

Ki tette fel azokat a Budapest méretű atommagokat az űrbe?

avagy a neutroncsillagok

Takátsy János

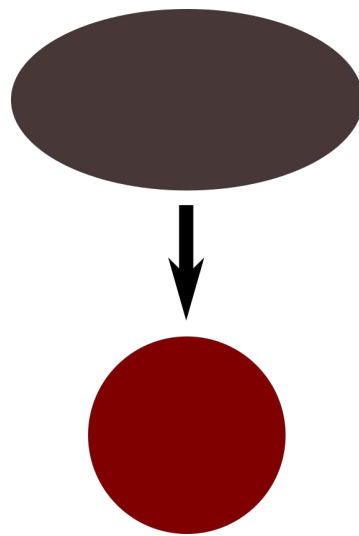
Wigner FK, RMI, Elméleti Fizikai Osztály

Felmerülő kérdések

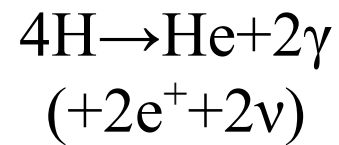
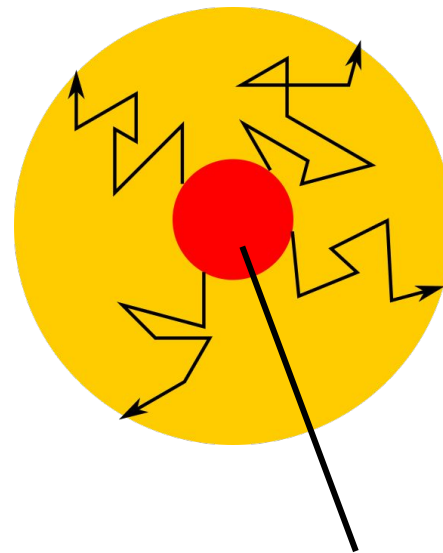
-
- Mik azok a neutroncsillagok?
- Hogyan keletkeznek?
- Mit rejthet a belsejük?
- Hogyan tudjuk őket megfigyelni?
- Mi köztük a drága ékszerekhez, az atomórákhoz és a tiszta fogakhoz?

