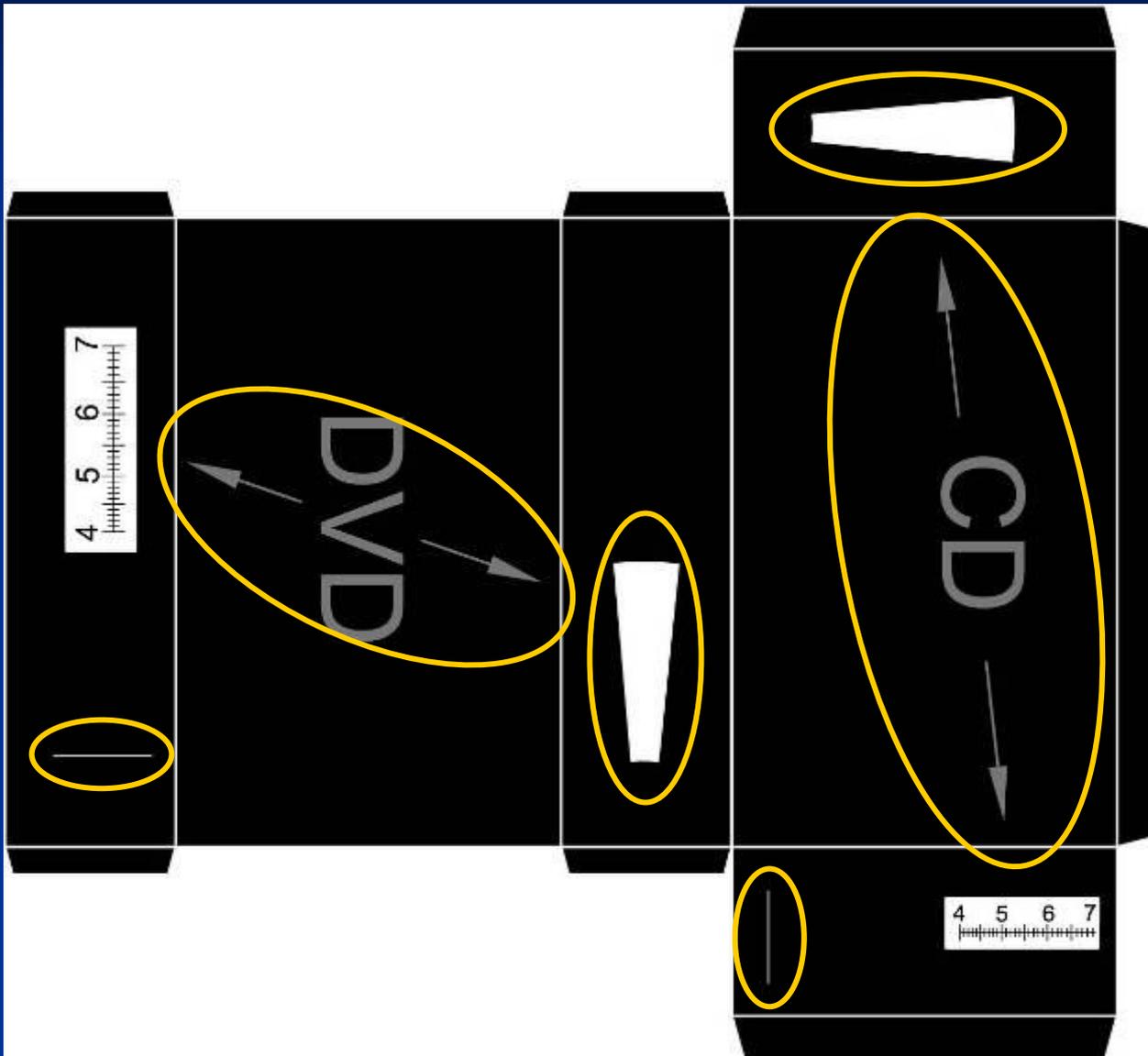
Приборы ночного видения используют данную  $\lambda_{\max}$ .



# Активность 1: спектрометр



# Активность 1: спектрометр



В зависимости от того используете вы DVD или CD диск в конструкции – используйте один из шаблонов.

# Активность 1: спектрометр



Удалите  
металлический слой  
с CD диска  
используя скотч  
или стерев его.

Обратите  
внимание, что  
покрытие не  
отслаивается с  
белых и  
коммерческих  
дисков.



# Активность 1: спектрометр



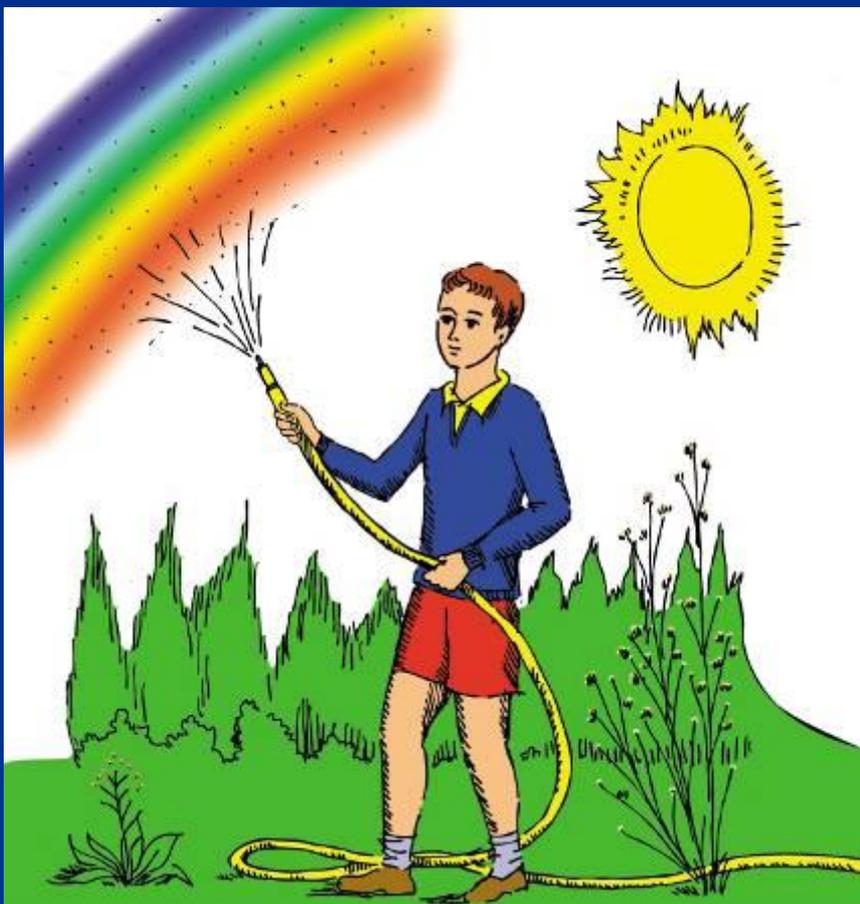
Черная  
поверхность  
должна  
располагаться  
внутри



Сравните  
свет от ламп  
накаливая,  
люминесцент  
ных и  
уличных  
фонарей.



