

# NEVIDLJIVA SVJETLOST IZ SVEMIRA

**Dario Hrupec**

Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Institut za fiziku, Zagreb

Otvoreni dan “Neka bude svjetlost”, 17. travnja 2015.

# Hrupec, D. (2015): Nevidljiva svjetlost iz svemira, *Priroda*, 3/15, 23–27



MEĐUNARODNA GODINA SVJETLOSTI

NEVIDLJIVA SVJETLOST

iz svemira

**noćno nebo golim okom:  
vidljiva svjetlost**

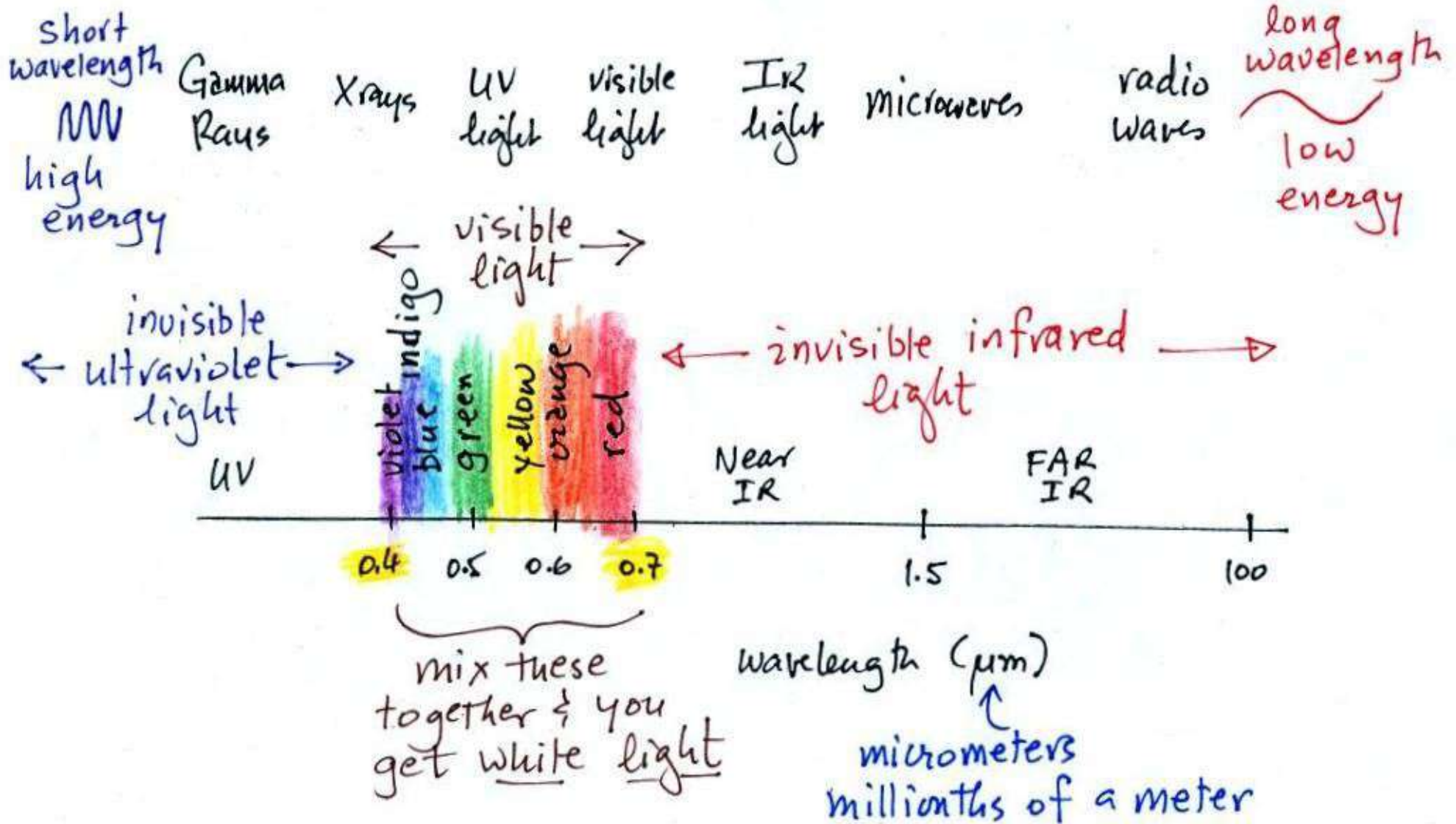


**djelić noćnog neba teleskopom Hubble:  
više-manje vidljiva svjetlost**



# vidljiva svjetlost vs. nevidljiva svjetlost

Electromagnetic Spectrum a partial list of some of the different kinds of EM radiation



