



The CLEAN PAPER

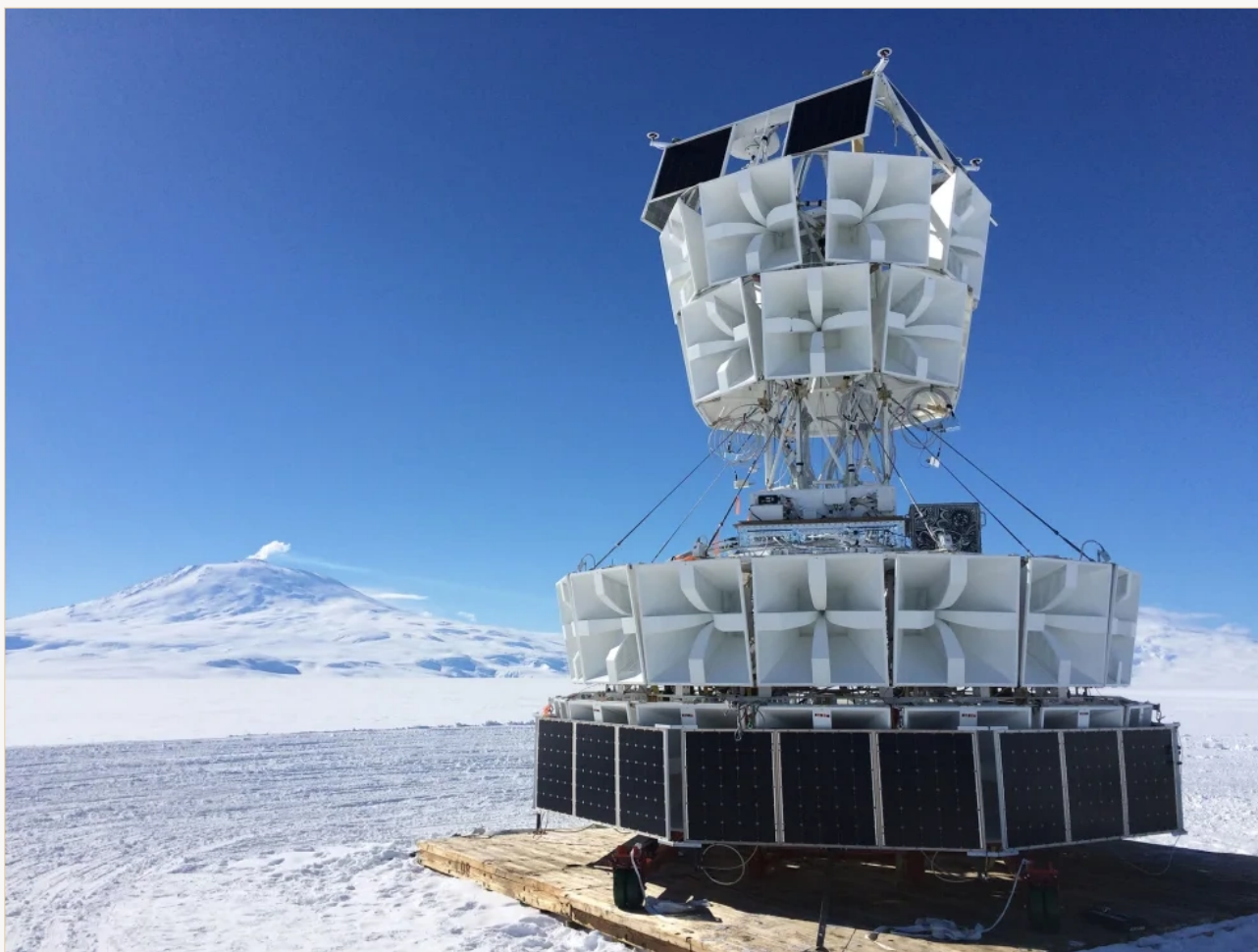
WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Dva anomalna radio-impulsa iznad Antarktika i dalje su neobjašnjena — a objašnjenje „novom česticom“ gubi podršku

