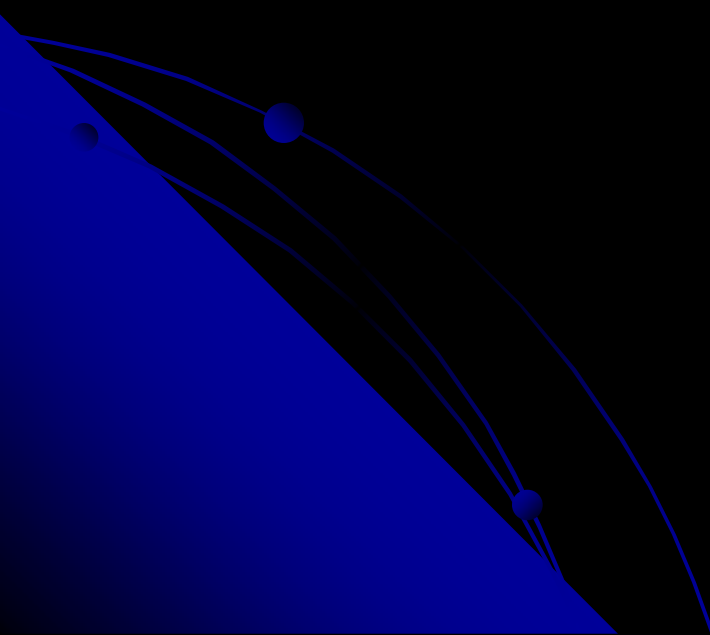
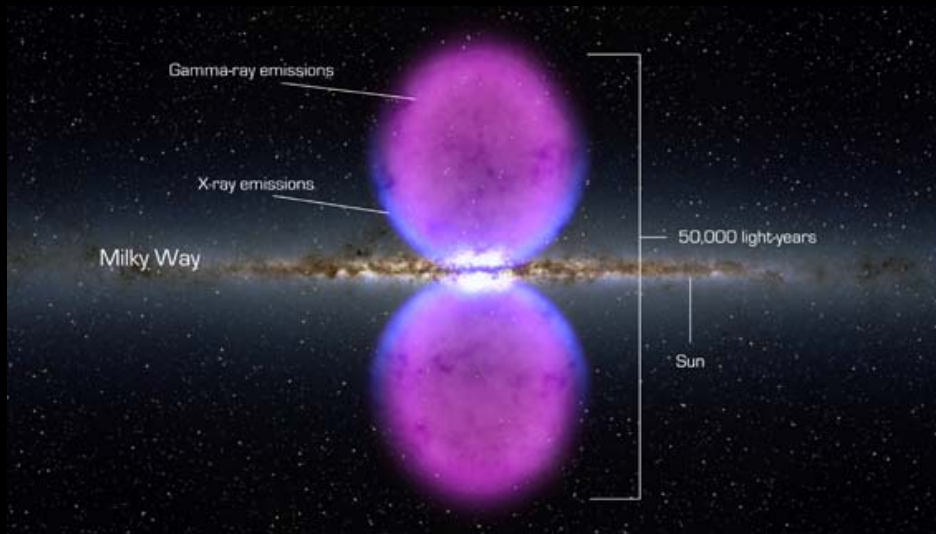


