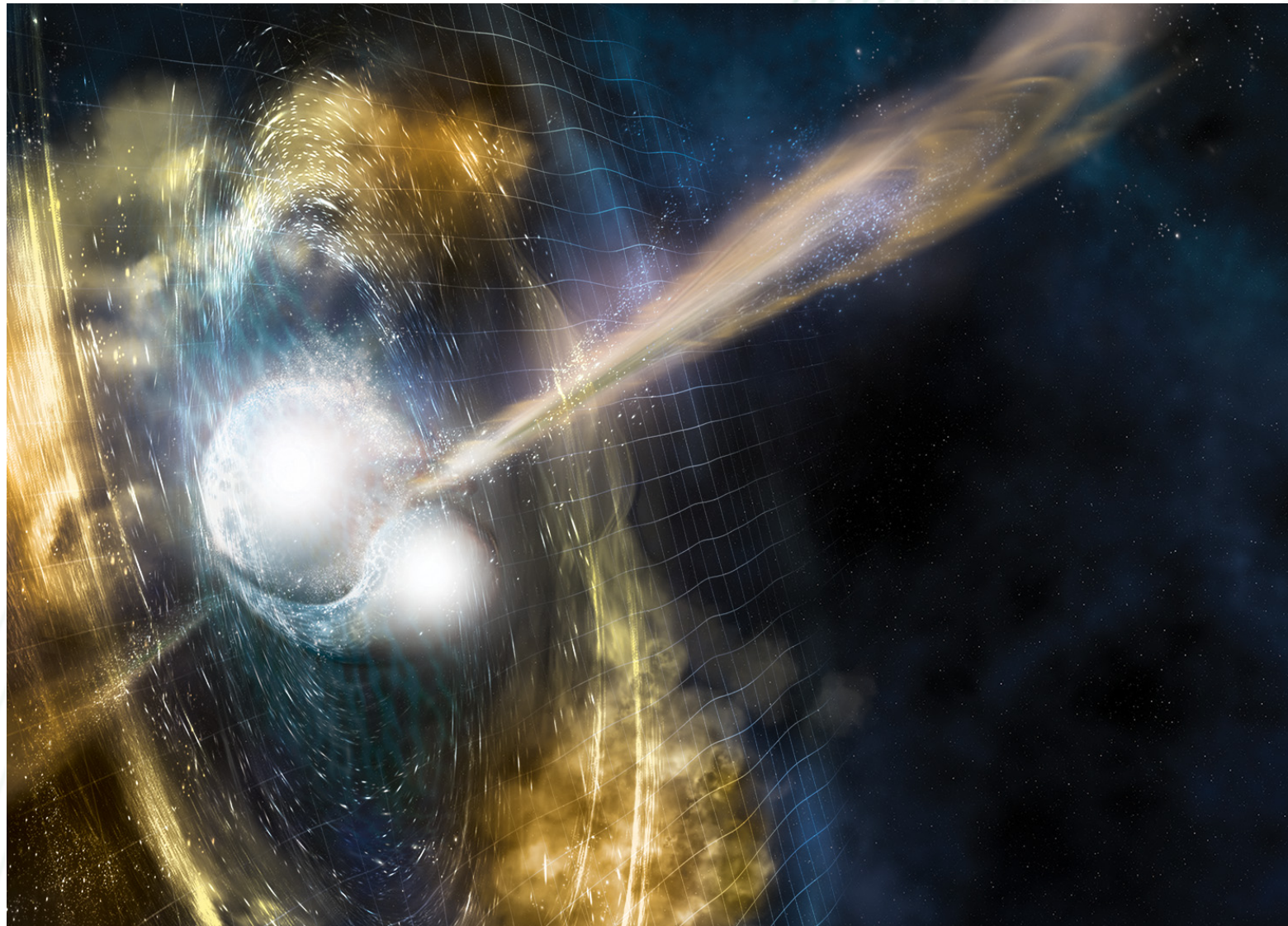




Astrofísica relativística: uma visão geral sobre estrelas de nêutrons



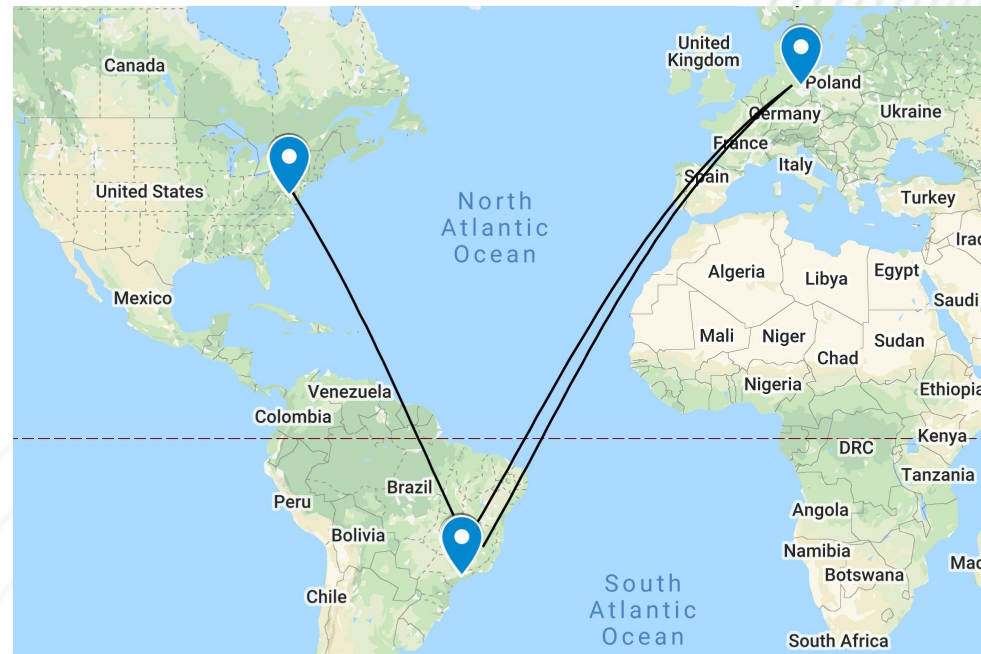
Cecilia Chirenti

Aventuras em Física Teórica - Ensino Médio no ICTP-SAIFR 1/8/2020

Quem sou eu?

4 Pesquisadora na NASA/GSFC

2 Pós-Doc no MPI for Gravitational Physics



1 Estudante de Bacharelado e Doutorado em Física na USP

3 Professora na UFABC



Aula Interativa

Diferentes oportunidades para os alunos participarem:

Perguntas dos alunos

Vamos ver as perguntas mais votadas no *slido* sobre os temas vistos até agora. Perguntas mais gerais serão respondidas no final!