# kako dobivamo informacije iz svemira?

mikroskopske materijalne čestice i veća tijela:  
mikrometeoriti, meteoriti, uzorci koje su donijele letjelice

## astročestice:

elektromagnetsko zračenje

(vidljiva svjetlost, radiovalovi, IC, UV, X-zrake, gama-zrake)

nevidljiva svjetlost

subatomske materijalne čestice: kozmičke zrake

astrofizički neutrini

gravitacijski valovi

# novе astronomije & astronomije u nastanku

područja unutar elektromagnetskog spektra:

rendgenska astronomija ✓

**gama-astronomija** ✓

područja izvan elektromagnetskog spektra:

astronomija kozmičkih zraka

astronomija astrofizičkih neutrina

astronomija gravitacijskih valova



# “knjigovodstvo” elektromagnetskih valova

**Tablica 1.** Elektromagnetski spektar izražen u energijama fotona. Foton vidljive svjetlosti ima energiju otprilike 1 eV što odgovara  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J. Predmetci su:  $\mu = 10^{-6}$ ,  $m = 10^{-3}$  i  $k = 10^3$ .

SPEKTRALNO PODRUČJE	ENERGIJA FOTONA
radio	manje od 10 $\mu$ eV
mikro	od 10 $\mu$ eV do 1 meV
infracrveno	od 10 meV do 1 eV
vidljivo	od 1 eV do 10 eV (preciznije: od 1,77 eV do 3,10 eV)
ultraljubičasto	od 10 eV do 100 eV
rendgensko	od 100 eV do 100 keV
gama	više od 100 keV (preciznije: više od 512 keV)

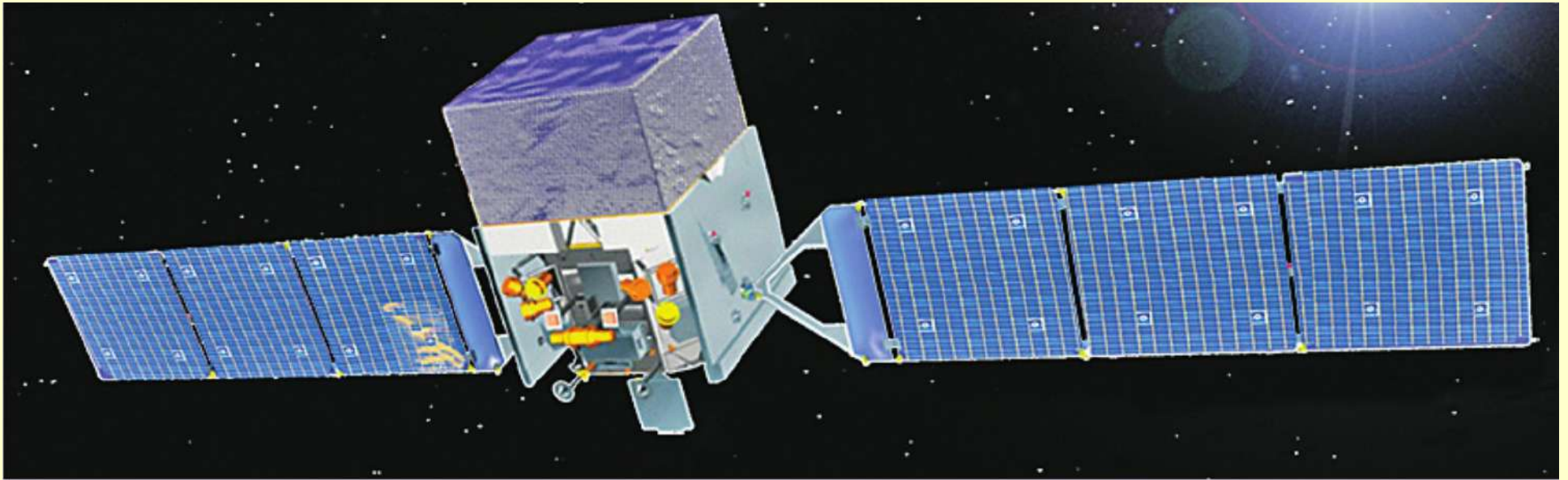


# “knjigovodstvo” gama-područja

**Tablica 2.** Podjela gama-područja na potpodručja. Predmetci su:  $M = 10^6$ ,  $G = 10^9$ ,  $T = 10^{12}$ ,  $P = 10^{15}$ .