Dva neobična radio-impulsa, koje je pre više godina zabeležio antarktički eksperiment nošen balonom, i dalje nemaju usaglašeno objašnjenje; ciljana pretraga Opservatorije Pierre Auger nije pronašla tragove pljuskova koje bi takvo tumačenje podrazumevalo, zbog čega je egzotično tumačenje „novom česticom“ mnogo manje verovatno, dok anomalija ostaje nerešena.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Laura Nesso · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Search for the Anomalous Events Detected by ANITA Using the Pierre Auger Observatory*, Pierre Auger Collaboration, Physical Review Letters 134, 121003 (2025) · DOI: [10.1103/PhysRevLett.134.121003](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.121003)



48 ANITA-inih antena usmereno je nadole, ka antarktičkom ledu, na gondoli visokoj 25 stopa.

Christian Miki / University of Hawai'i at Mānoa fair-use assertion

Balon, led i dva impulsa odozdo

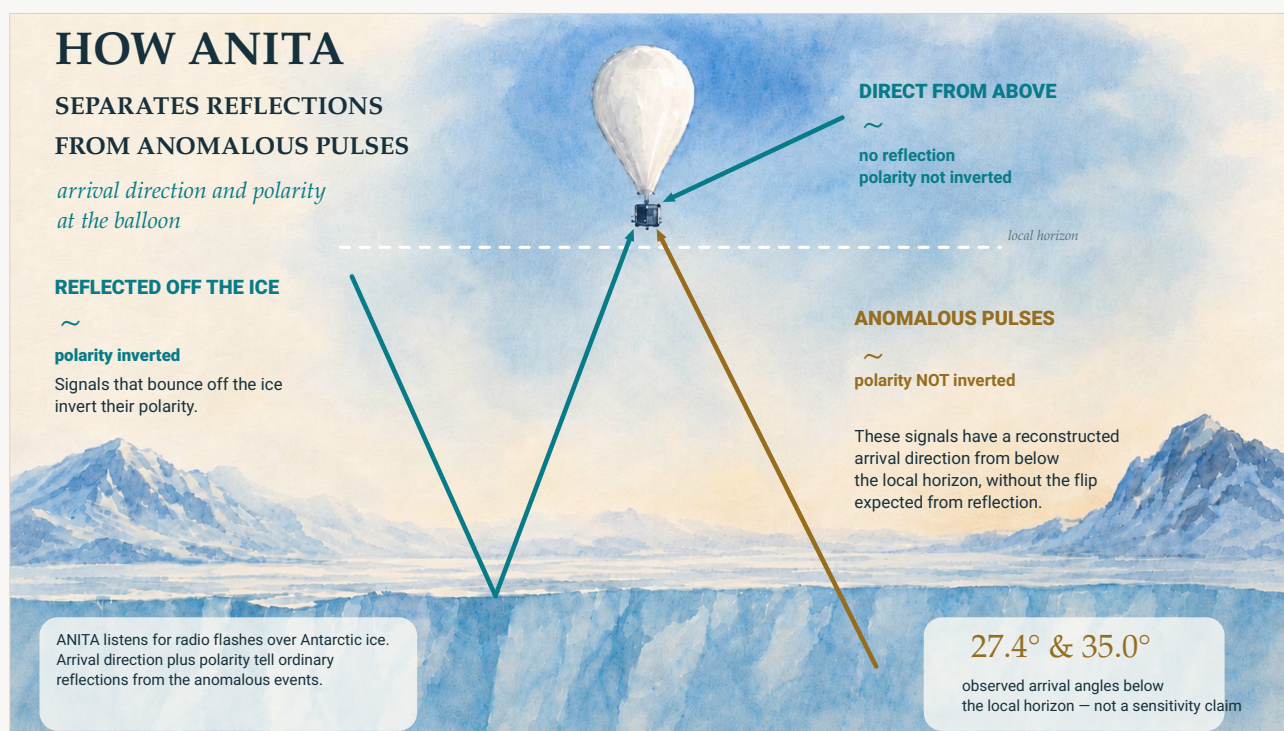
Veći deo svog radnog veka, Antarctic Impulsive Transient Antenna — ANITA — visi ispod NASA-inog balona, tridesetak kilometara visoko, i nedeljama lebdi iznad najpraznijeg mesta na Zemlji, osluškujući.