I. A NEUTRONCSILLAGOK KELETKEZÉSE ÉS SZERKEZETE

Csillagok életútja

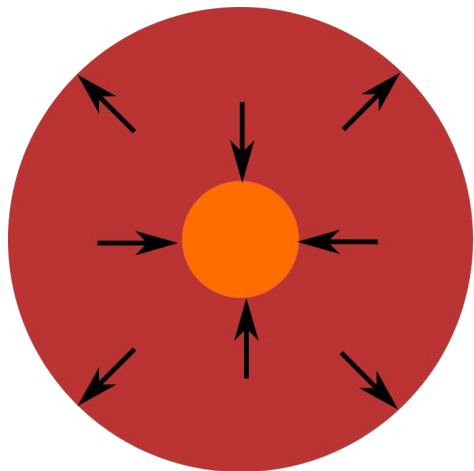


Protocsillag



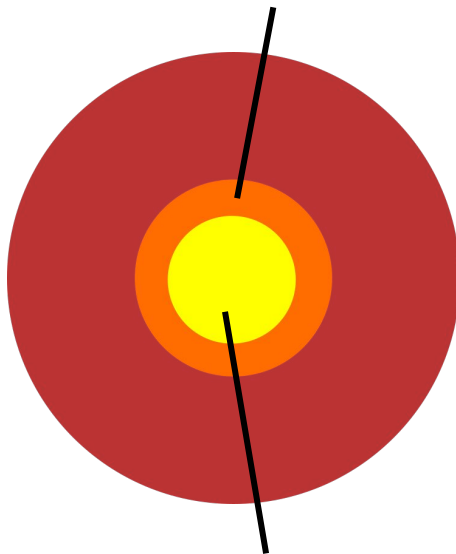
Csillagok életútja

A csillag belsejéből
elfogy a hidrogén



Vörös óriás

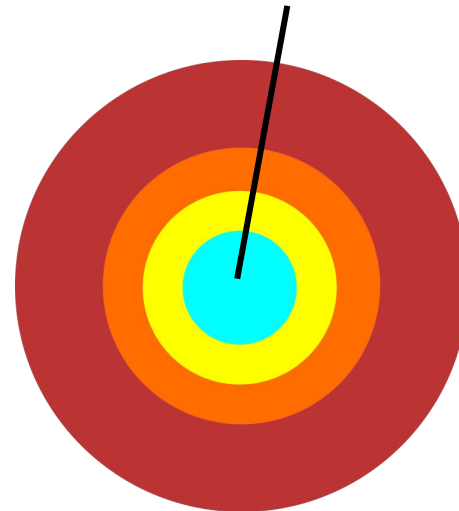
H égetés



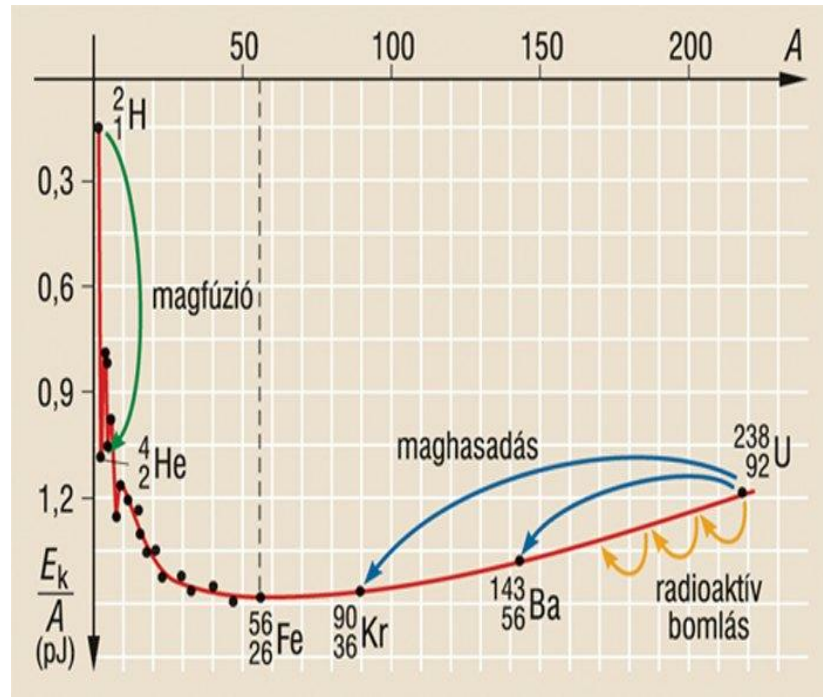
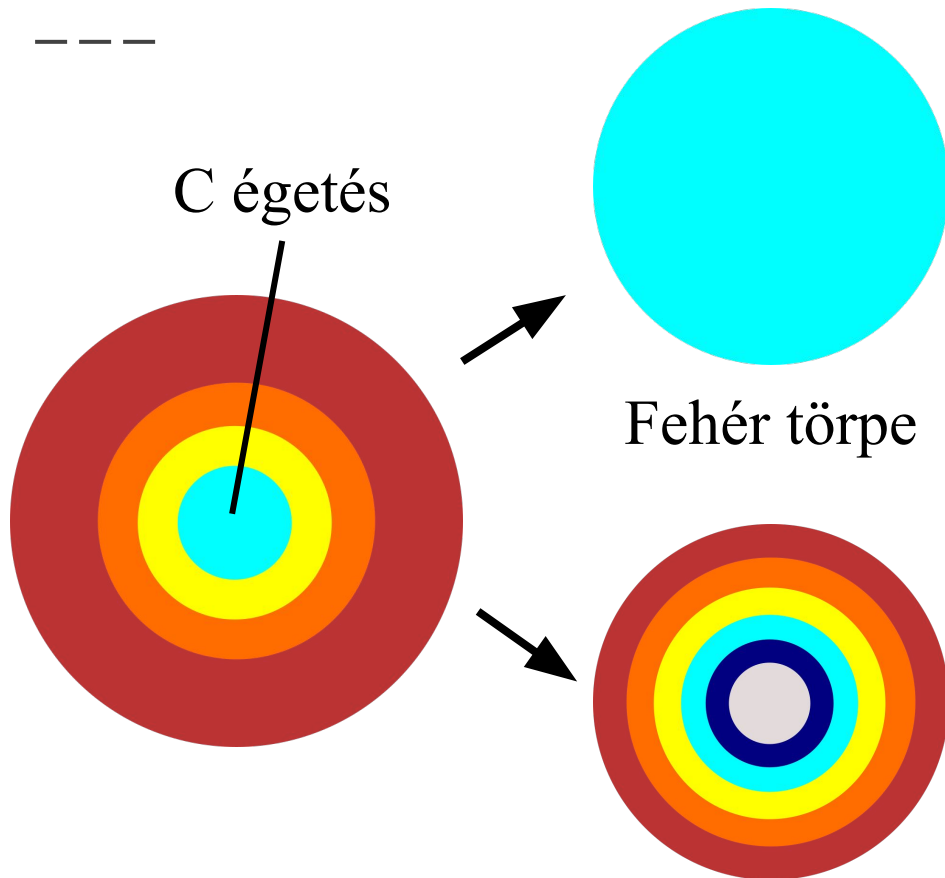
He égetés



C égetés



Csillagok életútja



Előbb-utóbb a lejtő aljára érünk...

Csillagok életútja

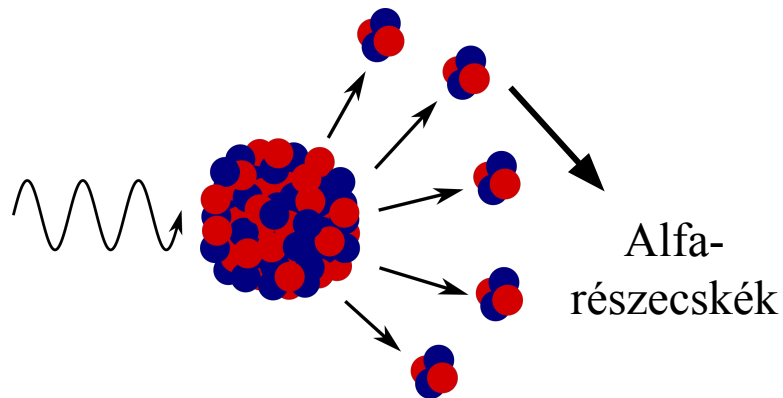
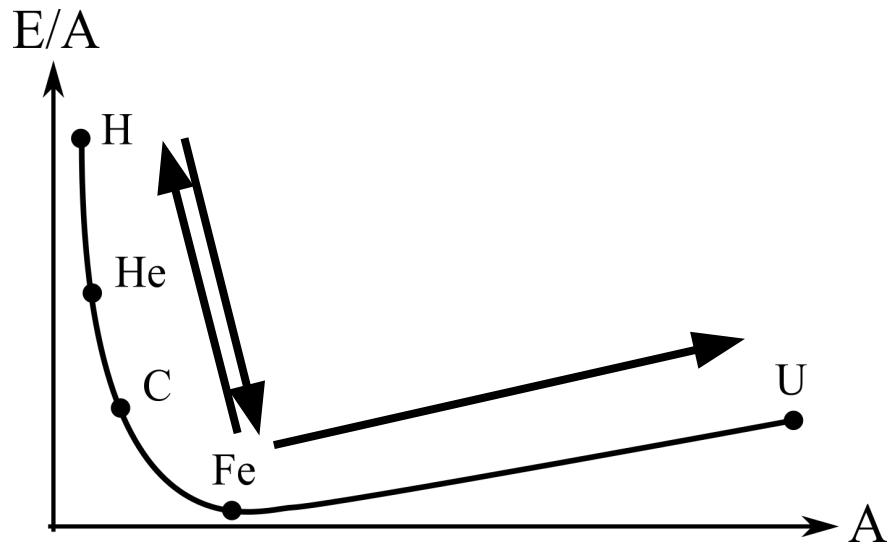
A gravitáció elkezd összenyomni a csillagot