Fermijeve mehuri: novi izgled Mlečnog puta

Nemanja Martinović
Astronomska opservatorija Beograd

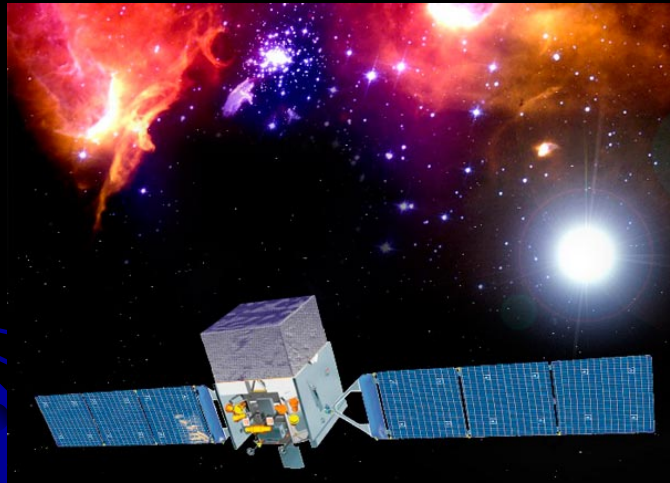


Uvod



- Decembar 2010:
 - Su, Slatyer, Finkbeiner: Giant gamma-ray bubbles from Fermi-LAT: AGN activity or bipolar Galactic Wind?
 - 2 džinovska mehura iznad i ispod Galaktičkog centra
 - $-50^\circ < b < 50^\circ$
 - Veličina ~ 10 kpc
- Korelacija sa ranije otkrivenim strukturama u X, mikrotalasnom i FIR delu spektra
 - Fermi svemirski teleskop za gama zračenje

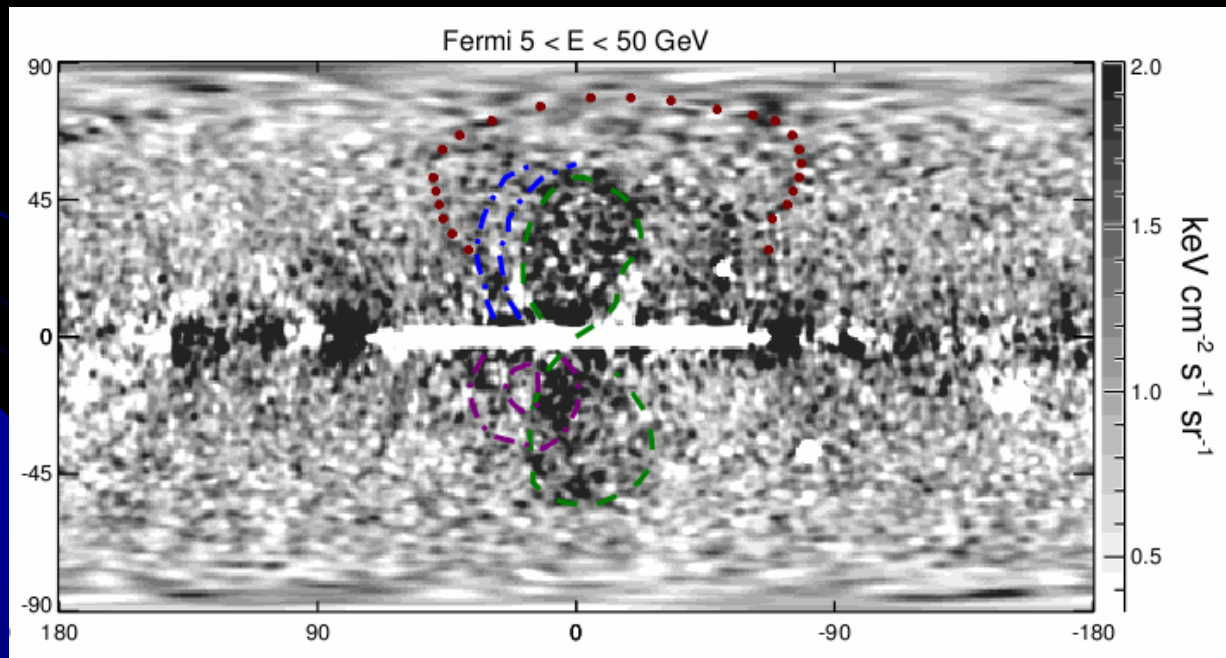
Fermi Gamma ray Space Telescope



- NASA → lansirana juna 2008. godine, niska orbita (~550km)
- Cilj misije: uzrok ubrzavanja čestica (AGN, pulsari, SNR), razlučivanje izgleda neba u spektru gama zračenja, tamna materija, solarna modulacija, rani univerzum, itd.
- Dva instrumenta
 - GBM – Gamma-ray Burst Monitor
 - LAT – Large area Telescope
 - 30 MeV – 300 GeV
 - Rezolucija: par minuta na najvišim energijama do 3° na 100 MeV-a
 - Vidno polje 20% neba
 - U dve orbite može biti pokriveno celo nebo