Ona osluškuje radio-signale iz svemira. Kada čestica veoma visoke energije — kosmički vazduh ili neutrino — pogodi vazduh ili led, raspada se u pljusak manjih čestica, a taj pljusak emituje kratak radio-bljesak. Antarktik je gotovo idealan za njihovo hvatanje: kilometri čistog, hladnog leda kroz koji radio-talasi prolaze gotovo kao kroz staklo, i ništa stotinama kilometara unaokolo što bi zatrpalo signal. Zadatak ANITA-e jeste da uhvati te bljeskove i iz njihovog oblika i vremenskog rasporeda očita šta ih je proizvelo.

Većina onoga što čuje ponaša se uredno. Neki bljeskovi stižu pravo odozgo. Mnogi drugi okrznu led i odbiju se nazad nagore, ka anteni — a oni nose jasan trag: odraz obrće talas (preokret *polariteta* signala), potpis koji fizičari mogu da prepoznaju na prvi pogled. Tako se odraz razlikuje od stvarnog

signala.

Dvaput je zabeleženo nešto što je prekršilo obrazac.



Kod balona, impuls koji stiže pravo odozgo dolazi bez preokretanja, dok reflektovani impuls stiže sa preokrenutim polaritetom — uobičajenim znakom odbijanja od leda. Dva anomalna impulsa, međutim, stižu iz *rekonstruisanog* pravca strmo ispod lokalnog horizonta — ali bez takvog preokreta, iako bi ih odraz preokrenuo. „Odozdo“ opisuje taj pravac dolaska — a ne česticu koja izlazi iz Zemlje.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Tokom jednog leta, 2006. godine, i drugog, 2014. godine, ANITA je uhvatila impuls iz strmog pravca *ispod* horizonta — 27.4° i 35.0° ispod njega, redom — kao da je izašao iz unutrašnjosti kontinenta, ali *bez* inverzije. Dakle, nije bio odraz. Nešto je zaista putovalo nagore, iz leda, ka balonu.

Evo zašto je to gotovo skandalozno. Da bi stiglo do antene pod tako strmim uglom naviše, šta god da je proizvelo impuls moralo je da prođe kroz telo planete — šest ili sedam hiljada kilometara čvrste stene. Gotovo ništa to ne može. Jedina poznata čestica koja prolazi kroz običnu materiju kao da je jedva i primećuje jeste neutrino, koji prolazi kroz celu Zemlju bez zadržavanja — zato je prirodna ideja da je neutrino prošao kroz stenu, udario u atom neposredno ispod leda i proizveo pljusak čestica koje jure nagore, čiji je radio-bljesak ANITA uhvatila. Problem je u jednom obrtu: neutrino dovoljno energičan da proizvede *ovaj* signal zapravo je isuviše lako zaustaviti. Kroz toliku količinu stene trebalo bi da bude apsorbovan mnogo puta. A tok neutrina dovoljno snažan da bi dva ipak prošla trebalo bi da se pojavi u ogromnim detektorima napravljenim upravo da ih uhvate. Nijedno jednostavno objašnjenje nije sasvim zatvorilo priču.

Tako su dva impulsa ostala tamo, odbijajući da se ponašaju kako treba. Nije to bilo otkriće — dva događaja nikada nisu otkriće — ali nije bilo ni ništa. Bila je to stvarna anomalija: ona vrsta pojave koja je zanimljiva upravo zato što još niko nije mogao da kaže da li predstavlja pukotinu u Standardnom

modelu fizike ili samo osobenost leda, antene ili računara.

Tu određena vrsta izveštavanja poseže za rečju *misteriozno*, prigušuje svetla i pita šta bi moglo da živi ispod Antarktika. Oduprite se tome. Pravo pitanje nikada nije bilo *koje čudovište je u ledu*. Bilo je to strpljivo, neugledno pitanje koje zaista pokreće nauku napred: **kako biste saznali?**

Šta su autori uradili

Postoji čist način da se uzbudljiva objašnjenja testiraju. Ako impulsi ANITA-e potiču od stvarnog, ponavljajućeg toka pljuskova koji se kreću nagore — bilo da je reč o običnim tau-neutrinoima ili o nekoj predloženoj novoj čestici — dovoljno veliki detektor koji traga upravo za takvim događajima trebalo bi da uhvati njihov deo.