Enquete

Escolham uma alternativa para votar na janela da enquete.
Também vale chutar uma resposta!

Pergunta para discussão

Levantem a mão para responder, ou coloquem suas respostas no chat!

Discussão em grupos

- 1 os alunos vão em grupos de 5 para as salas de discussão
- 2 cada grupo escolhe um representante
- 3 a discussão será finalizada em 10 min
- 4 o representante escreve a resposta do grupo na planilha (280 caracteres)

Pergunta para discussão:



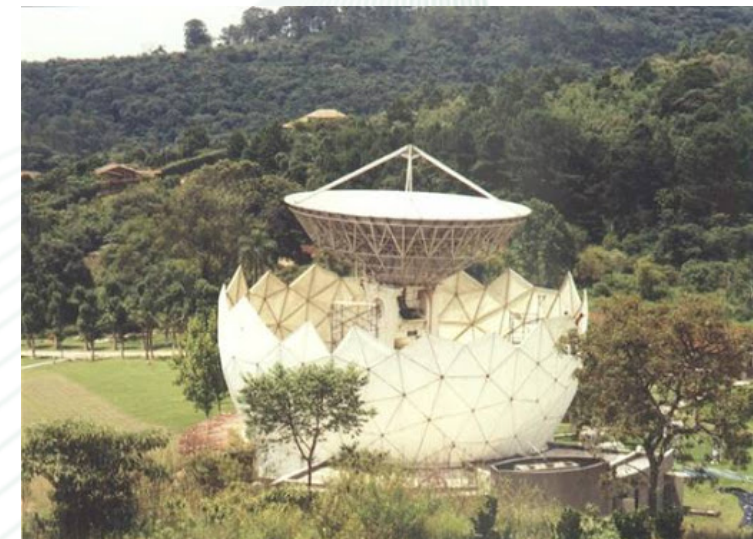
O que um rádio telescópio “vê”?



