

Što pokreće Rakovu maglicu?

Teleskopima MAGIC opažen je pulsar na dosad najvišim energijama čime je postavljen novi izazov za teorijska objašnjenja mehanizma zračenja.

Pulsar koji se nalazi u središtu slavne Rakove maglice pršti energijom. To je upravo potvrdila kolaboracija MAGIC (**M**ajor **A**tmospheric **G**amma-ray **I**maging **C**herenkov) koja upravlja s dva velika teleskopa na kanarskom otoku La Palmi. Pomoću teleskopa MAGIC, pulsar je opažen u području gama-zraka na energijama iznad 50 GeV, koje su nedostupne većini instrumenata za visoke energije te su detektirani periodični pulsevi na energijama do 400 GeV, što je 50 do 100 puta viša energija nego što predviđaju dosadašnji teorijski modeli.

Središnja zvijezda u Rakovoj maglici je neutronska zvijezda, jedan od najbolje proučenih pulsara, koji napravi 30 okretaja u sekundi te ima vrlo jako magnetsko polje, 100 milijuna Tesla – 1000 milijardi puta jače od Zemljinog magnetskog polja. Pulsar i maglica su udaljeni oko 6000 svjetlosnih godina od Zemlje, nalaze se u zvijezdi Bika, a ostatak su supernove koja je eksplodirala u ljeto 1054. godine i mjesecima bila vidljiva golim okom čak i tijekom dana.

Neutronske zvijezde su objekti izuzetno visoke gustoće, s masama blizu Sunčeve, ali s promjerima od samo desetak kilometara. Nalik su atomskoj jezgri veličine malog grada. Vrte se izuzetno brzo i pravilno, s periodima vrtnje između tisućinke sekunde i 10 sekundi. Kombinacija brze vrtnje i iznimno jakih magnetskih polja na zvijezdi stvara jake električne potencijale koji zatim neprestano stvaraju nabijene čestice, uglavnom elektrone i pozitrone (pozitivno nabijene antielektrole). Nabijene čestice se gibaju duž silnica magnetskog polja koje se rotiraju zajedno sa zvijezdom i pri tome nabijene čestice emitiraju snop zračenja u cijelom području elektromagnetskog spektra, od radiovalova do gama-zraka. Svaki put kad se ovaj snop poklopi s našim pravcem promatranja, vidimo puls zračenja, slično kao svjetionik promatran s velike udaljenosti.

Rakova maglica i njezin pulsar jedini su objekti čije je spektakularno rođenje pouzdano zabilježeno. Zato točno znamo koliko su stari što je od ključne važnosti za testiranje našeg razumijevanja svojstava neutronske zvijezde.

Prije nekoliko godina teleskopom MAGIC otkriveno je gama-zračenje iz Rakovog pulsara na energijama iznad 25 GeV, što je predstavljalo veliko iznenađenje. Kako snažno magnetsko polje vrlo efikasno zaklanja visokoenergijsko gama-zračenje, znanstvenici su zaključili da to zračenje mora nastajati na visini od najmanje 60 km iznad površine neutronske zvijezde, jer je na toj visini magnetsko polje manjeg intenziteta. Zato se gama-zrake tako visokih energija, a koje nastaju vrlo blizu površine zvijezde ne bi smjele opaziti, što je opovrglo jednu od glavnih teorija pulsne emisije Rakovog pulsara.

Prije godinu i pol MAGIC je opazio gama-zrake energijama višim od 100 GeV. Prije otprilike pola godine kolaboracija VERITAS je opazila pulseve gama-zračenja na energijama iznad 100 GeV, što je opet premašilo sva očekivanja. Sada, nakon što su analizirani svi podaci prikupljeni tijekom dvije godine, kolaboracija MAGIC predstavlja najdetaljnije i najpreciznije mjerenje periodične emisije u širokom rasponu energija, od 50 GeV do 400 GeV te pokazuje da je trajanje svakog pulsa samo jedna tisućinka sekunde.

Nedavna MAGIC-ova mjerenja, zajedno s mjerenjima satelita Fermi na puno nižim energijama, daju neprekinutu pokrivenost spektra od 0.1 GeV do 400 GeV. Rezultati ovih opažanja postavljaju veliki izazov za većinu postojećih teorija pulsne emisije jer predviđaju znatno nižu gornju granicu za energiju emisije.