→ a csillag elindul felfelé a nukleáris lejtőn

1. Alfa-részecskék és neutronok befogása

→ vasnál nagyobb rendszámú magok

2. Nagyenergiás fotonok szétütik a nagyobb atommagokat (fotodezintegráció)



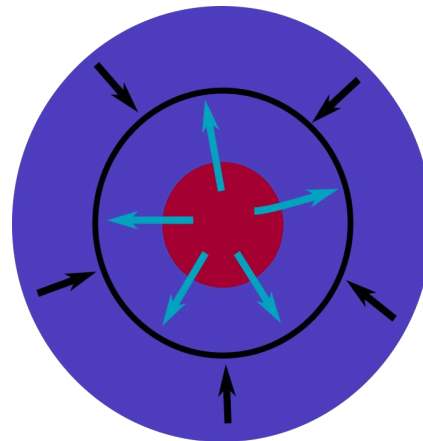
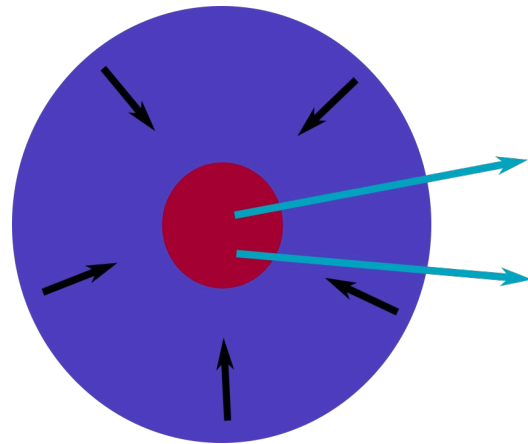
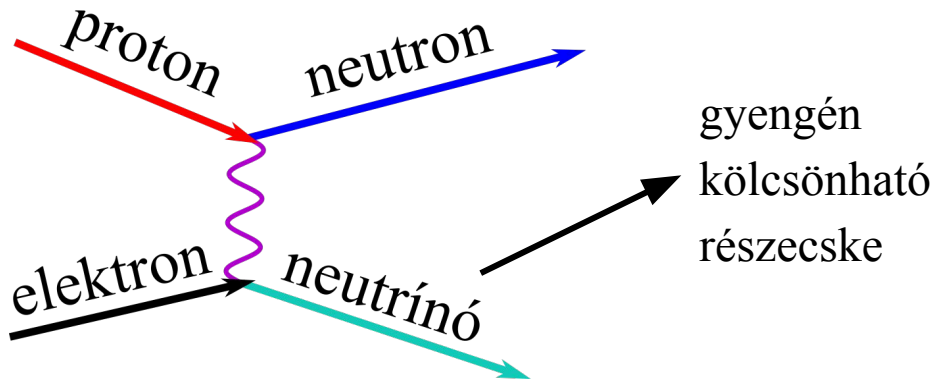
Csillagok életútja

Ezek a folyamatok nem állítják le az összeomlást

Elemi részecskék „mérete”:

$$\lambda_C = \hbar/mc$$

→ az elektronok bepréselődnek a protonokba

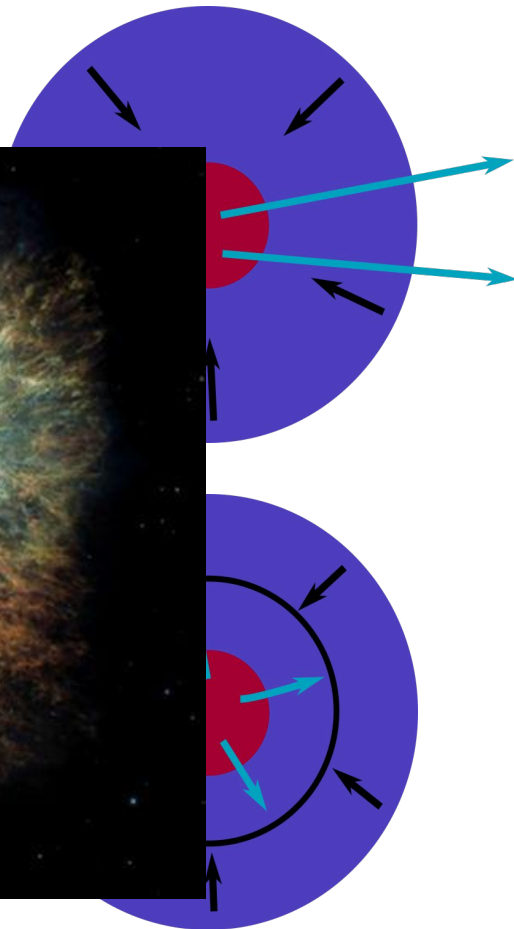
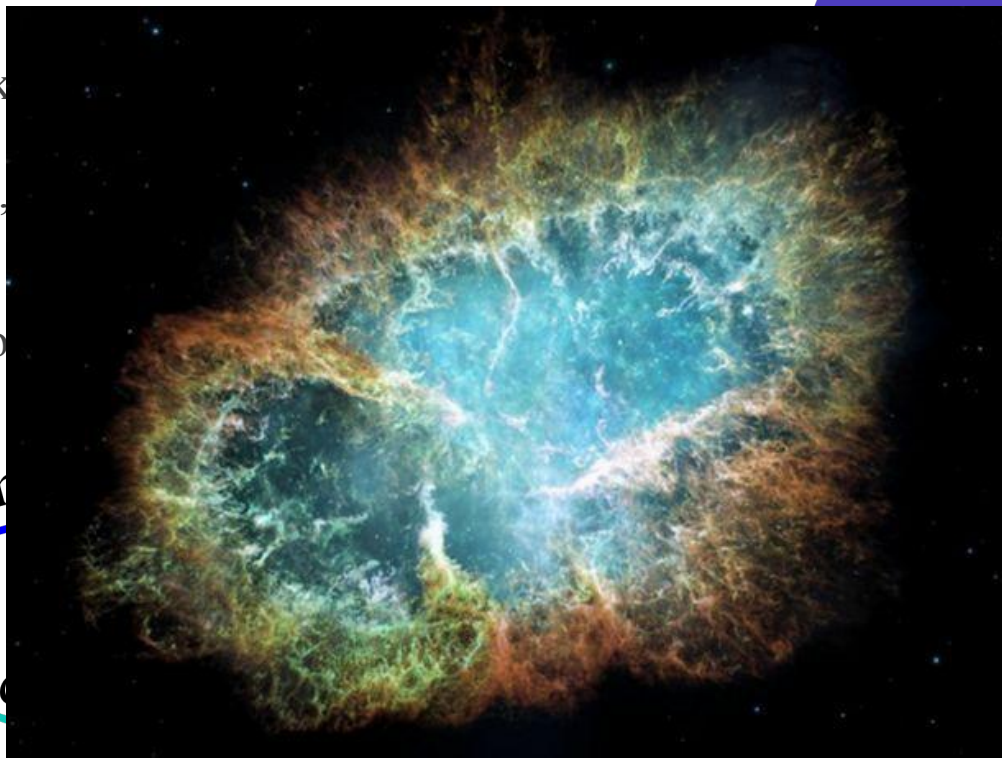
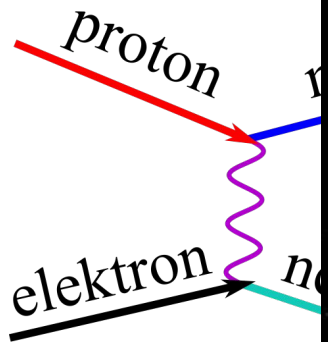


Csillagok életútja

Ezek a folyamatok

Elemi részecskék

→ az elektronok



Neutroncsillagok alapvető tulajdonságai

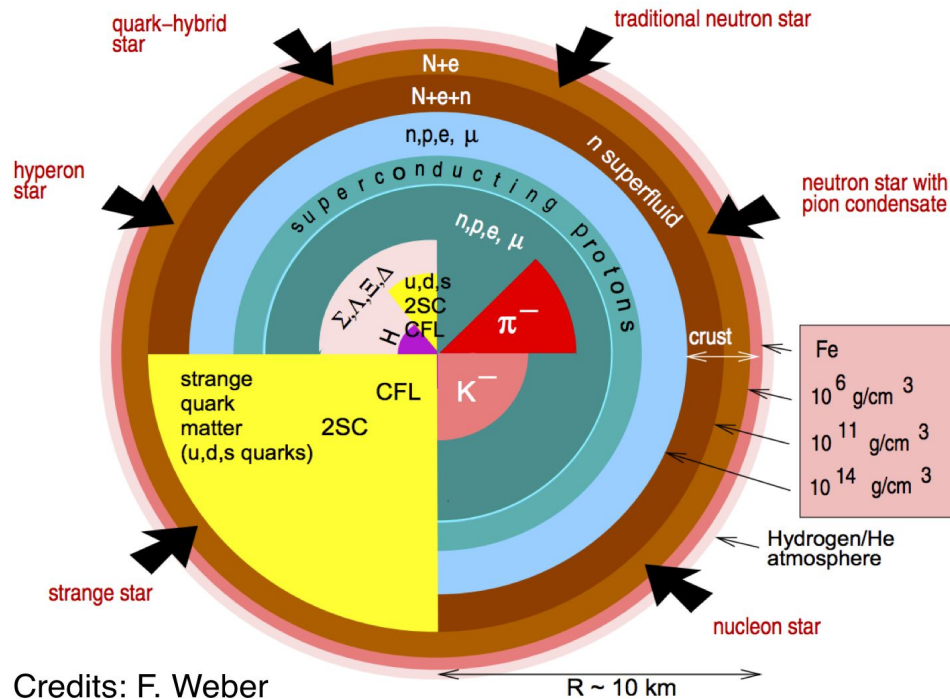
Méret: $R \sim 10$ km

Tömeg: $M = 1.4 M_{\odot} - 2.3 M_{\odot}$

$$\rightarrow \rho \cong 5 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$$

Erős mágneses tér: $10^4 - 10^{11}$ T
(laboratóriumban 16 T)

Gyors forgási sebesség (akár
néhány ms-os periódusidő)