1997



Arecibo, Porto Rico



Atibaia, SP



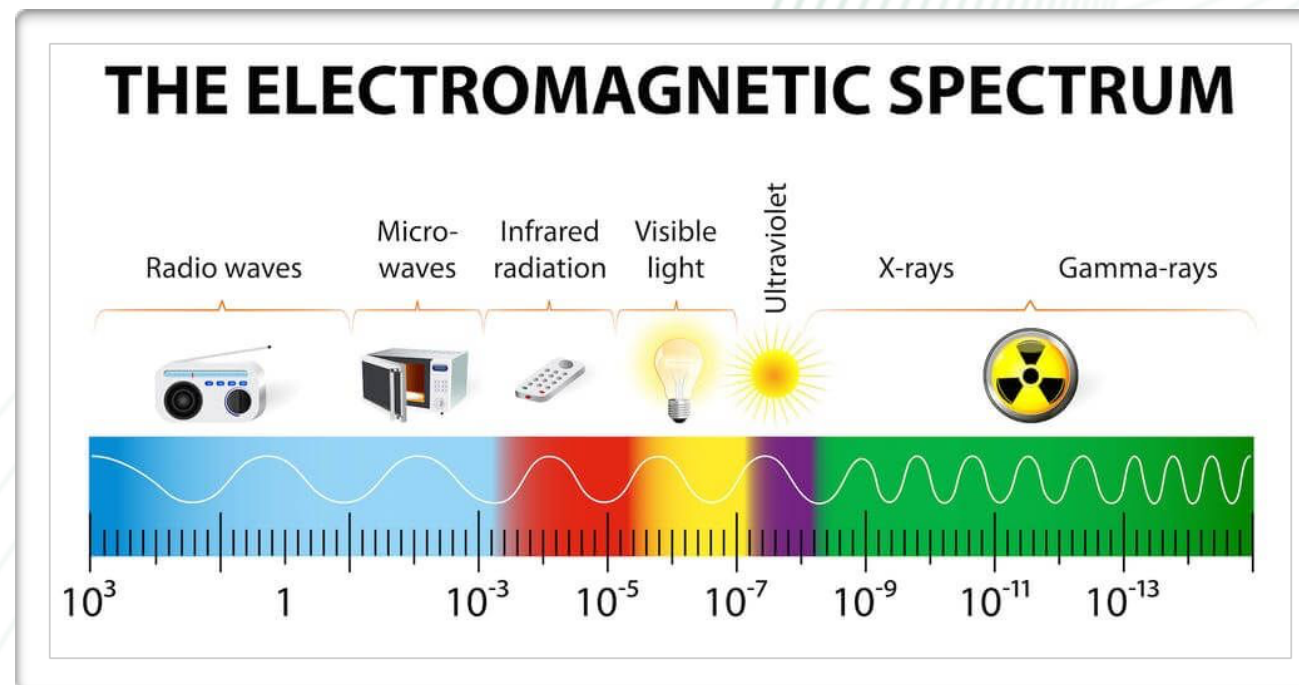
1995

Levantem a mão para responder, ou coloquem suas respostas no chat!

Pergunta para discussão:



O que um rádio telescópio “vê”?



Comprimento de
onda *maior*
Frequência *menor*
Menos energético

Comprimento de
onda *menor*
Frequência *maior*
Mais energético

Ondas de rádio também são luz!