# Активность 2: Декомпозиция солнечного света при помощи капель ВОДЫ



Дети умеют  
разделять солнечный  
свет, чтобы создать  
радугу.

Все что им нужно –  
встать спиной к  
солнцу и направить  
источник ВОДЫ ОТ  
себя.



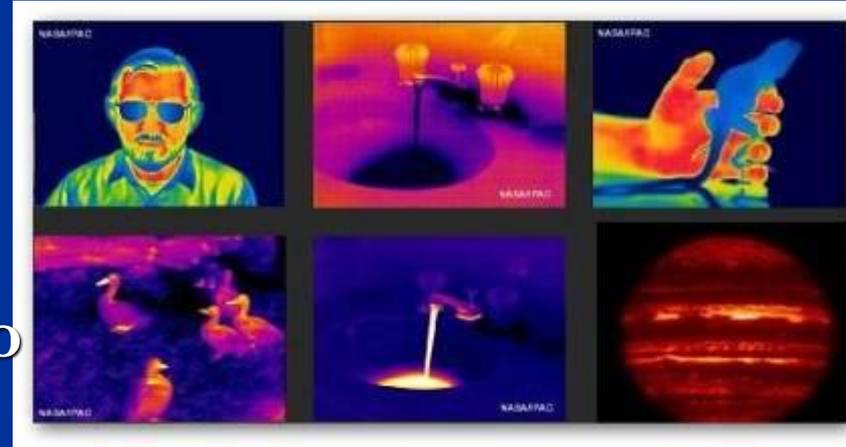
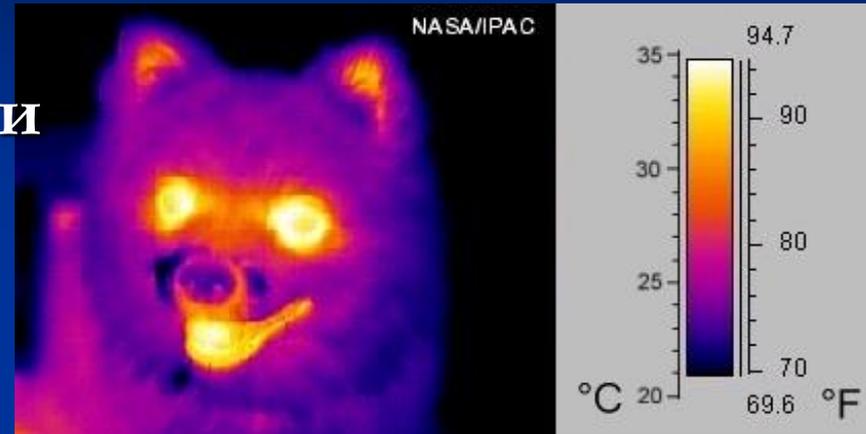
# Другие области спектра



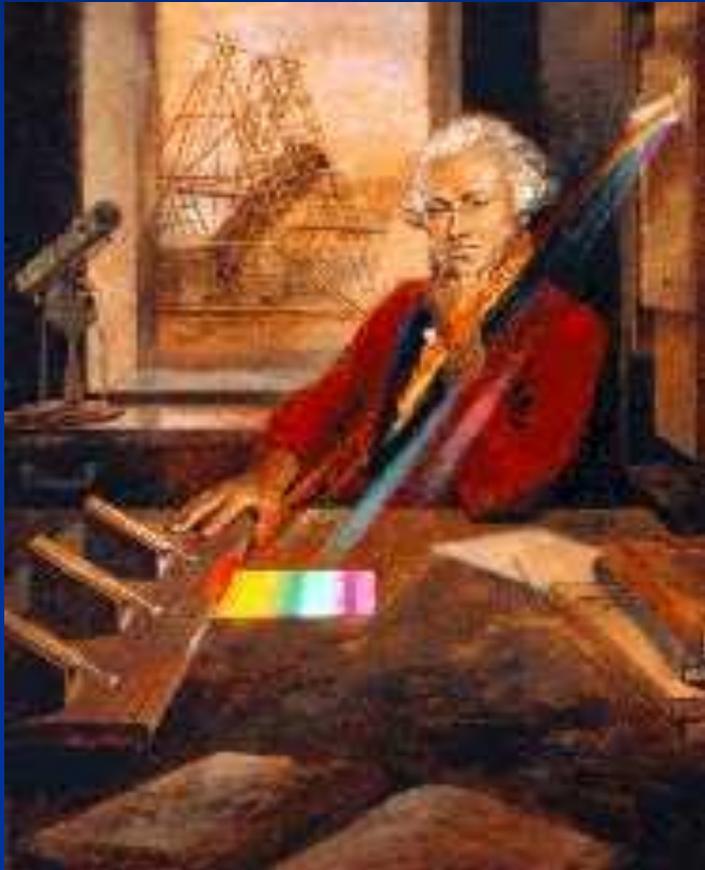
- Существуют материи с температурой гораздо ниже, чем у звезд, например, облака межзвездного вещества.
- Они не излучают видимого излучения, но излучают инфракрасное излучение, микро и радиоволны.
- Тип излучения связан с процессами происходящими внутри объекта.

# Инфракрасное излучение

- Вильям Гершель открыл инфракрасное излучение при помощи призмы и термометров.
- Это свойство теплых телу, даже недостаточно горячих, чтобы излучать видимый свет.
- Для того, чтобы визуализировать его, обычно мы используем некую зависимость между цветом и температурой.