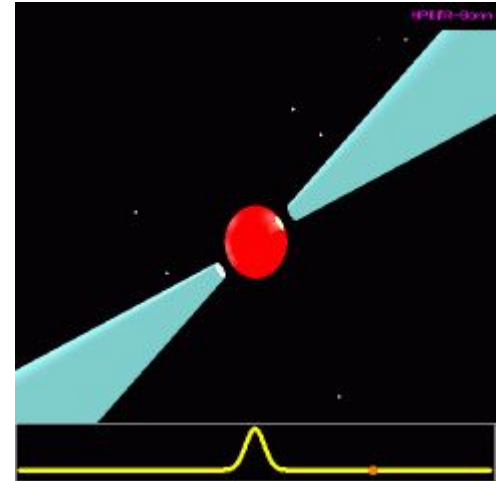
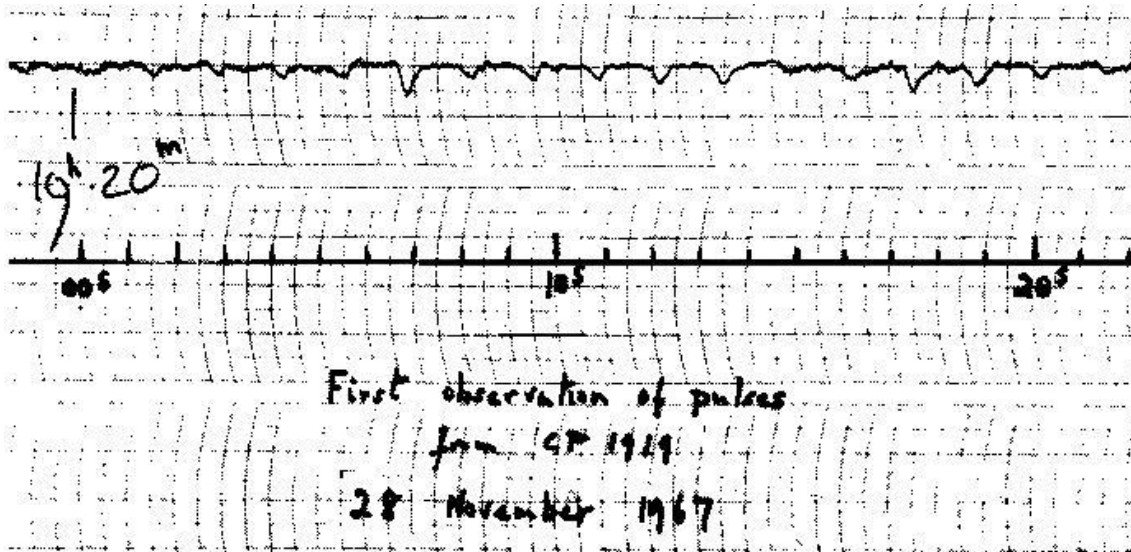


II. NEUTRONCSILLAGOK MEGFIGYELÉSE

Pulzárrok - Felfedezés

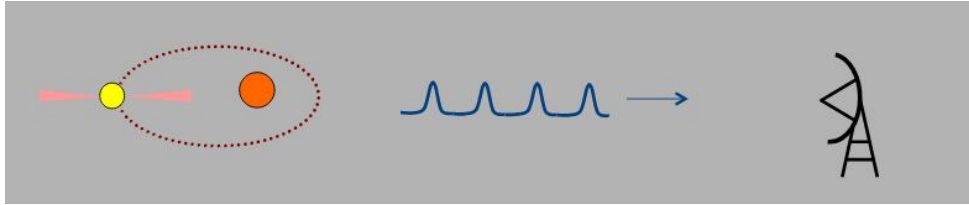
1967 - Jocelyn Bell Burnell és Antony Hewish → LGM-1 (kis zöld emberkék)

1974 - Fizikai Nobel-díj Antony Hewish-nak



Neutroncsillagok tömege és mérete

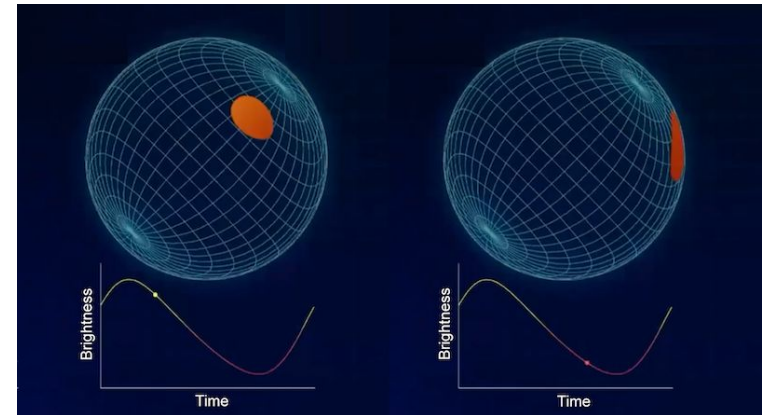
Csillagok fele kettős rendszerben található



Doppler - eltolódás

Neutroncsillagokon forró foltok találhatóak

Ahogy a forró foltok keringenek, úgy a neutroncsillag fényesebbnek és hallványabbnak látszik