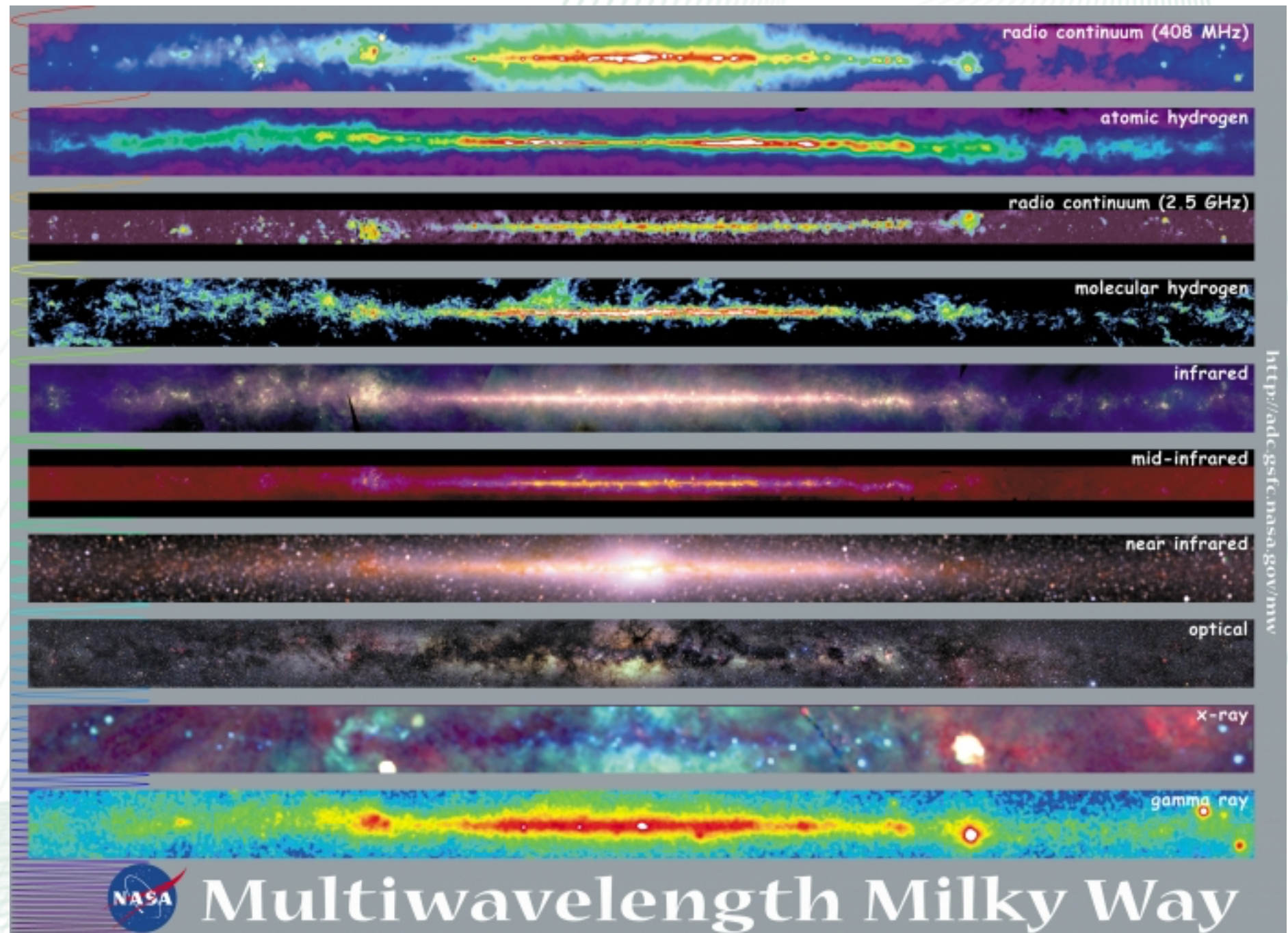
$$c = \lambda f \quad E = hf$$

Pergunta para discussão:



O que um rádio telescópio “vê”?

Observamos a Via Láctea em todos os comprimentos de onda!