Jedan novi teorijski model objašnjava opaženi fenomen pomoću kaskadnog procesa u kojem se proizvode sekundarne čestice koje mogu proći kroz magnetosferu pulsara. Drugo objašnjenje, koje je nedavno objavljeno u časopisu Nature, povezuje naša opažanja s jednako zagonetnom fizikom vjetrova s pulsara. Vjetar s pulsara je tok čestica (elektrona, pozitrona i fotona) koji se sudara s tvari okolne maglice i tako je snabdijeva energijom. Iako ovi novi modeli mogu objasniti izuzetno visoke energije i kratko trajanje pulseva, bit će ih potrebno dodatno usavršiti kako bi mogli vjerno reproducirati opažanja. Naravno, potrebna su i buduća opažanja da bi se riješila cijela zagonetka.

KONTAKT:

Dr. Juan Cortina

glasnogovornik kolaboracije MAGIC

[Institut de Física d'Altes Energies, Barcelona, Spain](#)

Tel. +34 93 581 2833

E-mail: cortina@ifae.es

Dr. Razmik Mirzoyan

Zamjenik glasnogovornika kolaboracije MAGIC

Max-Planck-Institut für Physik, München

Tel. +49 89 32354-328

E-mail: razmik.mirzoyan@mpp.mpg.de

Dr. Masahiro Teshima

Predsjednik vijeća kolaboracije MAGIC

Max-Planck-Institut für Physik, München

Tel.: +49 89 32354-301

E-Mail: masahiro.teshima@mpp.mpg.de

Prof. Alessandro de Angelis

Koordinator za fiziku kolaboracije MAGIC

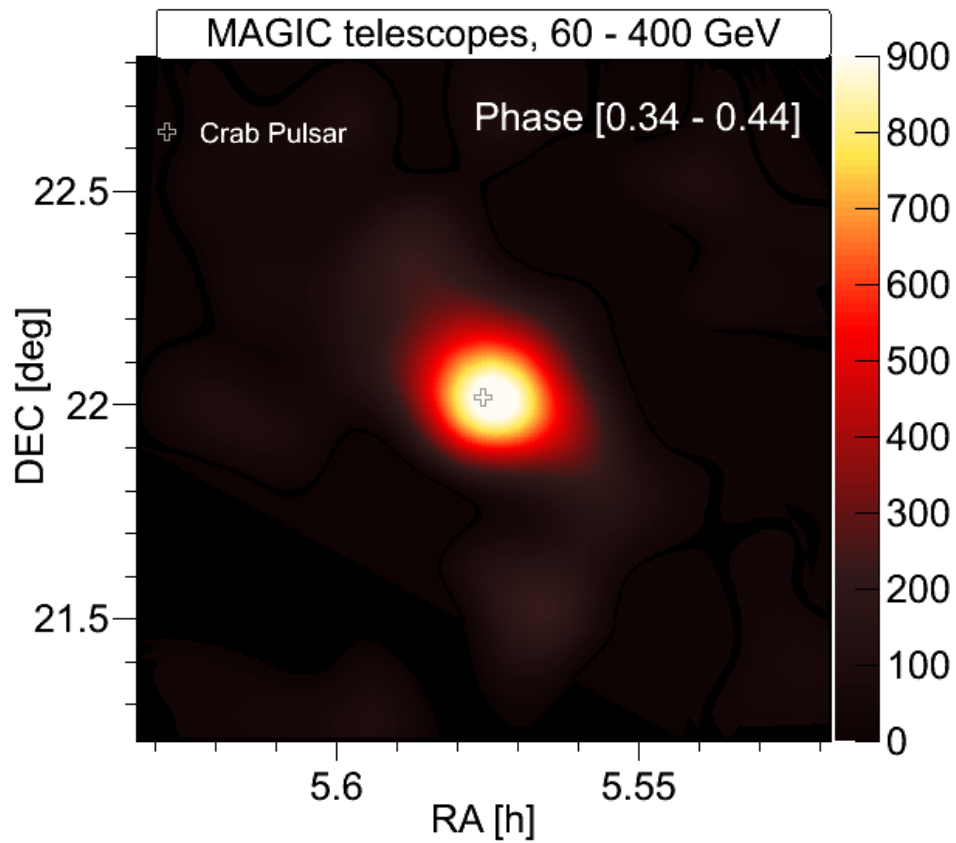
[Dipartimento di Fisica dell'Università di Udine and INFN sez. di Trieste, Italy](#)