Gravitációs hullámok

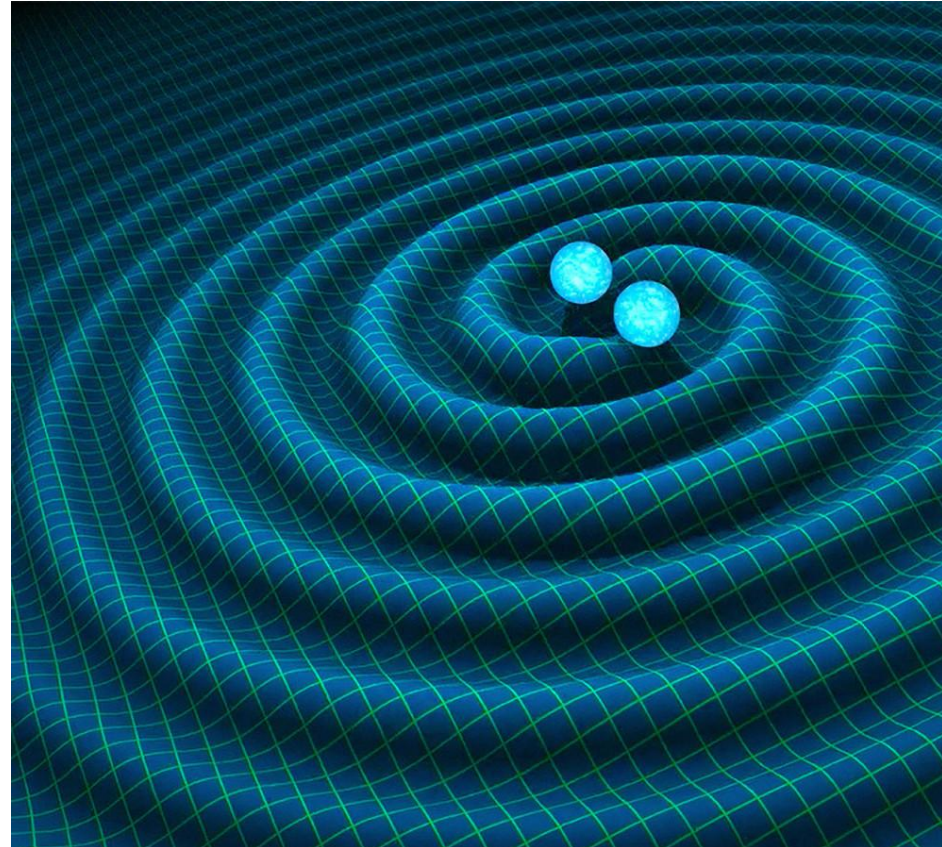
KÉPZELJÜK EL, HOGY A TÉR EGY NAGY GUMILEPEDŐ...

A TÖMEGSEL BÍRÓ TESTEK BEHAJLÍTJÁK A LEPEDET, MINT EGY TEKELYÓLYA A TRAMBULINT.

HA NAGYOBB A TÖMEG, NAGYOBB A GÖRBÜLET, AMIVEL A GRAVITÁCIÓ A TERET TORZÍTJA.

JORGE CHAM © 2016

PÉLDÁUL, A FÖLD IS AZÉRT KERING A NAP KÖRÜL, MERT A NAP TÖMEGE NAGYON NAGY, IGY EROSEN TORZITJA A TERET MAGA KÖRÜL.



Gravitációs hullámok - LIGO és Virgo detektorok



LIGO
(USA)

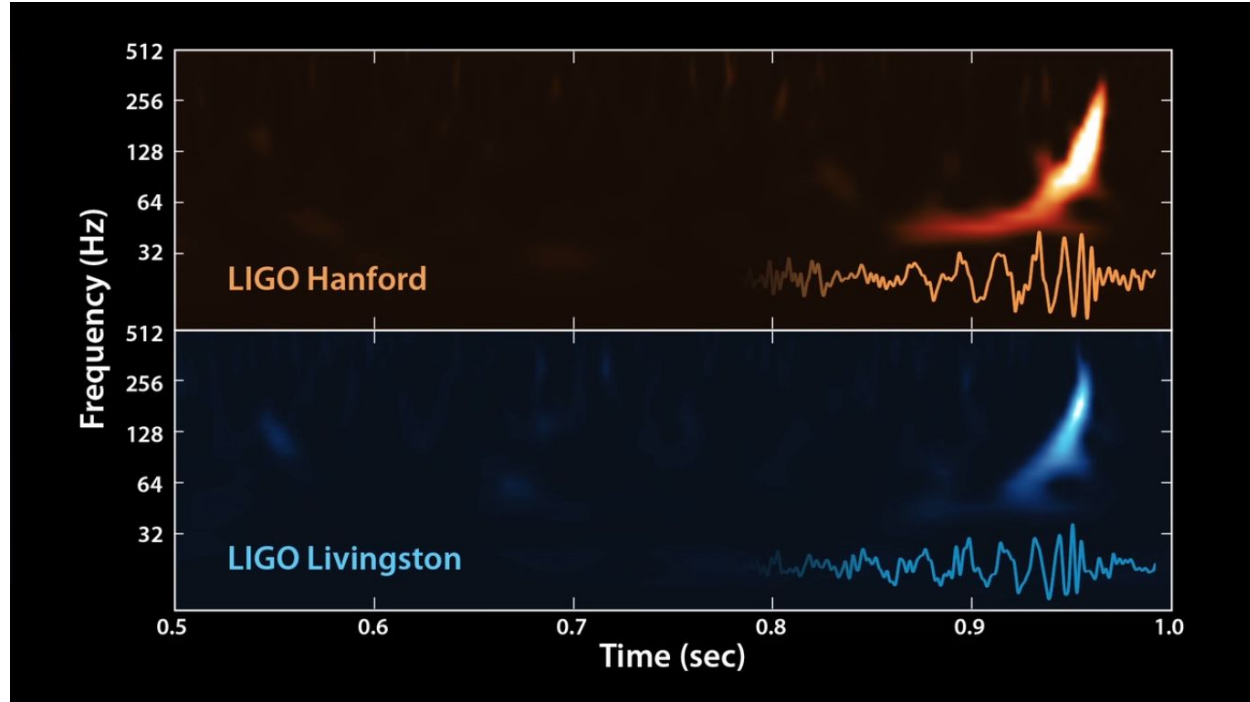


Virgo
(Olaszország)

Gravitációs hullámok - Az első észlelés(ek)