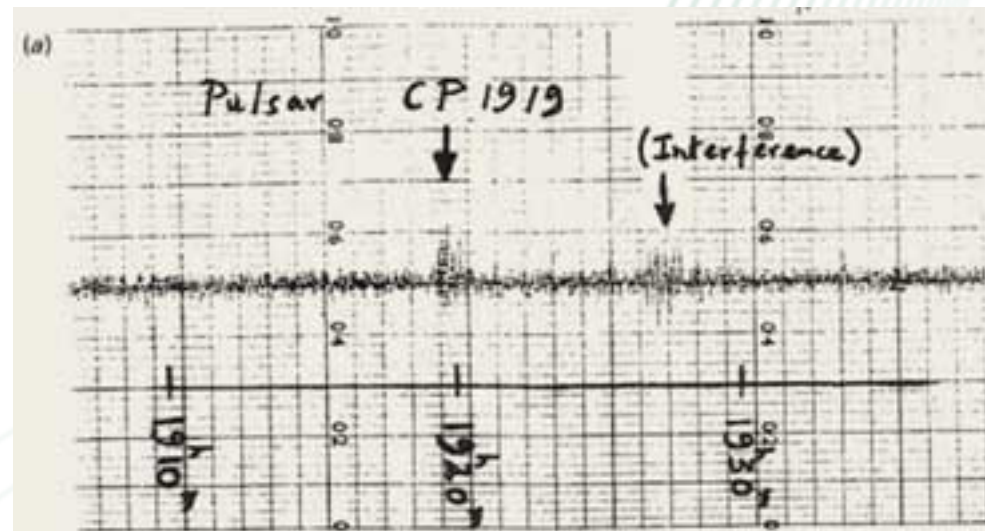
Estrelas de nêutrons: como tudo começou

A descoberta dos pulsares



Jocelyn Bell - 1967

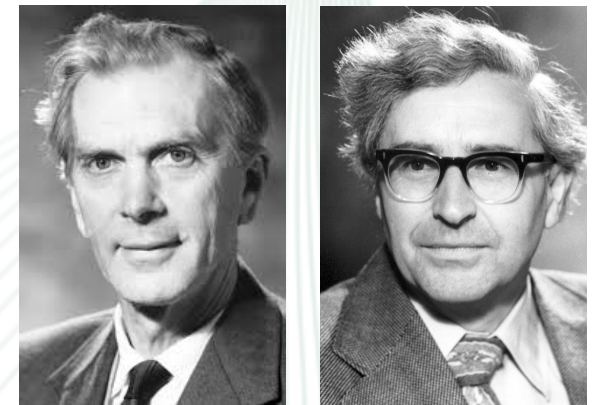
Little Green Men?
LGM₁, LGM₂, LGM₃



dados



“telescópio” em Cambridge

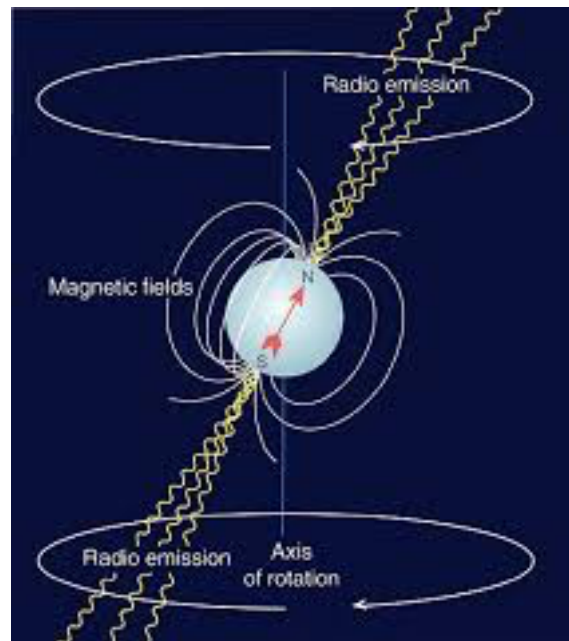


Prêmio Nobel de Física de 1974



Breakthrough Prize 2018

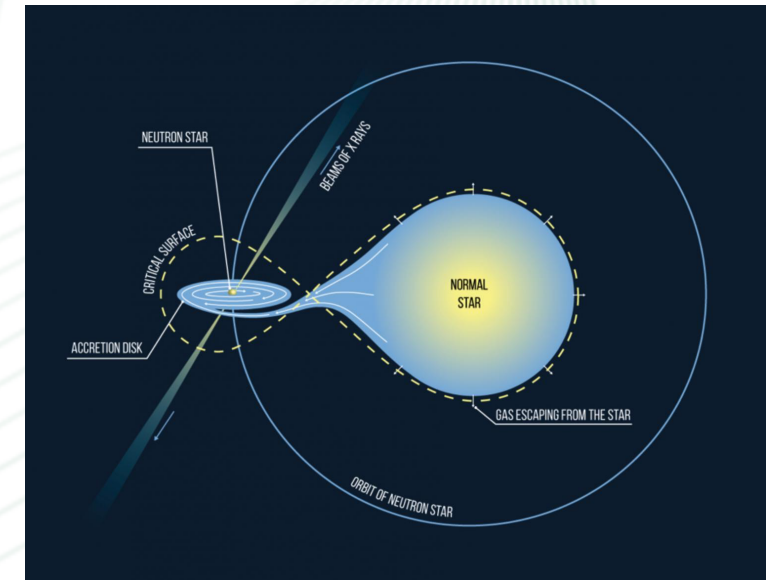
Como observamos estrelas de nêutrons?



Rádio pulsares



Nebulosa do Carangueijo

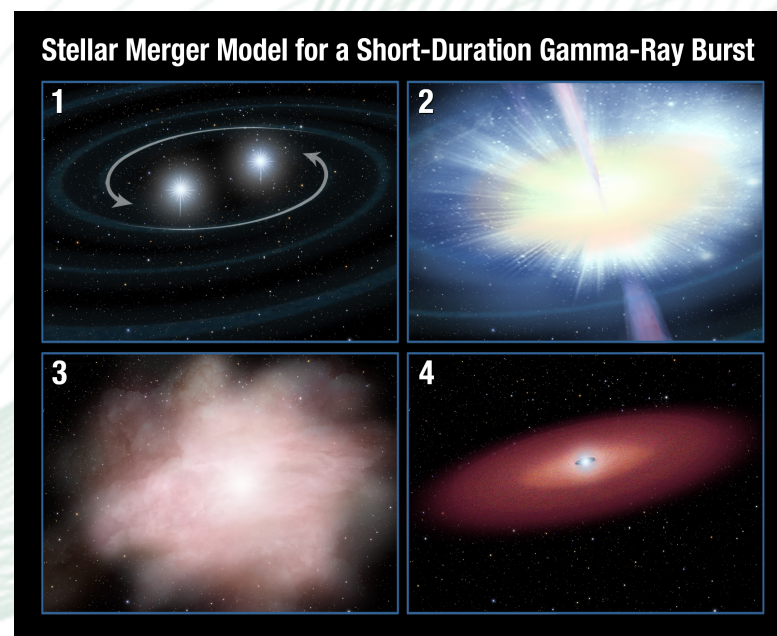


Binários de raios X

Ondas gravitacionais



LIGO



Kilonova

Short gamma-ray burst

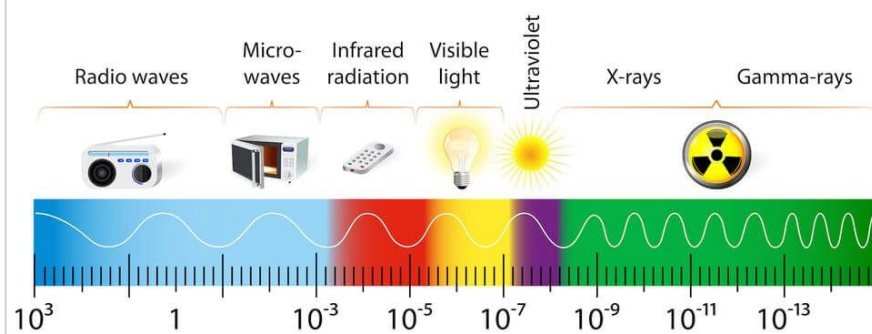


Satélite Fermi

Perguntas?