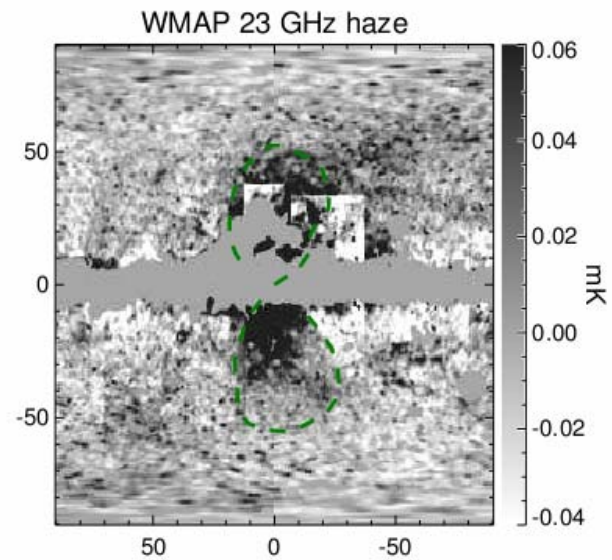
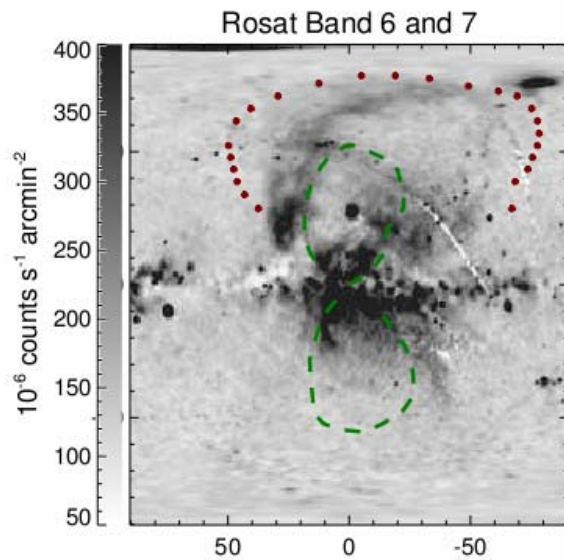
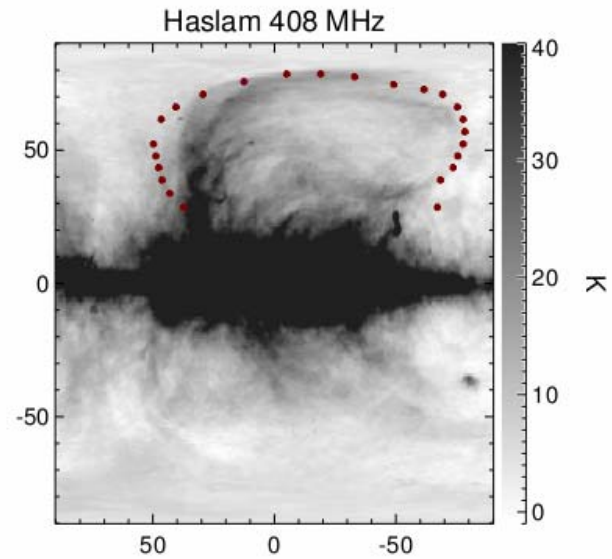
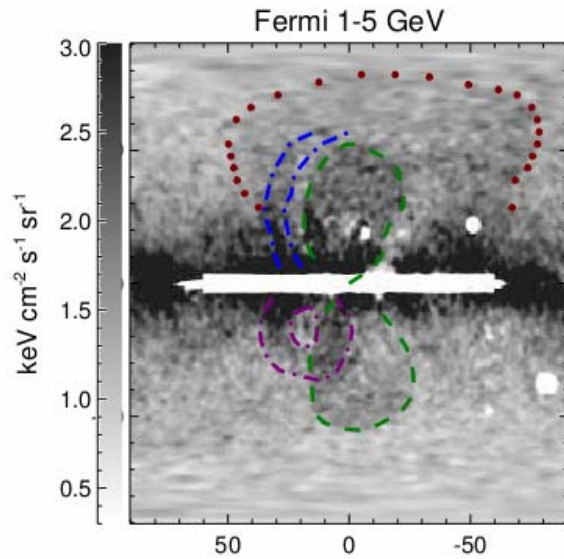
Morfologija