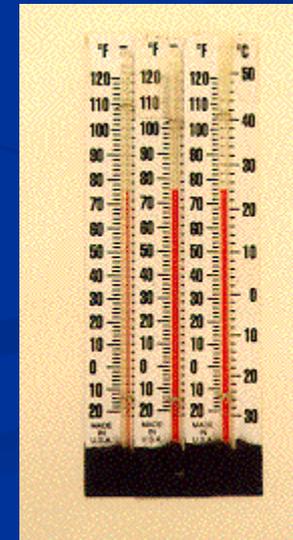
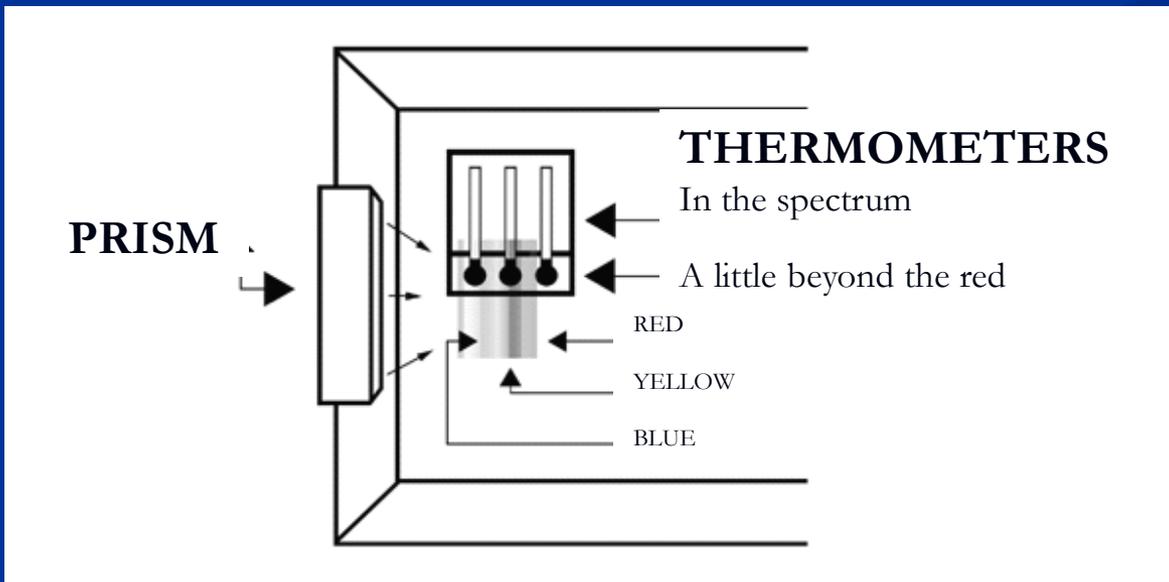
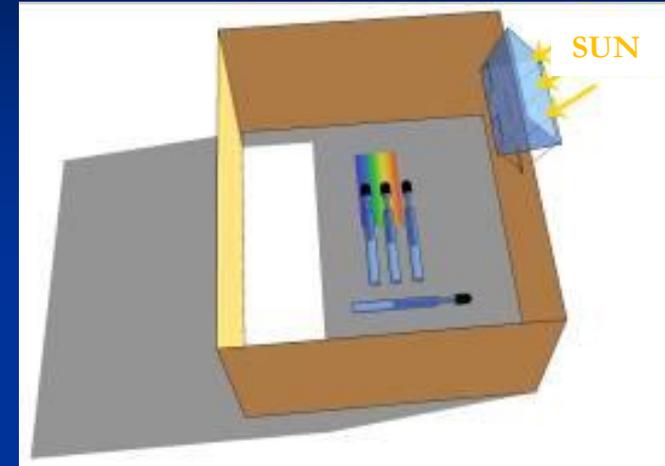
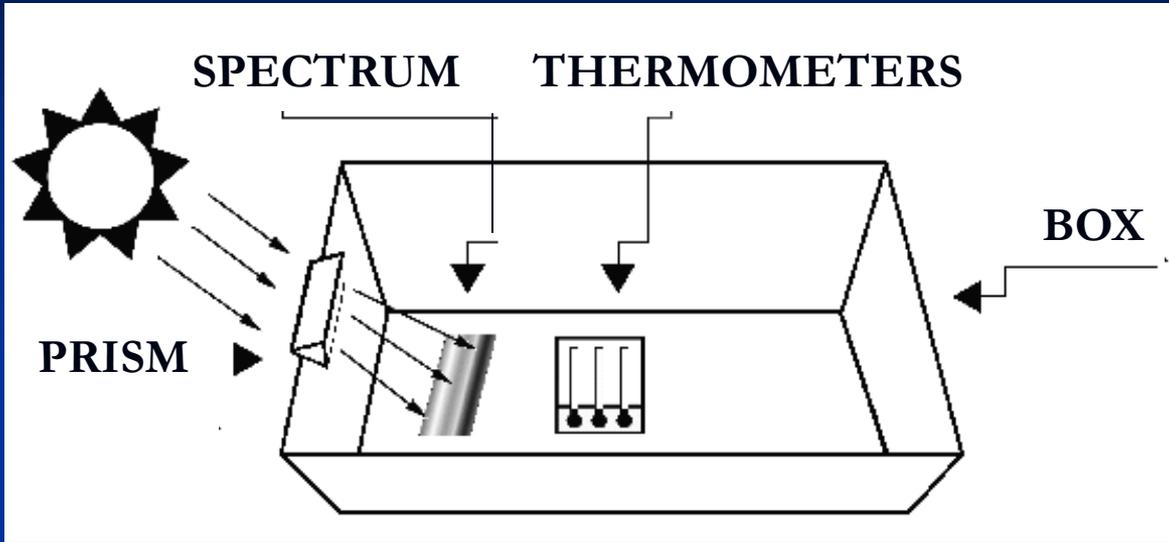