Opservatorija Pierre Auger u Argentini — najveći ikada izgrađeni detektor kosmičkih vazduha — dobro je pozicionirana za takvu potragu. Koristeći detektor fluorescencije, saradnja je tražila atmosferske pljuskove koji se kreću nagore (stižu odozdo, pod zenitnim uglovima većim od 110° i sa energijama iznad 0.1 EeV) u podacima iz perioda od 2004. do 2018. Ključno je to što je kompletan odabir bio utvrđen *pre* nego što je pregledan ceo skup podataka — bila je to „slepa“ analiza, tako da se odgovor nije mogao prilagođavati očekivanom ishodu.

Šta su pronašli

Nakon pregleda podataka, preostao je **jedan** kandidat-događaj — potpuno saglasan sa 0.27 ± 0.12 događaja očekivanih zbog toga što se obični kosmički zraci povremeno pogrešno rekonstruišu kao da se kreću nagore. Drugim rečima, nije bilo stvarnog signala koji se kreće nagore; bio je to samo očekivani slabi pozadinski doprinos.

Snaga rezultata leži u poređenju. Ako su impulsi ANITA-e poticali od stabilnog toka pljuskova koji se kreću nagore, Auger bi trebalo da zabeleži **mnogo** takvih događaja — približno 34 do 69 za jedan verovatan energetski spektar, i najmanje oko 8 čak i pod namerno konzervativnim pretpostavkama. Pronađen je jedan, saglasan sa pozadinom. Autori to opisuju kao „snažno neslaganje“ sa tumačenjem pljuskova koji se kreću nagore.

Šta ovo verovatno znači

Nedetektovanje ovakve veličine nosi informaciju. Ako su događaji ANITA-e poticali od stvarne populacije čestica koje stižu iz tih pravaca — običnih tau-neutrina ili hipotetičkih novih čestica predloženih da ih objasne — Augerovo dugo izlaganje trebalo je da uhvati znatan broj takvih događaja. Nije ih uhvatio. To praktično isključuje objašnjenje „difuznog toka pljuskova koji se kreću nagore“ — kategoriju u koju spada većina ideja izvan Standardnog modela — osim pod veštački podešenim

posebnim uslovima.

Preostaju objašnjenja koja *nisu* tok čestica koje stvaraju pljusak: najčešće se pominju odraz ili efekat prostiranja karakterističan za led i geometriju blizu horizonta, odnosno instrumentalni ili analitički artefakt. Nijedno nije potvrđeno. Zato je pošten sažetak sledeći: najuzbudljivije tumačenje upravo je pretrpelo ozbiljan udarac, a uzrok je i dalje nepoznat.

Šta ovo ne dokazuje

- Ne identifikuje **šta** su dva impulsa. „Snažno obeshrabruje novu fiziku“ nije isto što i „rešeno“.
- Ne potvrđuje svakodnevni uzrok. Vodeći kandidat — odraz ispod površine Antarktika — i dalje je hipoteza, a ne rezultat.
- Ne detektuje ništa „ispod leda“ u doslovnom smislu. Antene ANITA-e vise sa balona *iznad* Antarktika; „odozdo“ opisuje rekonstruisani pravac dolaska radio-impulsa — a ne zvuk, glas ili bilo šta što potiče iz unutrašnjosti leda.
- Ne podržava tvrdnje o potvrđenoj novoj čestici. Najšire deljena verzija ove priče upućuje u suprotnom smeru od dokaza.

Koliko su jaki dokazi?

Skromni, i tako su i predstavljeni.

- Interesovanje za fiziku izvan Standardnog modela počiva praktično na **dva** događaja, sa dva leta ANITA-e.
- Ovaj rad je **nulti rezultat**: snažan za isključivanje mogućnosti, ali ne može da kaže šta događaji *jesu*.
- Isključenje je kvantitativno i snažno (očekivane su desetine događaja, a zabeležen je jedan događaj u skladu s pozadinom) — ali cilja tumačenje „toka pljuskova koji se kreću nagore“, a ne svaki zamislivi uzrok.
- Vodeće uobičajeno objašnjenje (odraz blizu površine) jeste verovatno, ali nedokazano; neke alternative (određeni modeli prelaznog zračenja) u drugim radovima su odbačene kao manje verovatne.
- Nijedan eksperiment nije nezavisno ponovio prvobitnu anomaliju.