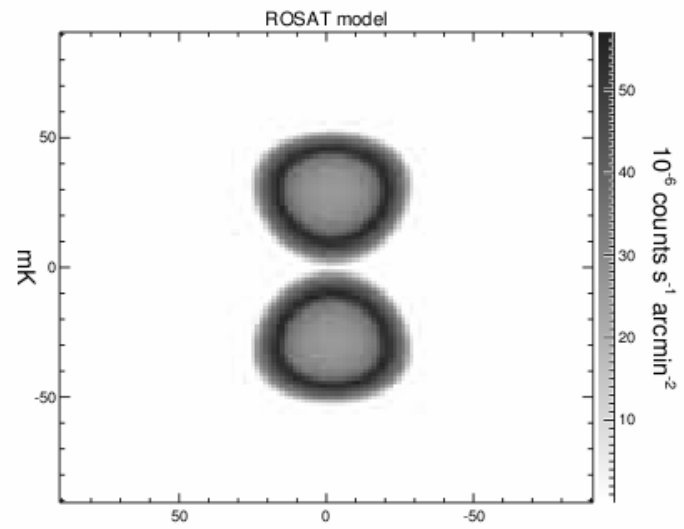
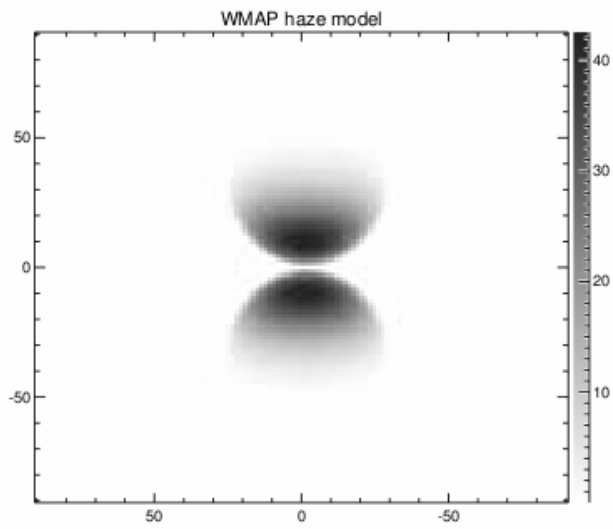
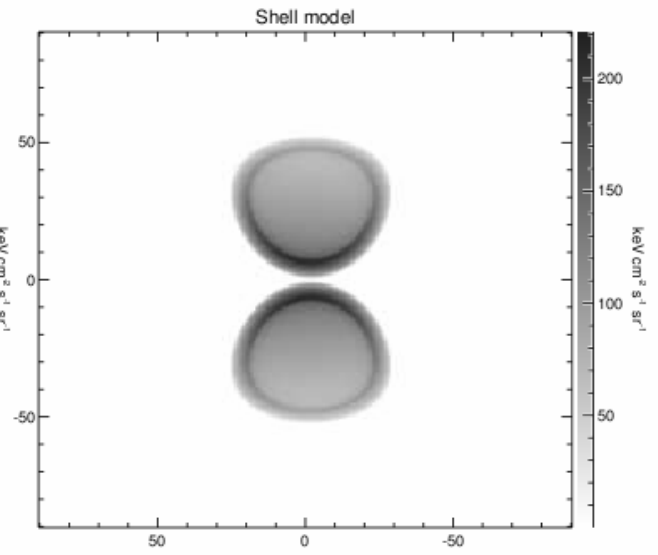
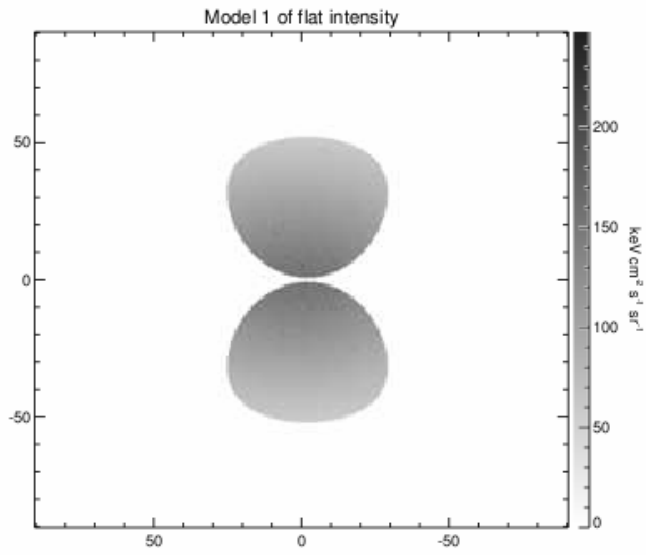
- podaci predstavljaju 1.66 posmatračkih godina Fermi-LAT-a
- mehuri su simetrični u odnosu na galaktički centar i prostorno i spektralno uniformni sa tvrdim spektrom
- imaju svetlu i oštru ivicu na 1-5 GeV, prostiru se do $b \sim 50$.
- različiti delovi mehura imaju sličan spektar
- unutar mehura fluks je uniforman
- intezitet mehura je sasvim ravan i ima jasne oštre ivice na visokim latitudama