# Активность 3: эксперимент Гершеля

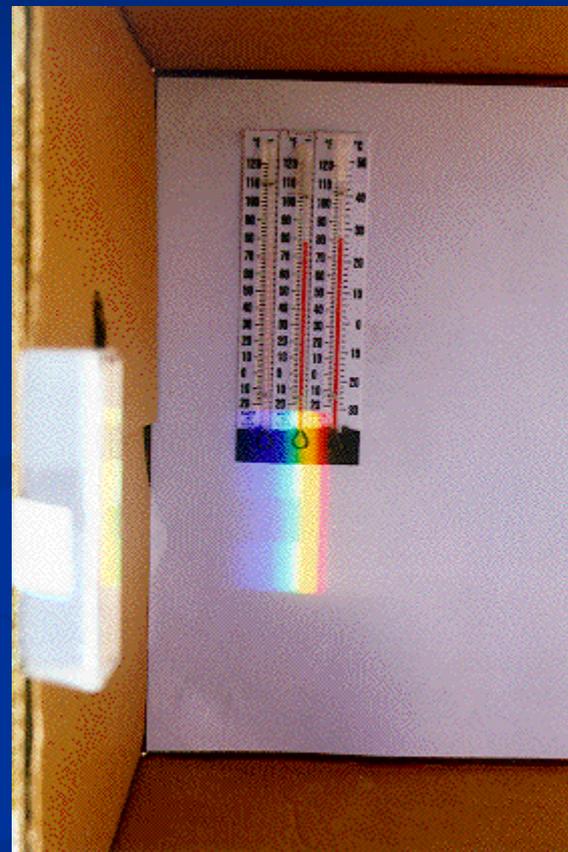
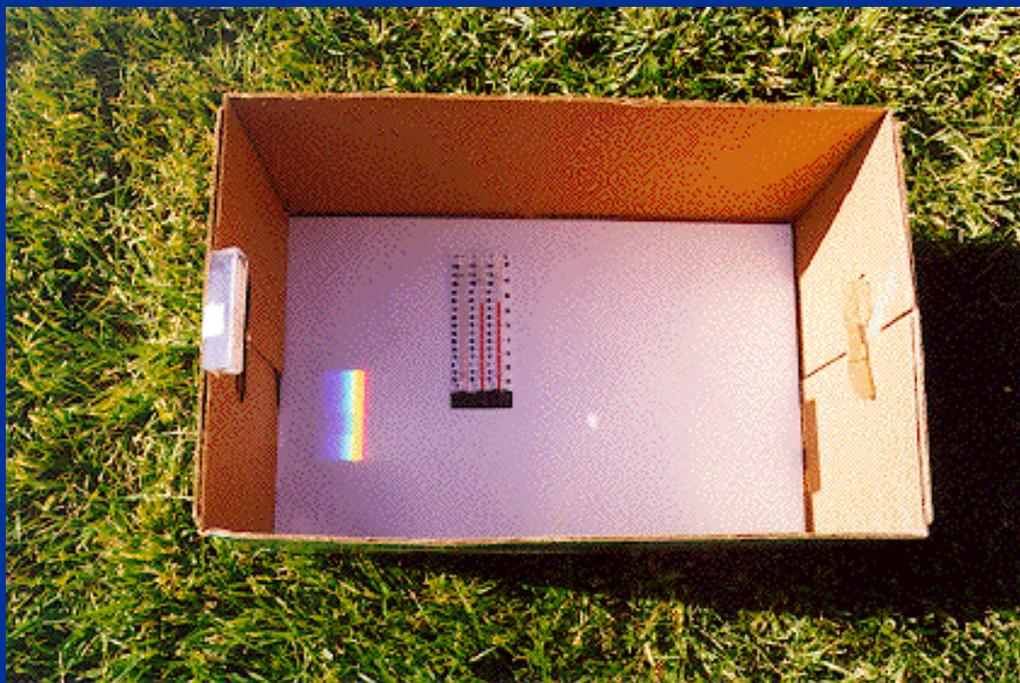


- В 1800, Гершель открыл инфракрасное излучение.

# Активность 3: эксперимент Гершеля



# Активность 3: эксперимент Гершеля



# Активность 3: эксперимент Гершеля

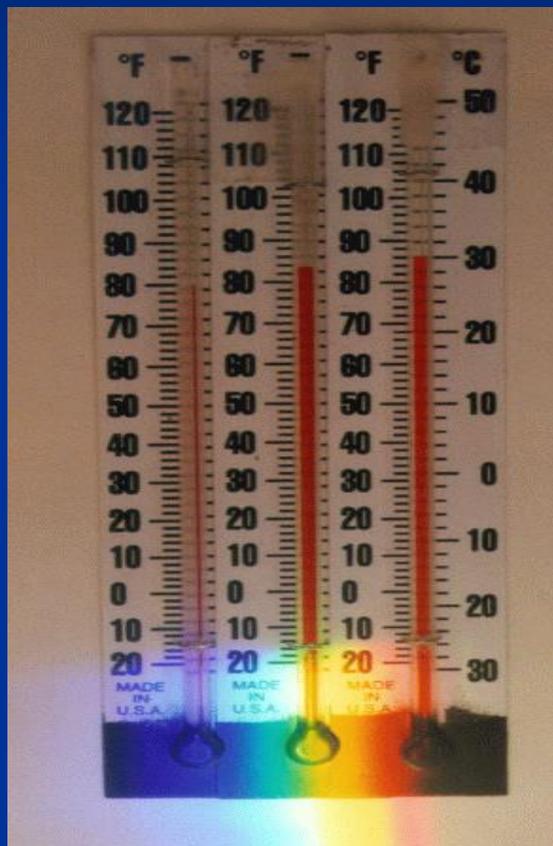


Таблица сбора данных				
	Термометр №. 1 в синем свете	Термометр №. 2 в желтом свете	Термометр №. 3 за пределами красного света	Термометр №. 4 в тени
1 минута спустя				
2 минуты спустя				
3 минуты спустя				
4 минуты спустя				
5 минут спустя				

# Активность 4: Обнаружение ИК волн при помощи телефона

- Пульты дистанционного управления используют инфракрасное излучение, которое наш глаз не видит.
- Многие камеры мобильных телефонов чувствительны к ИК излучению.