Tel. +39 0432 558233

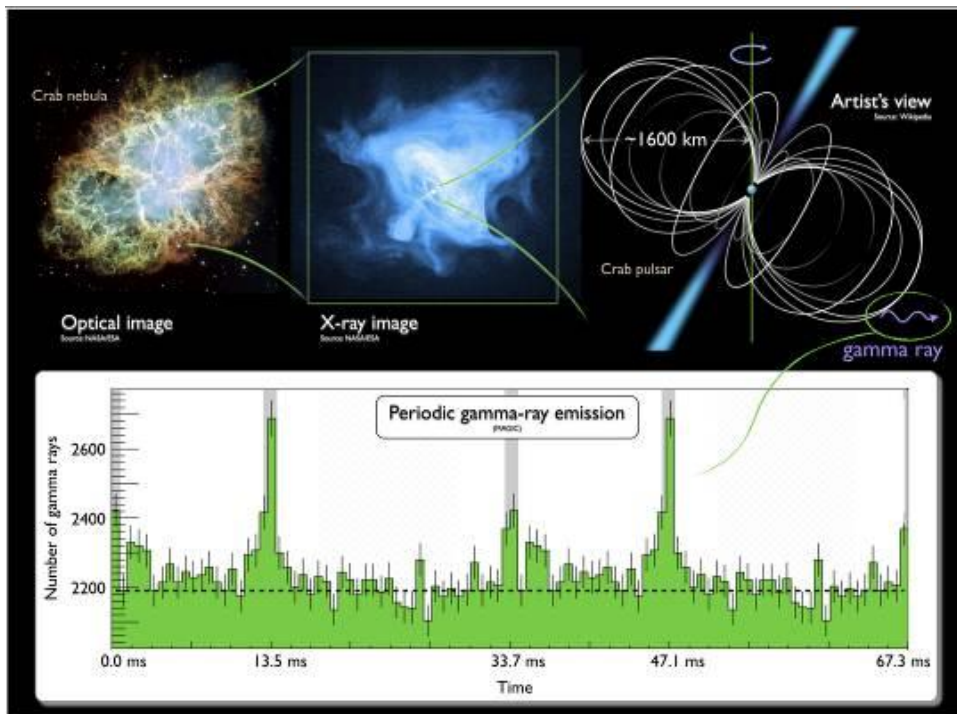
E-mail: alessandro.deangelis@uniud.it

Izvorni rad: MAGIC Collaboration, J. Aleksic et al., *Phase resolved energy spectra of the Crab pulsar in the range of 50-400GeV measured with the MAGIC telescopes*
Astronomy & Astrophysics, 30. March 2012

Slike s objašnjenjima



Kozmički svjetionik: Rakov pulsar emitira pulseve gama-zraka maksimalne izmjerene energije od 400 GeV. To su 50-100 puta veće energije nego što predviđaju teorije. Slika prikazuje pulsnu emisiju izmjerenu sustavom teleskopa MAGIC (grafika: S. Klepser, kolaboracija MAGIC).



Promatranja na različitim valnim duljinama: gornja lijeva slika prikazuje Rakovu maglicu u vidljivom spektru, a gornja srednja slika prikazuje maglicu u rendgenskom spektru (X-zrake). Gornji desni crtež prikazuje magnetosferu pulsara (pulsar je prikazan plavim kružićem u sredini). Svjetlosna krivulja (donji grafikon) prikazuje periodične emisije gama-zraka, dva pulsa svakih 33,7 milisekundi. Radi jasnoće su prikazana dva perioda od 33,7 milisekundi (Grafika: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll, CXC, SAO, F. Seward et al., kolaboracija MAGIC).

Projekt MAGIC

Teleskopi MAGIC (dio Europskog sjevernog opservatorija) smješteni su na nadmorskoj visini 2200 m, blizu vrha Roque de los Muchachos na kanarskom otoku La Palma, u Španjolskoj. Sustav dvaju teleskopa MAGIC, svaki promjera 17 m, trenutno je najveći instrument na svijetu za detekciju i mjerenje energije gama-zraka iz kozmičkih izvora u energijskom rasponu od 25 GeV do 50 TeV.