Drugi spektri

- sličnost morfoloskih odlika podataka sa ROSAT-a (X zračenje na 1.5 keV), WMAP-a (23 GHz mikrotalasno) i Fermijevih mehura -> povezanost?
- ROSAT - upoređujući ivicu sa prethodno dobijenim X zračenjem -> savršeno se poklapa sa ivicom mehura (oba).
- WMAP izmaglica ("haze")
 - reziduali koji su ostali oduzimanjem doprinosa termalnog zračenja prašine, slobodno-slobodnih prelaza i mekog sinhrotronskog zračenja.
 - Dobra korelacija sa pozicijom Fermijevih mehura
 - ista populacija elektrona iz kosmičkog zračenja odgovorna za oba objekta? (oba imaju tvrd spektar)
 - da li to implicira da mehuri potiču od zračenja koje nastaje inverznim komptonovim efektom (pošto ti elektroni mogu da stvore i WMAP izmaglicu)
 - izdužena struktura mehura -> distribucija e iz kosmičkog





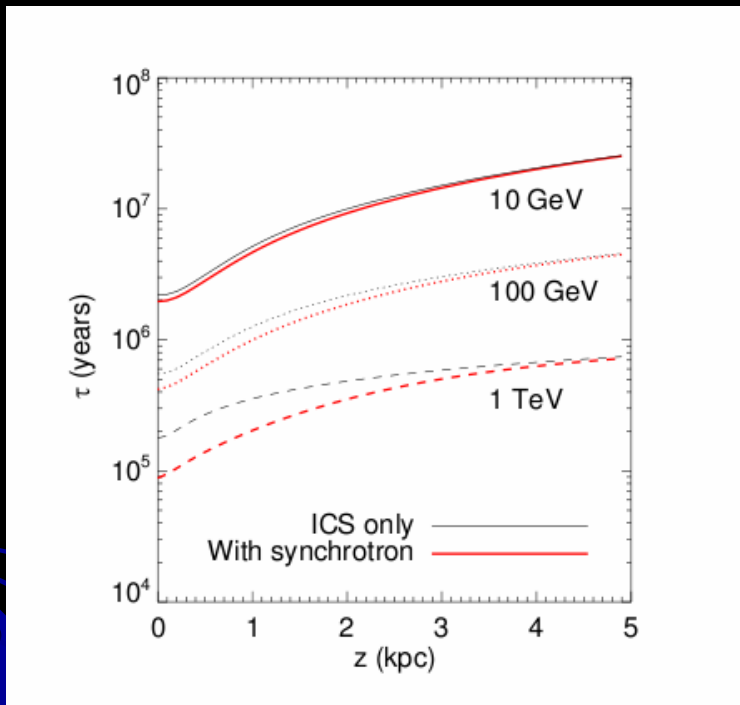
- Ubacimo i podatke sa ROSAT-a:
 - ne može biti bremstralung ili raspad piona
 - mehuri su vreli i manje gustine od očekivane
 - da li bi manja gustina implicirala efikasan način prenosa zračenja (buoyancy)
 - ravan intezitet sugerše postojanje shell-a ili šoka sa povećanom gustinom elektrona iz kosmičkog zračenja -> mehuri nisu u statičnom stanju (ivica ne bi bila toplija)
 - takvo X-zračenje recimo može nastati kao posledica sinhrotronskog zračenja vrlo visokih energija (~50 TeV)
- Energija koju mehuri zrace na 1-100 GeV-a je reda 4×10^{37} erg/s sto je 5% Galaktičke luminoznosti na tom delu spektra
- postavlja se pitanje: kako elektroni koji sacinjavaju to kosmičko zračenje mogu da imaju tvrd spektar svuda u