# Сила инфракрасного излучения

- Межзвездная пыль поглощает видимый свет гораздо сильнее, чем инфракрасный

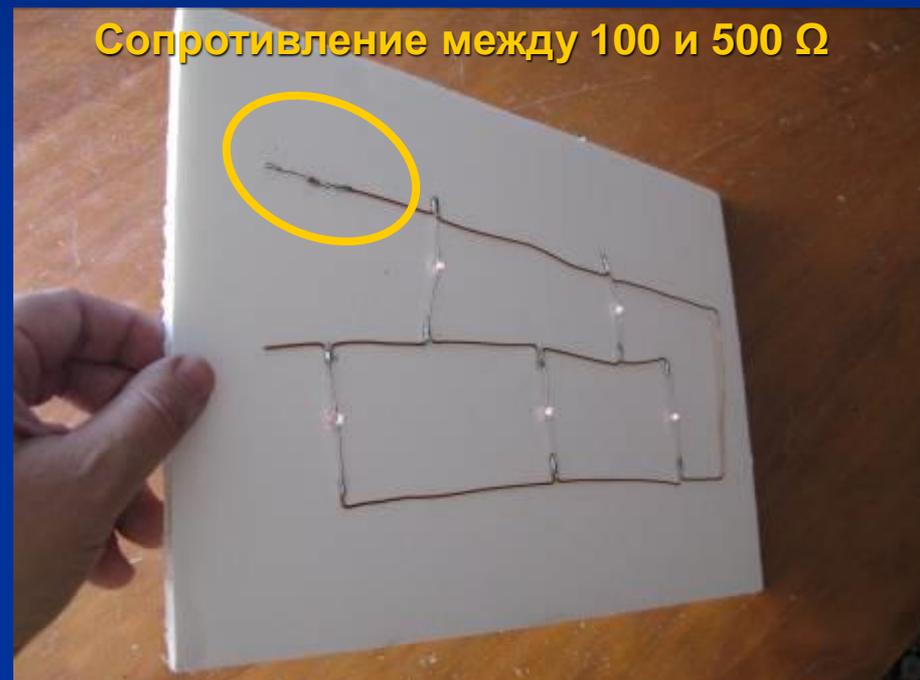
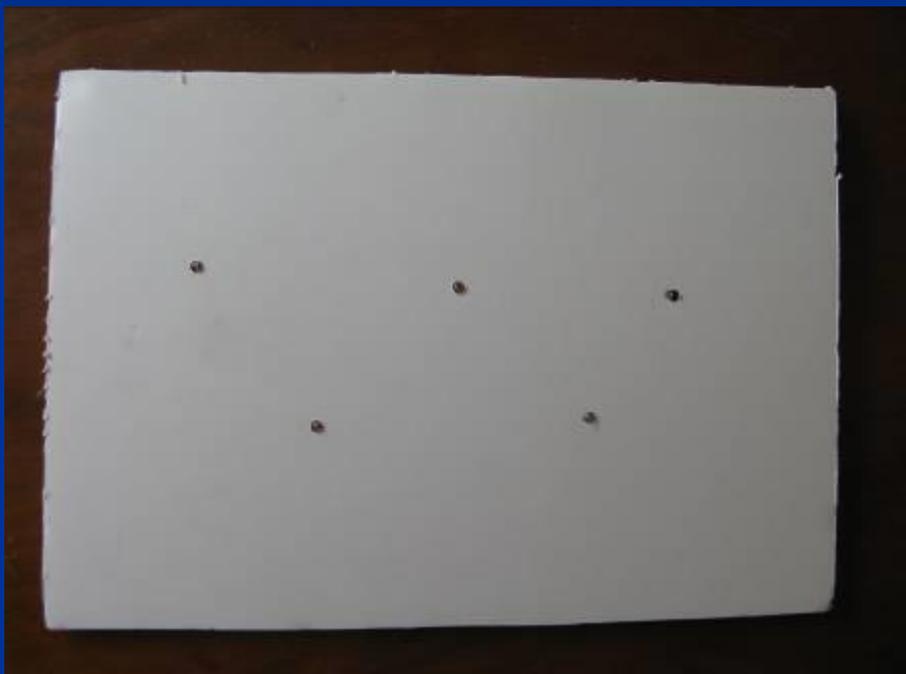


# Активность 5: Обнаружение УФ излучение при помощи фонарика

- Большая часть энергии, излучаемая лампой накаливания, находится в видимом диапазоне. Но лампа так же излучает и инфракрасный свет, который может проникать в некоторые ткани, в которые невозможно проникнуть видимым излучением.
- То же самое происходит с галактической пылью, которую нельзя обнаружить в видимом спектре, но которую можно увидеть по инфракрасному излучению .



# Активность 6: созвездие из ИК светодиодов



Кассиопея из ИК светодиодов.