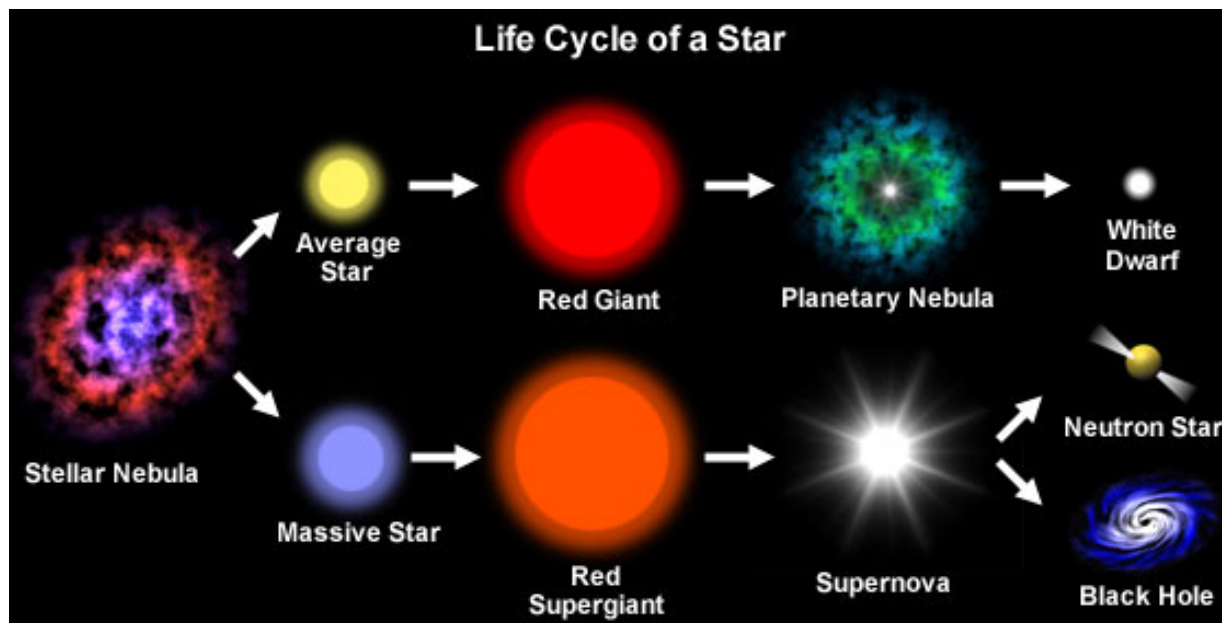


THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



Vamos ver as perguntas mais votadas no *slido* sobre os temas vistos até agora. Perguntas mais gerais serão respondidas no final!

Como nascem as estrelas de nêutrons? Supernovas!



Enquete:

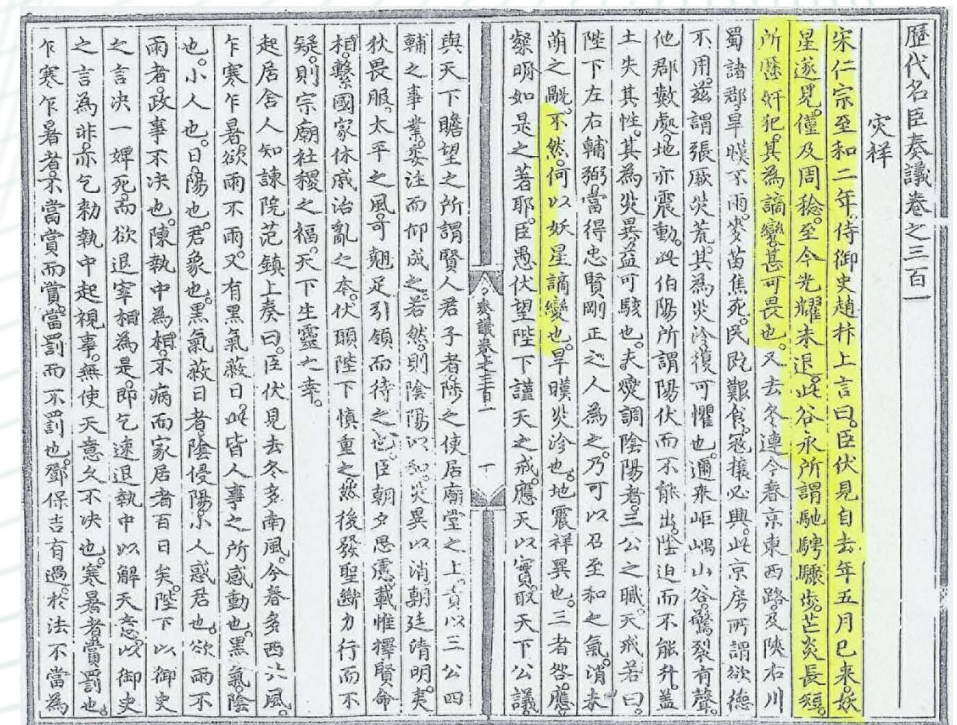
Supernovas são eventos raros?

Estimativa:

Uma por galáxia por século!

Existem 100 bilhões de galáxias
Qual o valor total de supernovas
por segundo?

A massa inicial determina o destino final de uma estrela



A 1ª observação
foi feita em 184 AD “Os céus não são imutáveis?”

A supernova do carangueijo foi observada
Por astrônomos chineses no ano 1054 AD

Por que nêutrons?