Poreklo Fermijevih mehura

- Formiranje mlazeva od strane supermasivne crne rupe u galaktičkom centru?
 - crna rupa u centru naše galaksije je relativno mirna i niske luminoznosti.
 - neka AGN aktivnost u prošlosti -> teško bi objasnila izotropnost Fermijevih mehura
- mogući scenariji:
 - akrecija globularnog klastera na crnu rupu
 - 50 Msunca -> energija reda 10^{54-55} erga, brzinom 10^{43} erg/s

Poreklo kosmičkih zraka

- Nije neophodno da fizički mehanizam koji kreira mehurove takodje stvara gama zračenje koje sada vidimo u Fermijevim mehurima
- Sasvim je moguće da je struktura mehura napravljena ranije - > alternativni mehanizam je "osvetljava"
- U tom kontekstu -> prostorno poreklo kosmičkog zračenja bitno
- Mehanizam treba da ispuni 2 uslova:
 - da proizvodi kosmičko zračenje (elektrone) unutar mehura
 - da ih spreči da efikasno napuštaju mehure
- Jednostavno rešenje - proizvodnja TeV elektrona (brzo gube energiju, mali srednji slobodni put)
 - dominacija inverznog komptonovog efekta (od TeV elektrona) -> oštra ivica = normalna pojava