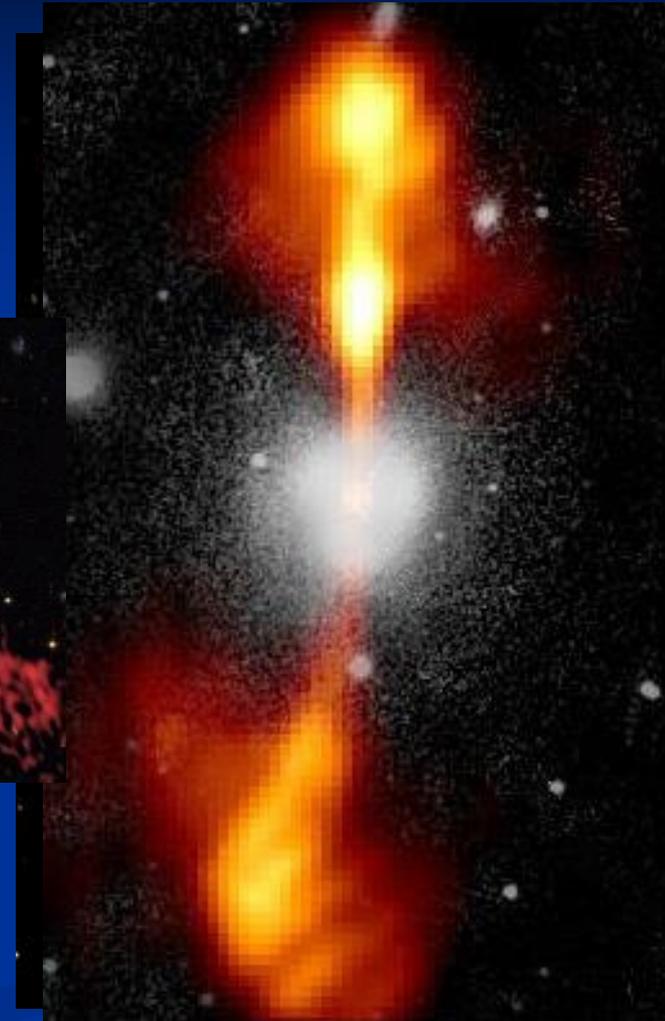


# Активность 7: созвездие с дистанционным управлением

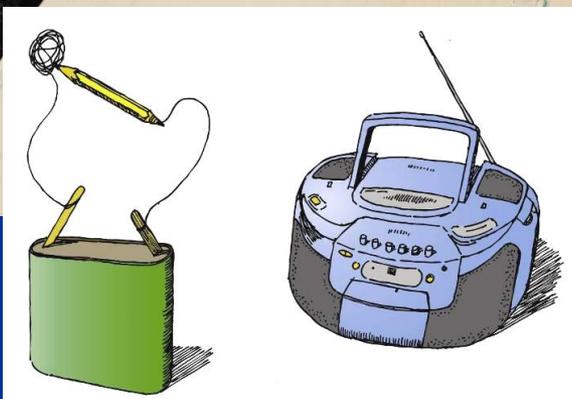
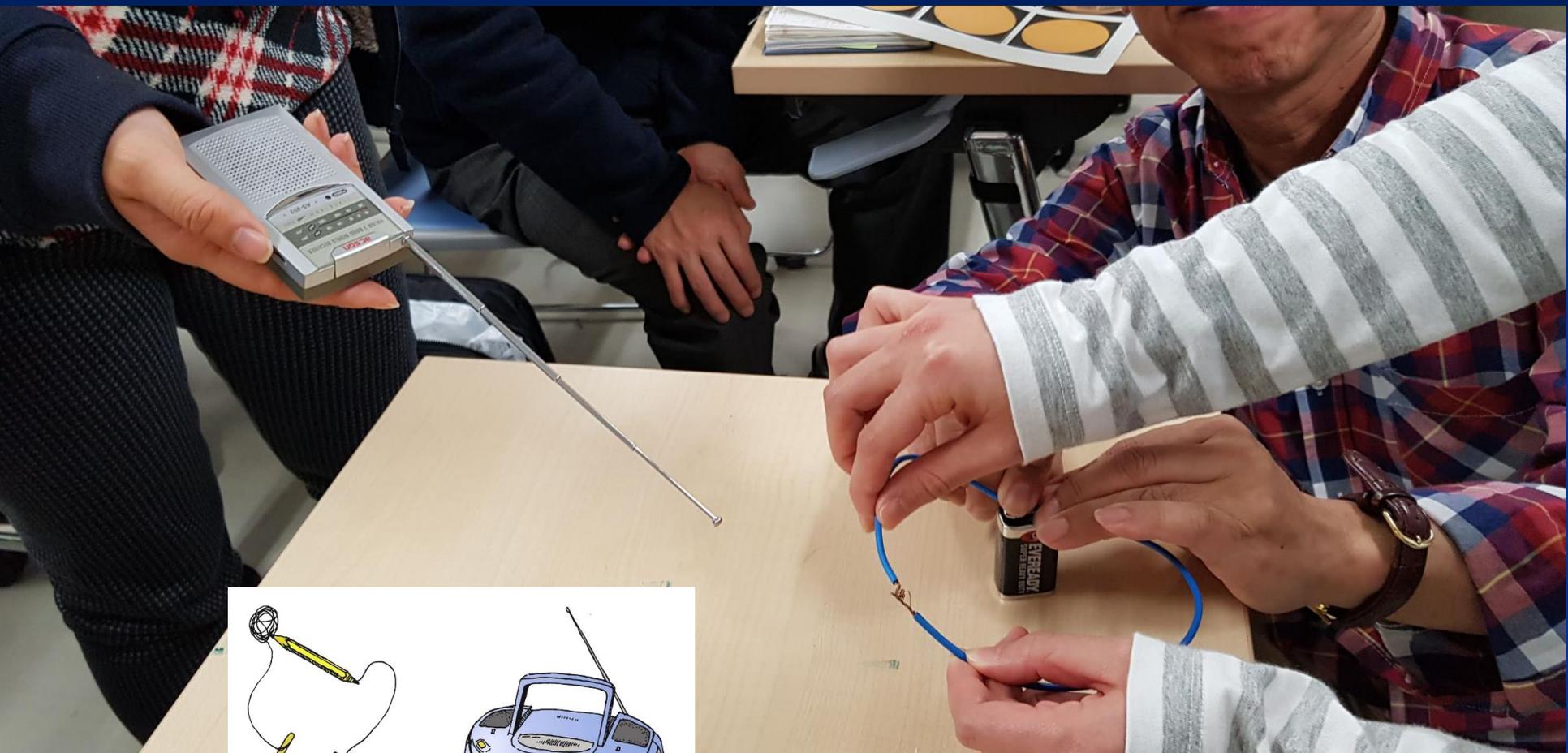


# Излучение радиоволн

- Электромагнитное излучение с длиной волны от метров до километров называется радиоволнами
- Они используются для коммерческих станций.
- Радиоволны так же приходят из космоса и несут в себе информацию, которую невозможно увидеть на волнах иной длины



# Активность 8: Радио волны



# Ультрафиолетовое излучение

- УФ фотоны имеют более высокую энергию, чем у фотонов видимого спектра света.
- УФ-излучение разрушает химические связи в органических молекулах.
- В высоких дозах УФ излучение может быть смертельно для человека.
- УФ-С отфильтровывается озоновым слоем нашей



Иоганн Риттер открыл ультрафиолетовый свет в 1801.



# Ультрафиолетовое излучение

- Солнце создает ультрафиолетовое излучение, но большая его часть отсеивается в верхних слоях атмосферы Земли. Остатки, которые добираются до поверхности Земли – важны для жизни на планете.
- Это излучение создает загар на нашей коже.
- Если озоновый слой станет тоньше – Земля будет получать более высокие дозы ультрафиолетового излучения, что плохо отразится на здоровье людей



# Ультрафиолетовое излучение



Галактика  
Андромеда  
в видимом  
спектре  
(Hubble)



Андромеда в  
УФ спектре  
(Swift)

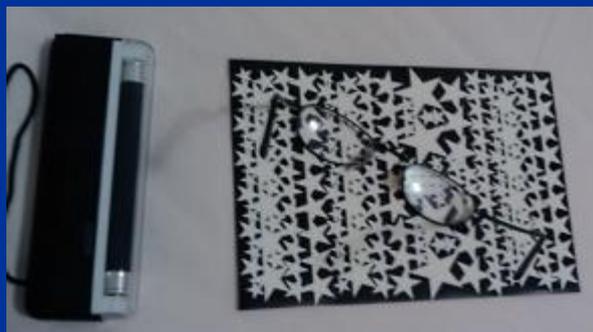
# Активность 9: Лампа черного цвета (УФ)

- Детектор фальшивых купюр и проверки документов



# Активность 9: Фильтр УФ-излучения

- Лампа черного цвета или детектор проверки купюр.
- Флуоресцентный материал (реагирующий на УФ свет).
- Обычное стекло или очки (но не из пластика): В зависимости от типа стекла УФ поглощается частично или полностью, а пластик - нет.