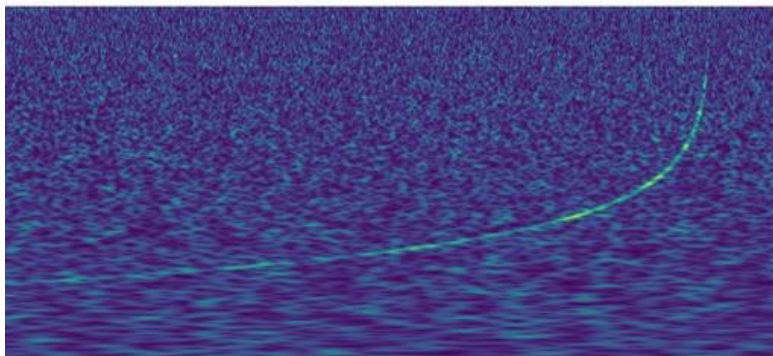


Albert Einstein



GW150914 - 2015.09.14. 11:50:45

Gravitációs hullámok - Neutroncsillagok



2017. augusztus 17. magyar idő szerint 14:41

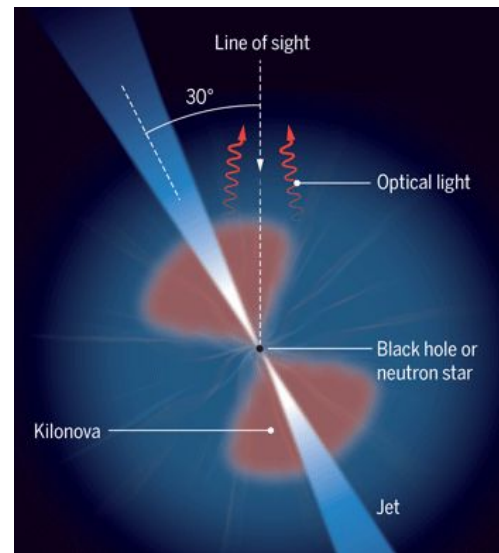
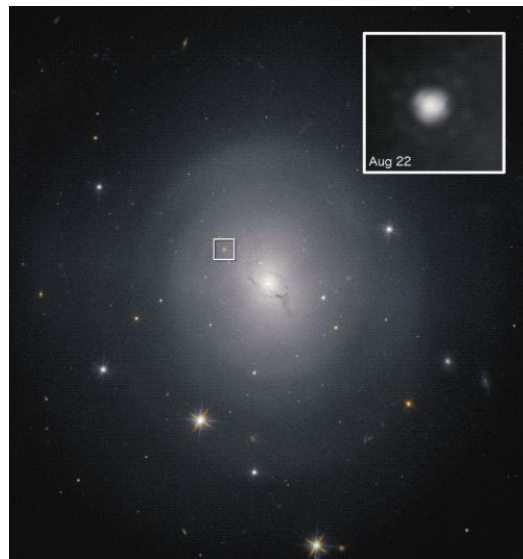
100 s hosszú jel, bespirállozásra jellemző növekvő frekvencia és amplitudó

Ezzel egyidőben rövid gammakitörés

→ sikerült a forrás galaxist lokalizálni

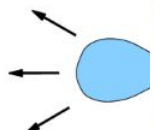
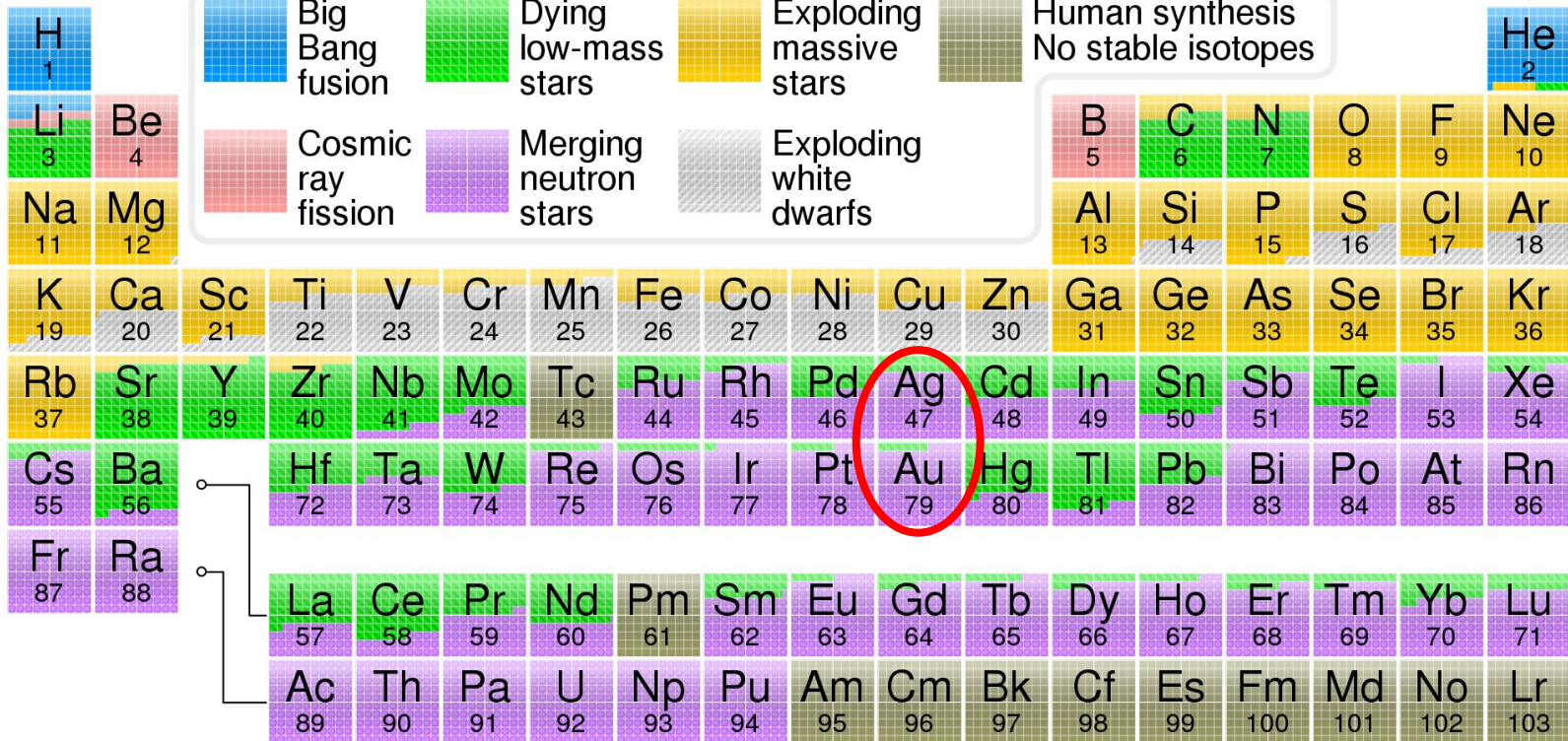
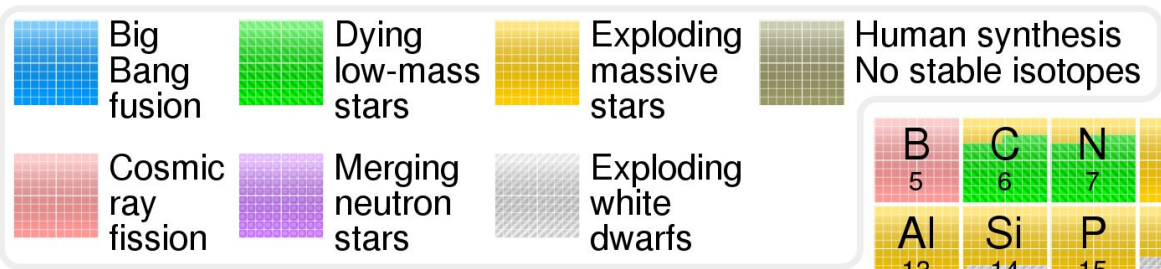
→ kilonova észlelése