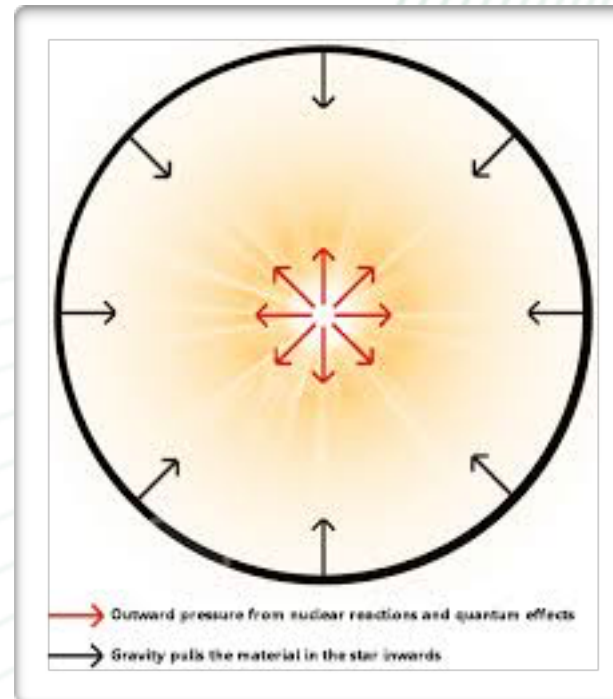


S. Chandrasekhar e esposa - 1939

Princípio de exclusão de Pauli:
 “Dois férmions não podem ocupar o mesmo estado”

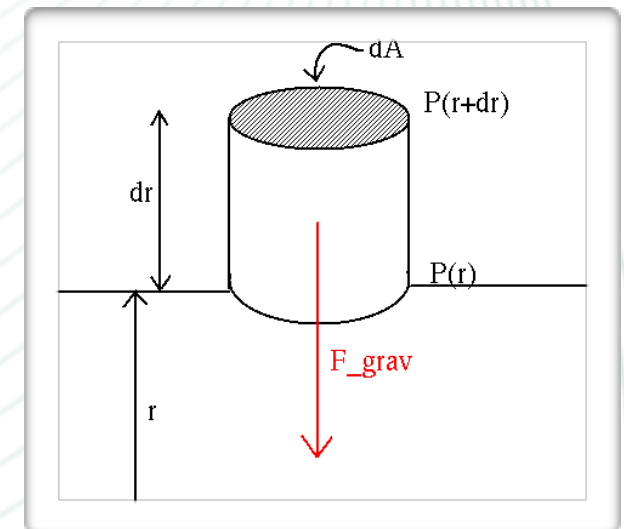
Mass máxima:
 anãs brancas
 (Limite de Chandrasekhar)
 $\sim 1.4M_{\odot}$
 estrelas de nêutrons
 $\sim 2.2 - 3M_{\odot}$