Флуоресцентный материал и очки, подсвеченные обычным источником света.



Все то же самое, но УФ свет.



Тень от очков на материале

# Активность 10: фильтр ультрафиолетового излучения

Озоновый слой образуется в результате взаимодействия света и

$O_2$ :  $O_2 + h\nu \rightarrow O + O$  ( $h\nu$ : ультрафиолетовая энергия фотодиссоциации).



И в то же время  $O_3$  фильтрует ультрафиолет:



Это правильный баланс для развития жизни.



Важно  
использовать  
очки, чтобы не  
получить  
повреждение  
сетчатки



# Рентген

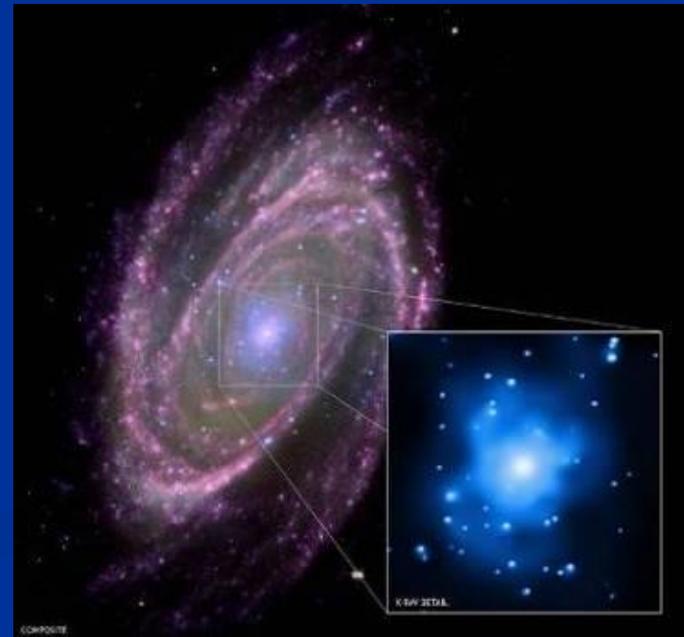
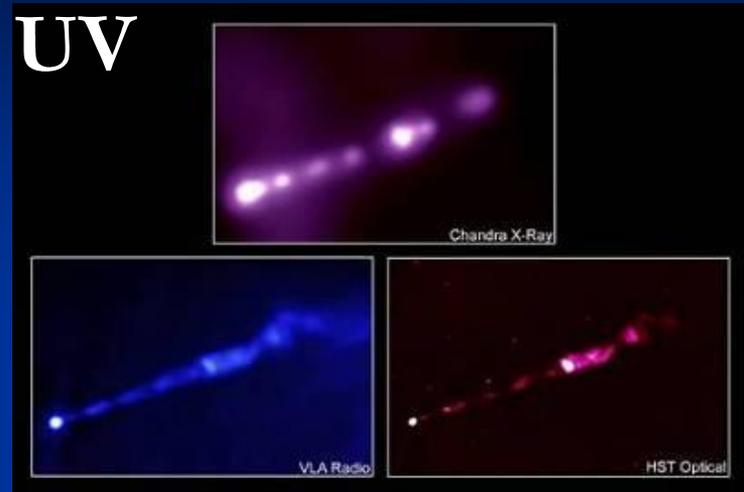
- Большую энергию фотонов, чем у УФ, имеет рентгеновское излучение.
- Оно используется в медицине для рентгенографии и других видов радиологии.



# Рентген

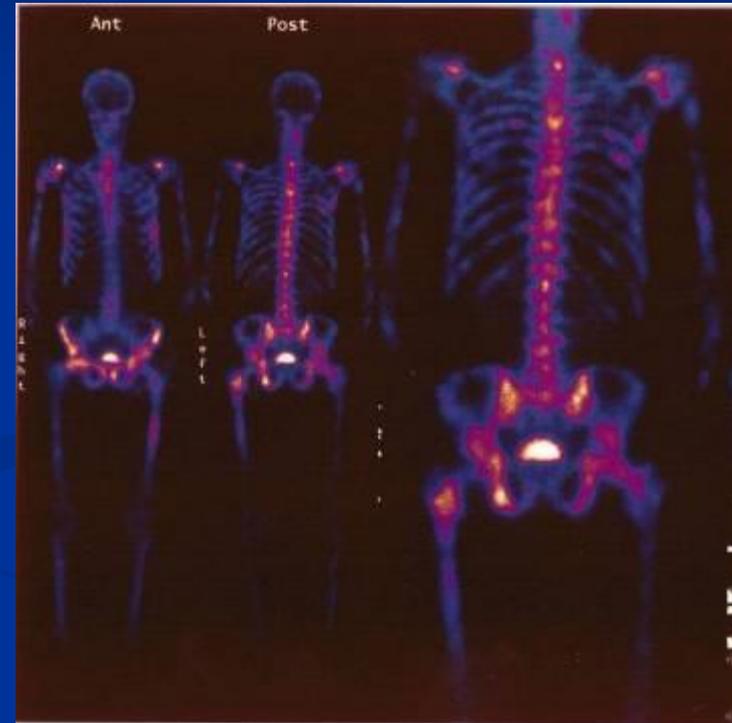
Большая энергия, чем у UV

- В космосе рентгеновское излучение является характеристикой событий и объектов с высокой энергией: черные дыры, столкновения звезд итд.
- Миссия телескопа Чандра в мониторинге и обнаружении объектов такого типа.