Ovo je strogo ograničenje postavljeno na mali, tvrdokorni problem — a ne otkriće.

Zašto je važno

Predložena objašnjenja sezala su sve do egzotičnih novih čestica. Umesto da juri ono najuzbudljivije, područje je uradila neglamuroznu stvar: proverila je ideju nezavisnim, mnogo većim detektorom — i podaci su rekli ne. Veći i osetljiviji naslednik instrumenta, PUEO, gradi se kako bi ponovo tragao za ovim pojavama.

Anomalija se na kraju možda ispostavi kao nešto svakodnevno. To ne bi značilo da je bila neuspeh. Sužavanje neobjašnjenog merenja sve dok se ono ili ne raspline ili ne primora na stvarno otkriće *jeste* naučni rad — i vredno ga je pratiti upravo zato što je pošten odgovor, za sada, i dalje „ne znamo“.

Kratak rezime

Čini se da dva radio-impulsa sa antarktičkih letova ANITA-e iz 2006. i 2014. dolaze iz strmih uglova ispod horizonta, što Standardni model teško objašnjava. Ciljana potraga iz 2025. godine pomoću Opservatorije Pierre Auger pronašla je samo jedan kandidat-događaj, saglasan sa pozadinom, dok bi ih se očekivale desetine da su impulsi poticali od toka pljuskova koji se kreću nagore. To snažno obeshrabruje egzotično tumačenje „nove čestice“ i upućuje na efekat odraza, prostiranja ili instrumenta svojstven ANITA-i — ali uzrok je i dalje zaista nepoznat. Nije potvrđena nova čestica i nije reč o misterioznom signalu iz unutrašnjosti leda.

Provera bez ulepšavanja

Šta rad pokazuje: Slepa potraga Opservatorije Pierre Auger (2004–2018) za atmosferskim pljuskovima koji se kreću nagore pronašla je jednog kandidata, saglasnog sa očekivanom pozadinom od 0.27 događaja kosmičkih vazduha. Da su anomalije ANITA-e poticale od toka takvih pljuskova, Auger bi trebalo da vidi približno 34–69 događaja (ili najmanje ~8 pod konzervativnim pretpostavkama). To snažno obeshrabruje tumačenje pljuskova koji se kreću nagore, uključujući scenarije „novih čestica“ izvan Standardnog modela.

Šta je verovatno, ali nije dokazano: Efekat odraza ili radio-prostiranja blizu leda i horizonta, odnosno instrumentalni ili analitički artefakt svojstven ANITA-i.

Šta rad ne pokazuje: Da su događaje izazvale nove čestice; da su to signali ispod leda; da su uključeni bilo šta paranormalno, veštačko ili čujno; da je uzrok sada poznat.

Glavna ograničenja: Interesovanje za fiziku izvan Standardnog modela počiva na ~dva događaja; ovo je nulti rezultat koji postavlja ograničenja, ali ne može da identifikuje uzrok; isključenje se posebno odnosi na tumačenje „toka pljuskova“; nema nezavisnog ponavljanja prvobitne anomalije.

Koliko poverenja treba da ima opšti čitalac? Veliko poverenje da ovo *nije* potvrđena nova čestica i *nije* signal iz unutrašnjosti leda, kao i da je tumačenje egzotičnim tokom sada snažno obeshrabreno.

Malo poverenje u pogledu stvarnog uzroka, koji ostaje otvoren. Primeren stav: radoznalost prema nerešenoj anomaliji koja je najverovatnije nešto svakodnevno.

Izvori

Phys. Rev. Lett. 134, 121003 (2025)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.121003>

Original ANITA-I event (Gorham et al. 2016)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.071101>

Original ANITA-III event (Gorham et al. 2018)

<https://arxiv.org/abs/1803.05088>

Subsurface-reflection explanation (Shoemaker et al. 2020)

<https://arxiv.org/abs/1905.02846>

PUEO successor instrument — white paper (2021)

<https://arxiv.org/abs/2010.02892>