Equilíbrio estelar



A pressão do gás equilibra a força gravitacional

$$F_{\text{gas}} = F_{\text{gravitacional}}$$

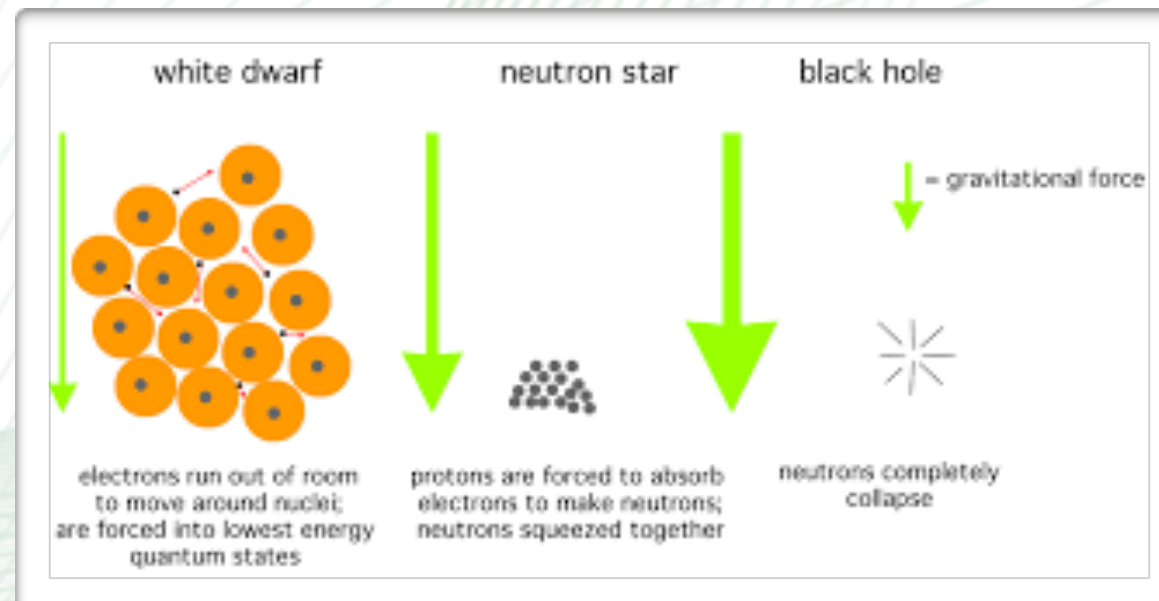


$$F_{\text{gas}} = \frac{P}{A}, \quad m = \rho V$$

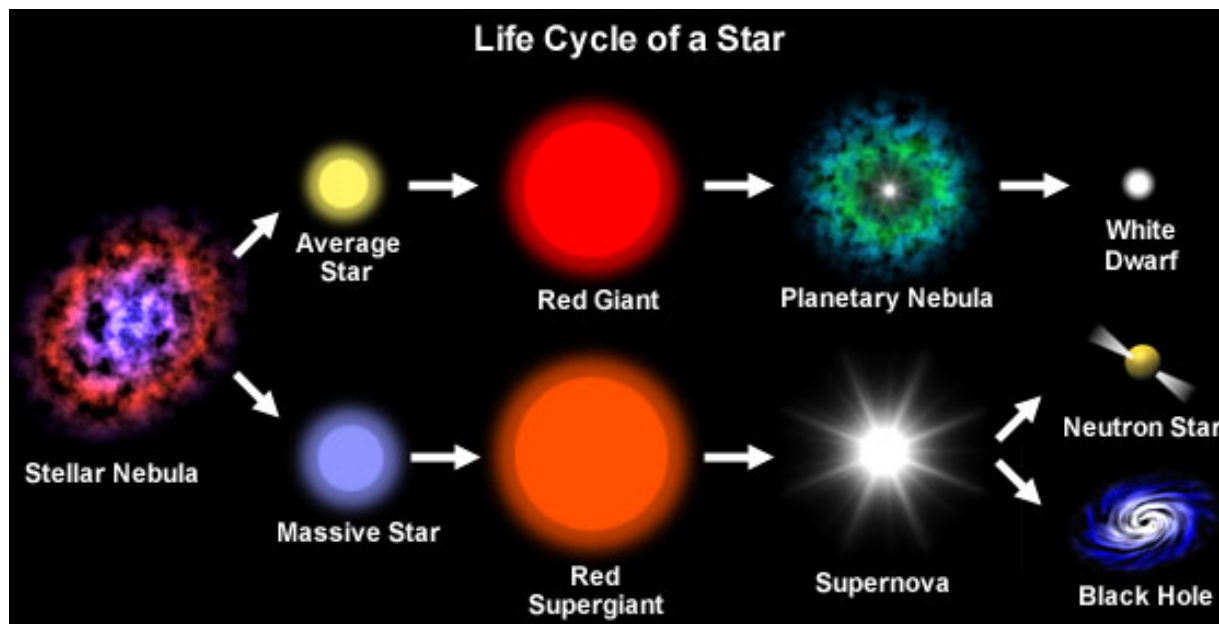
$$F_{\text{gravitacional}} = -\frac{GMm}{r^2}$$

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{GM(r)\rho(r)}{r^2}$$

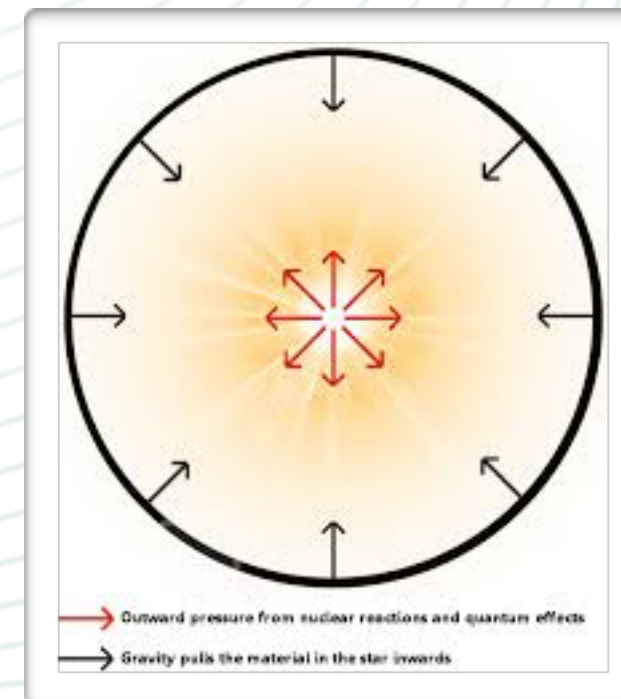
equação de equilíbrio hidrostático



Perguntas?



Vamos ver as perguntas mais votadas no *slido* sobre os temas vistos até agora. Perguntas mais gerais serão respondidas no final!



Discussão em grupos

Podem existir estrelas mais compactas do que as estrelas de nêutrons?

Instruções para a discussão:

- 1 os alunos vão em grupos de 5 para as salas de discussão
- 2 cada grupo escolhe um representante
- 3 a discussão será finalizada em 10 min
- 4 o representante escreve a resposta do grupo na planilha (280 caracteres)