→ többcsatornás csillagászat

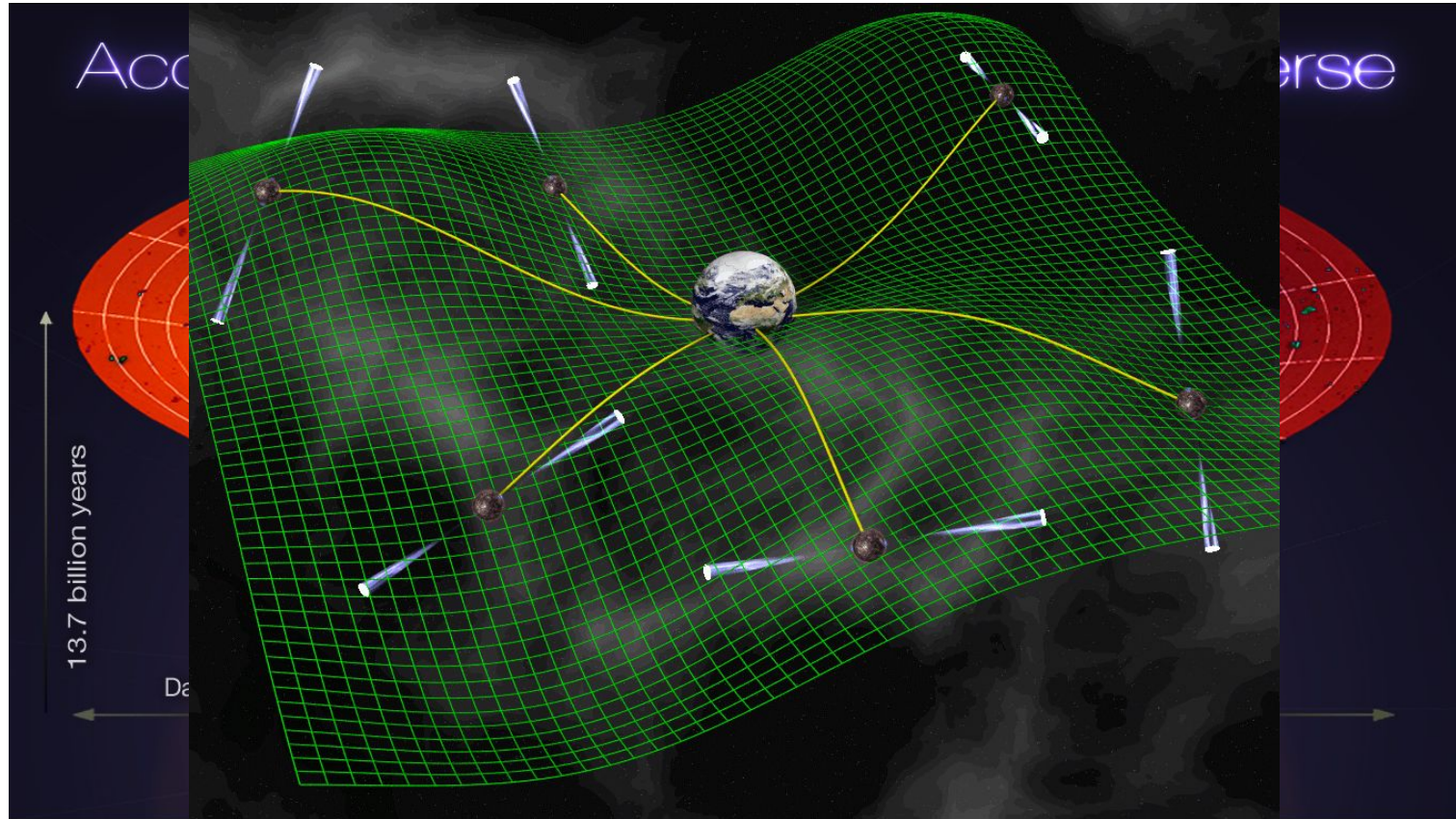


Gyors neutronbefogás

Jet-ISI



Amikről nem esett szó



Köszönöm a figyelmet!