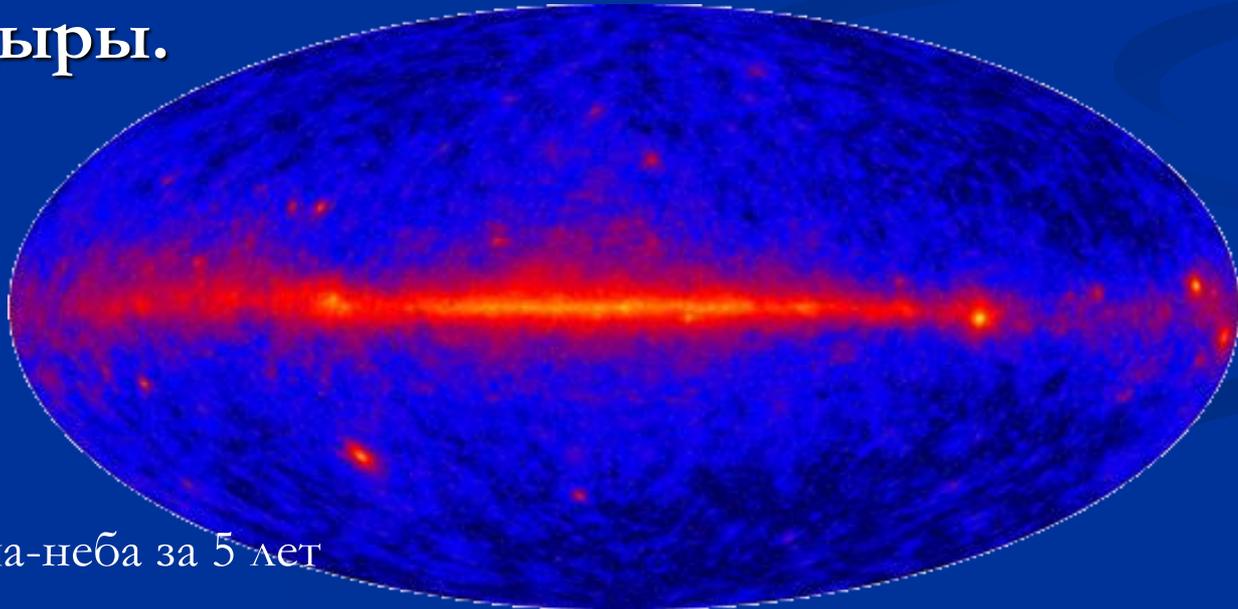
# Гамма-лучи

- Самое мощное излучение.
- На Земле Гамма-лучи излучают только наиболее радиоактивные элементы.
- Как и рентгеновские лучи – они используются в медицине для проведения исследований и лечения болезней, например, онкологических.



# Гамма-лучи

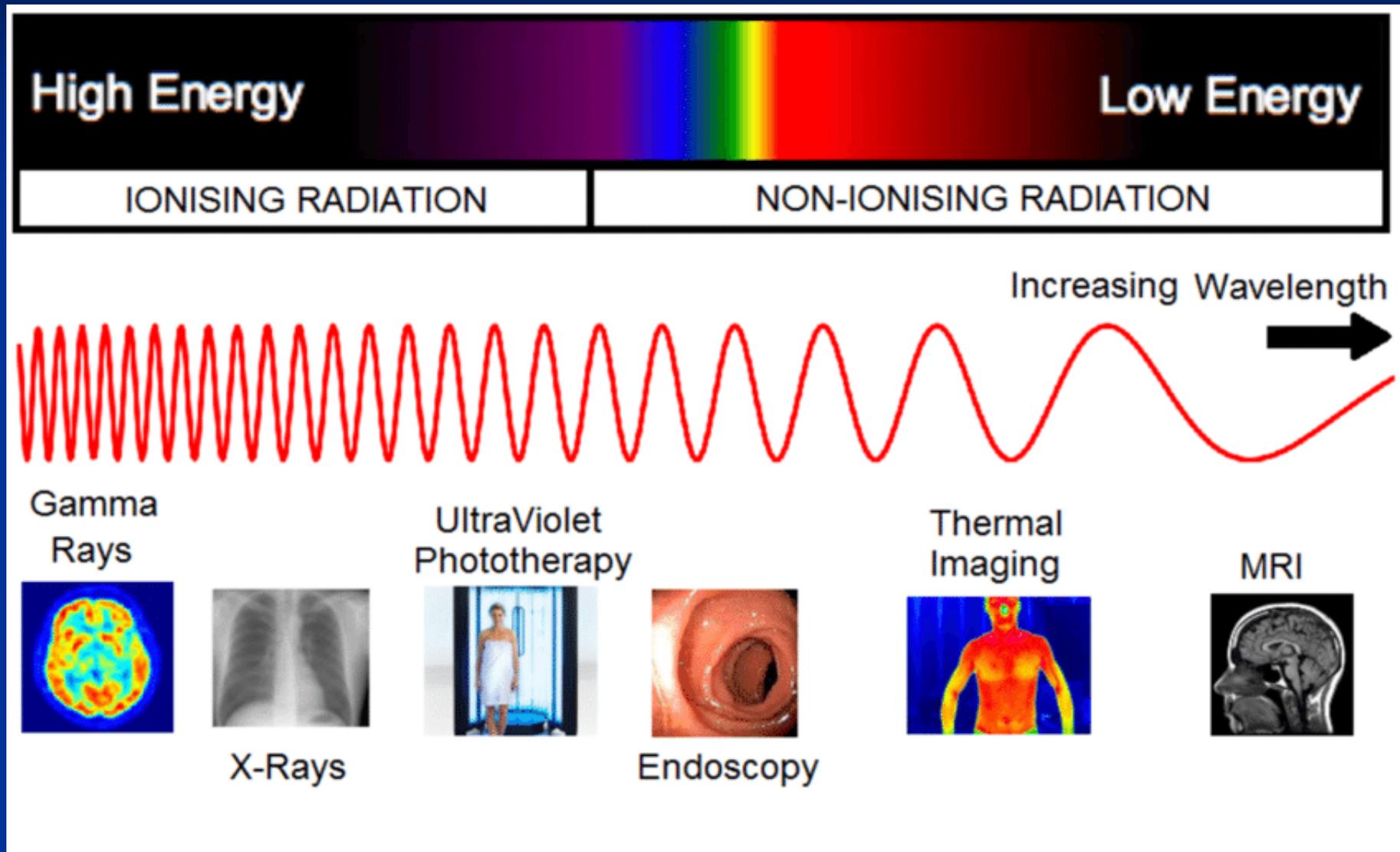
- Случайные вспышки гамма-лучей не редкость в небе
- Они бывают разных типов и могут длиться от пары секунд до нескольких часов. Большая проблема определить их точное расположение, чтобы понять, какие объекты явились причиной вспышки.
- Астрономы склонны связывать их со слияниями двойных звезд, что может привести к образованию черной дыры.



Состояние гамма-неба за 5 лет



# Использование электромагнитных волн в медицине



## Использование радиоволн

- Магнитный резонанс (MRI scan), диагностика мягких тканей



MRI Человеческое сердце



MRI Здоровое колено

## Использование рентгена

- Рентгенограммы и компьютерная осевая томография (CAT scan)



X-ray



CAT здоровое колено

## Использование гамма-лучей

- Визуальные тесты и методы лечения болезней, таких как рак. Используется в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ scan)



**Большое спасибо за  
внимание!**