PODRUČJE GAMA-SPEKTRA	ENERGIJA FOTONA
niske energije	od 100 keV do 100 MeV
visoke energije	od 100 MeV do 100 GeV
vrlo visoke energije	od 100 GeV do 100 TeV
ultra visoke energije	od 100 TeV do 100 PeV
ekstremno visoke energije	više od 100 PeV

# Gama-satelit *Fermi*



**Slika 1.** Umjetnički prikaz satelita *Fermi*, lansiranog 2008. godine, koji kozmičke gama-izvore opaža većinom u području niskih i jednim dijelom u području visokih energija, od 20 MeV to 300 GeV. Izvor: <http://fermi.gsfc.nasa.gov/inc/img/spacecraft.jpg>

# Čerenkovljev teleskop MAGIC



**Slika 2.** Jedan od dvaju teleskopa MAGIC, smještenih na kanarskom otoku La Palmi, koji kozmičke gama-izvore opažaju jednim dijelom u području visokih energija te većinom u području vrlo visokih energija, od 50 GeV to 30 TeV. Izvor: autor.

# kanarski otok La Palma, Španjolska



# kolaboracija MAGIC



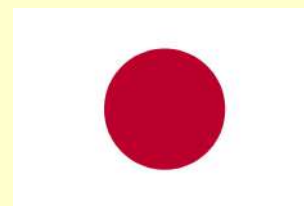
52



48



39



12



10



8



6



4

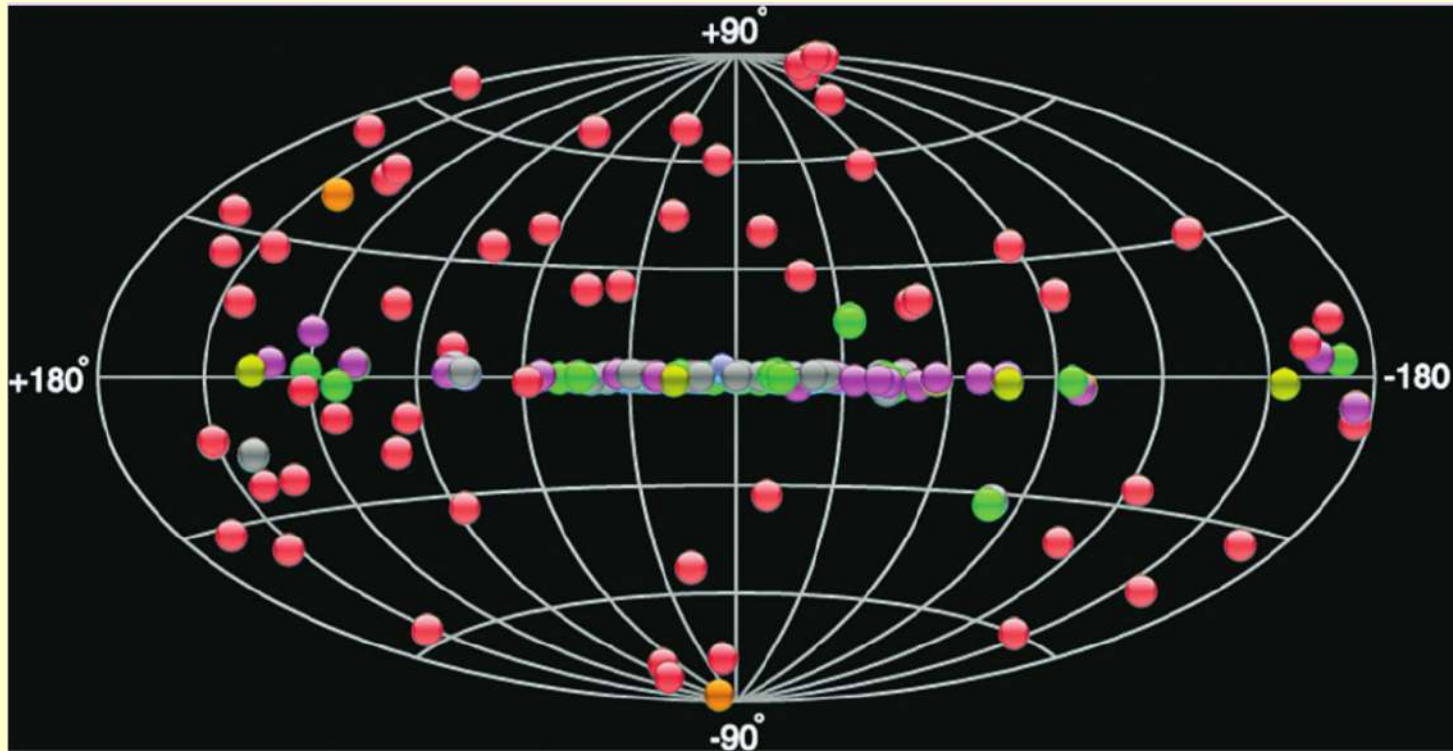


4



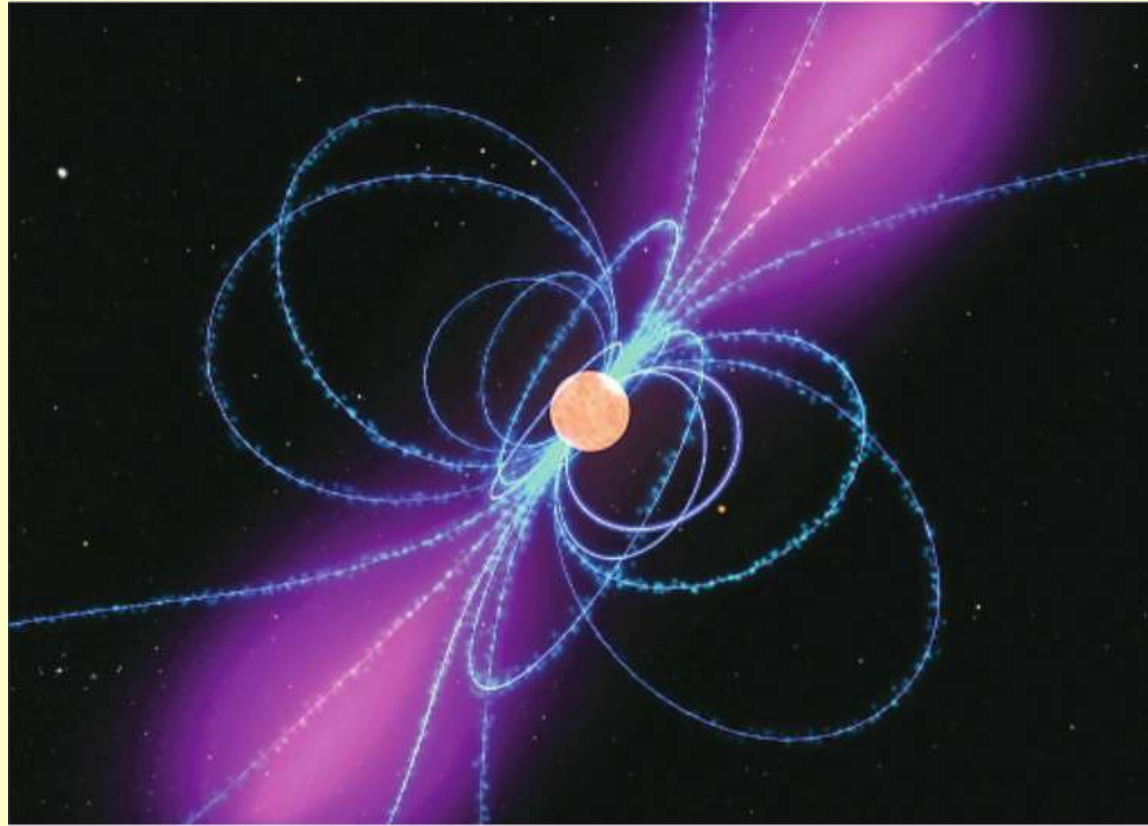
3

# izvori gama-zraka vrlo visokih energija (VHE)



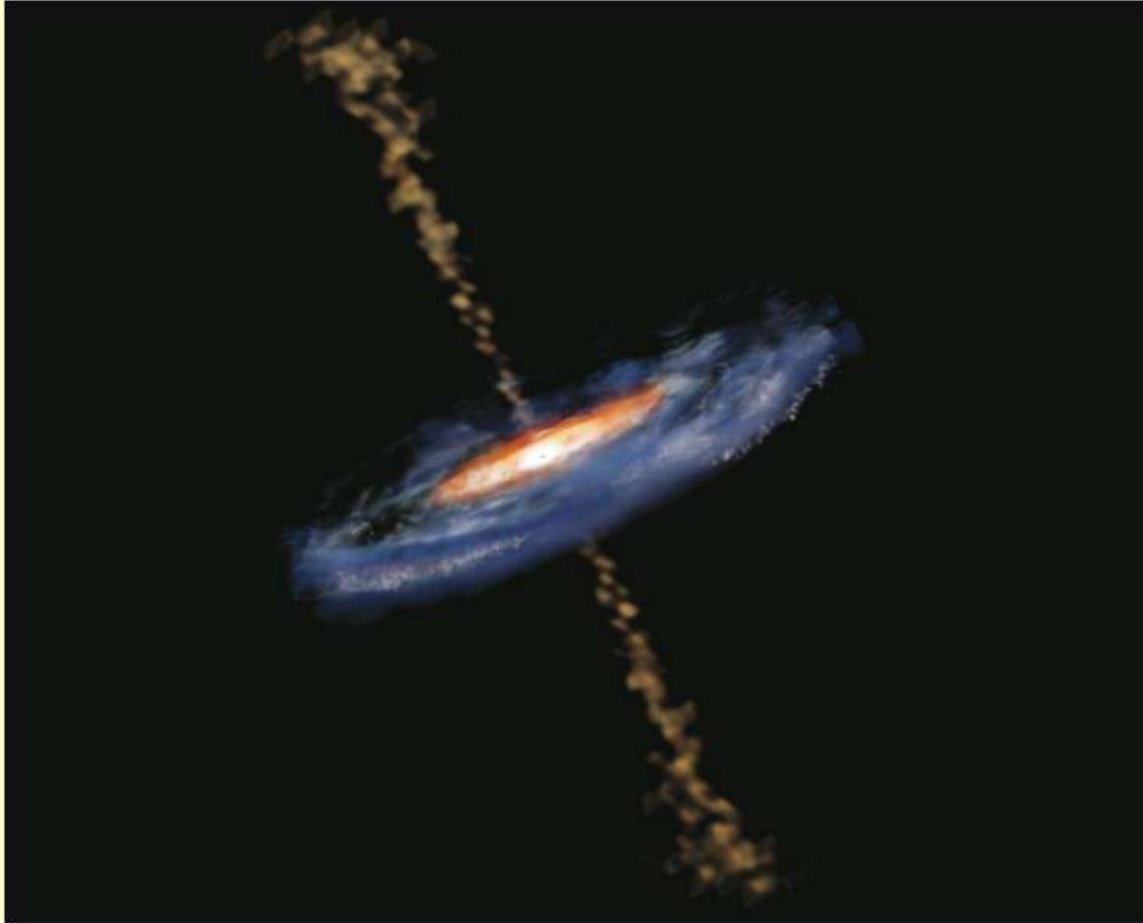
**Slika 5.** Katalog kozmičkih objekata koji zrače u vrlo visokoenergijskom gama-području. Trenutno sadržava više od 150 objekata, galaktičkih i izvangalaktičkih. Izvor: <http://tevcat.uchicago.edu/>

# pulsar – brzorotirajuća neutronska zvijezda



**Slika 3.** Umjetnički prikaz pulsara, brzorotirajuće neutronske zvijezde, koja dio svojeg zračenja emitira u gama-području Izvor: [http://www.nasa.gov/images/content/283511main\\_fermigrop\\_pulsarmodel\\_Hl.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/283511main_fermigrop_pulsarmodel_Hl.jpg)

# aktivna galaktička jezgra



**Slika 4.** Umjetnički prikaz aktivne galaktičke jezgre u čijim mlazovima nastaju gama-zrake visokih i vrlo visokih energija. Izvor: [http://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/basic/gamma/agn\\_big.jpg](http://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/basic/gamma/agn_big.jpg)