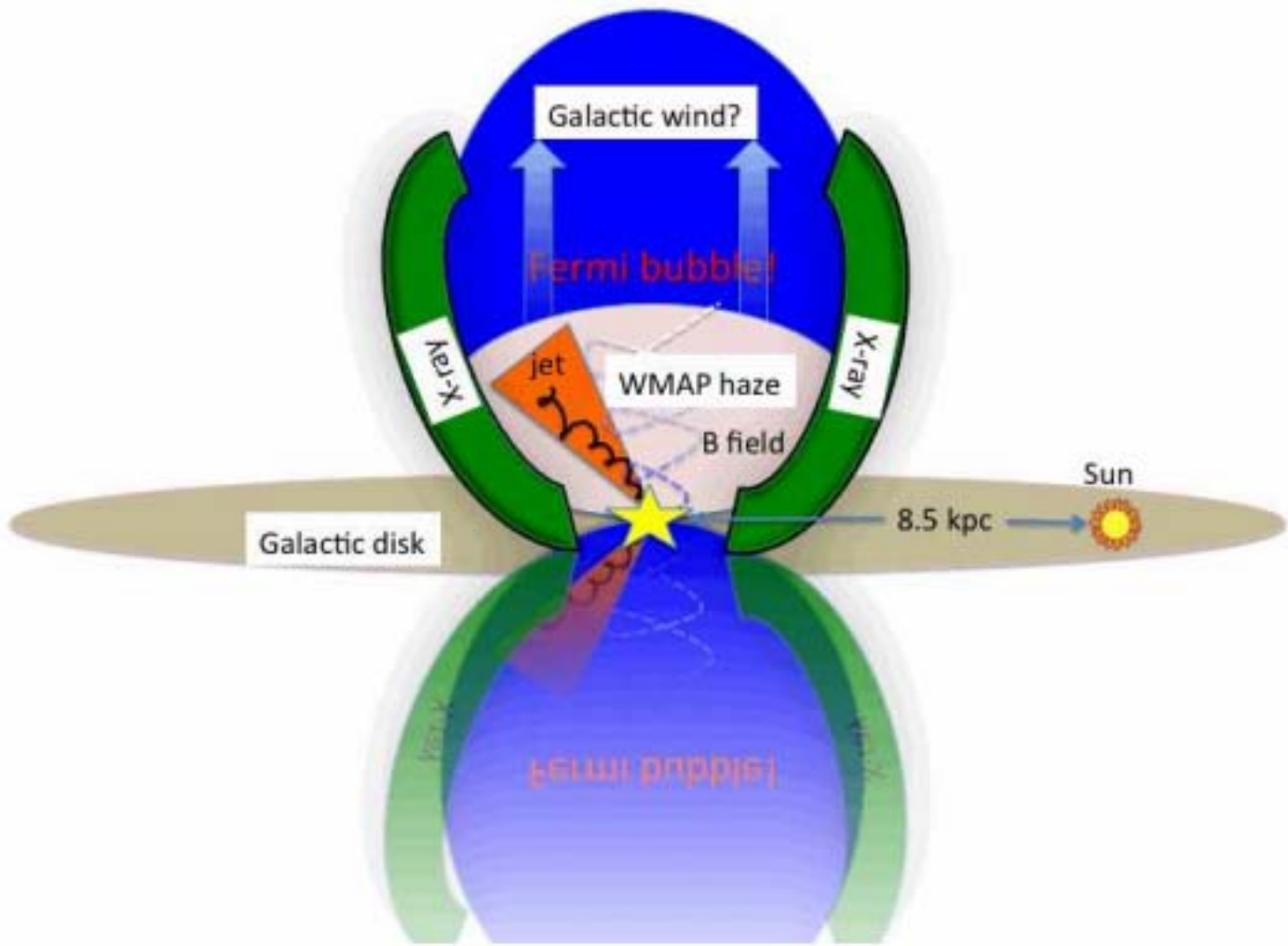


- Kosmičko zračenje pored toga može biti proizvedeno u unutrašnjem delu galaksije
 - OB asocijacije, akrecije, supernove
- I zatim mlazovima biti preneseno ekspresno jako visoko bez omekšavanja spektra
- Vrsta hladjenja bitna -> vreme reda 10^5 godina za TeV -> duže za energije od 10, 100 GeV

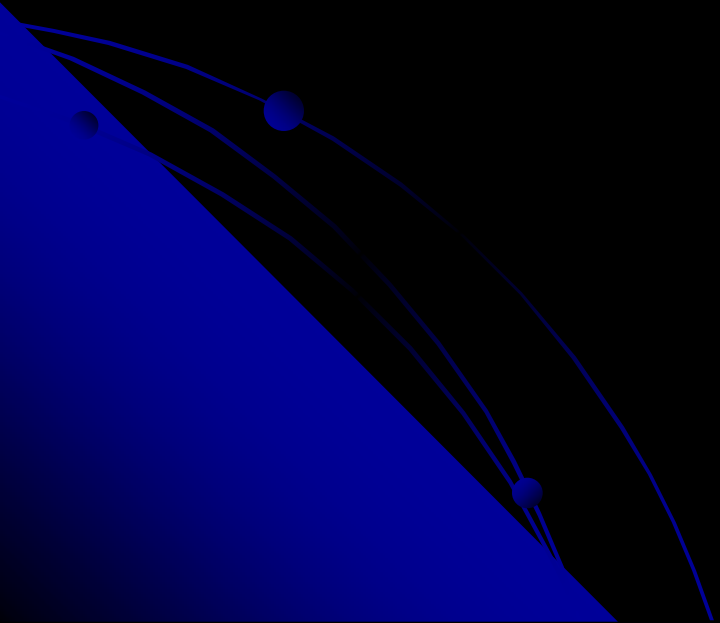
- Proizvodnja na ivicama mehura
- Ako se elektronska komponenta kosmičkih zraka ubrzava udarnim talasima -> u unutrašnjosti kosmičko zračenje je ostatak posle prolaska koji se ohladio
- Fermijevo ubrzanje
- Prostorno uniformni spektar daje mogućnost nekog mehanizma koji bi difuzno ubrizgavao tvrde elektrone kroz celu zapreminu.
- To bi rešilo problem brzog hladjenja, međutim problem bi bio ier biamo

Moguće implikacije

- Zvezde velikih sopstvenih brzina (2009 je indentifikovano 16 u halou nase galaksije, sve relativno mlade, B tipa)
- Mehanizam koji je stvorio Fermijeve mehure bi mogao dinamički da bude povezan sa mehanizmom koji je izbacio te zvezde iz Galaktickog centra.
- Interesantna mogućnost jeste da je Loop I reliktni ostatak prethodnih mehura i da je generisanje mehurova periodičan proces



- Drugi radovi



- Hvala na pažnji!