Tek prije dvadesetak godina započela su sustavna opažanja svemira u najenergetskijem dijelu spektra elektromagnetskog zračenja, u području gama-zraka. Detekcija svemirskog gama-zračenja daje nam uvid u najsilovitije procese u svemiru, koje je nemoguće studirati u laboratorijskim uvjetima. Gama-zrake se fundamentalno razlikuju od ostalog dijela spektra elektromagnetskog zračenja, energija gama-zraka je stotine milijardi puta veća od energije vidljive svjetlosti a i sam proces nastanka gama-zraka je sasvim različit od procesa u kojima nastaje elektromagnetsko zračenje nižih energija.

Neutralne gama-zrake upadaju u Zemljinu atmosferu te u njoj stvaraju pljuske sekundarnih čestica (uglavnom elektrona i pozitrona) koje prolaskom kroz zrak emitiraju plavičastu Čerenkovljevu svjetlost. MAGIC detektira gama-zrake i mjeri njihovu energiju sakupljajući i analizirajući tu Čerenkovljevu svjetlost.

MAGIC je u velikoj mjeri izgrađen zajedničkim naporima europske kolaboracije koja uključuje oko 160 znanstvenika iz Njemačke, Španjolske, Italije, Švicarske, Poljske, Finske, Bugarske, Hrvatske i Japana.

MAGIC djeluje od 2004. godine, a otkrio je najudaljenije izvore visokoenergijskih gama-zraka. Također, otkrio je pulsnu emisiju gama-zračenja iz Rakovog pulsara na energijama većim od 25 GeV.



Fotografija dvaju teleskopa MAGIC na Kanarskim otoku La Palma (u prednjem planu). Dva 17-metarska teleskopa mjere vrlo kratke bljeskove plavičaste Čerenkovljeve svjetlosti koju stvara pljusak sekundarnih čestica u atmosferi. Ove sekundarne čestice nastaju u sudaru kozmičkih gama-zraka sa Zemljinom atmosferom. (fotografija: R. Wagner, Max-Planck-Institut für Geophysik).

Dodatne informacije:

Stranica kolaboracije MAGIC

<http://wwwmagic.mpp.mpg.de/>

Materijal za medije i priopćenje na drugim jezicima:

<http://wwwmagic.mpp.mpg.de/physics/recent/Crab-Pulsar/>

Dodatne informacije o hrvatskoj grupi u MAGIC-u (Croatian MAGIC Consortium):

Na inicijativu prof. dr. Daniela Ferenc (trenutno na UC Davis Kalifornija), koji je jedan od pionira visokoenergijske gama-astronomije u Europi, hrvatski znanstvenici okupljeni u Croatian MAGIC Consortium su 2008. godine postali članovi kolaboracije MAGIC. Hrvatsku grupu u projektu MAGIC, čine znanstvenici iz tri hrvatske institucije: Sveučilišta u Rijeci (dr. Dijana Dominis Prester i Tomislav Terzić, asistent), Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu (dr. Daniel Ferenc, dr. Dario Hrupec, dr. Tihomir Surić i Iva Šnidarić, znanstvena novakinja) te Sveučilišta u Splitu (dr. Nikola Godinović, dr. Damir Lelas i dr. Ivica Puljak). Hrvatska je grupa ovom važnom rezultatu doprinijela sudjelovanjem u prikupljanju podataka, svakodnevnoj provjeri kvalitete prikupljenih podataka (za vrijeme opažanja Rakove maglice i pulsara) i preciznosti vremenske baze koja je nužna za precizno mjerenje periodičnosti i trajanja pulseva gama-zraka. Znanstvena novakinja Iva Šnidarić je sudjelovala i u provjeri metoda analize.

Kontakt

Split, Sveučilište u Splitu, FESB (<http://www.fesb.hr/>)

Koordinator hrvatske MAGIC grupe: Prof. dr. Nikola Godinović

Email: Nikola.Godinovic@cern.ch

Telefon: +385 (0)21 305 884, mobitel: +385 (0)91 517 5314

Zagreb, Institut Ruđer Bošković (<http://www.irb.hr/>)

dr. Tihomir Surić

Email: Tihomir.Suric@irb.hr

Telefon: + 385 (0)1 457 1302, mobitel: +385 (0)91 9302576