



The CLEAN PAPER

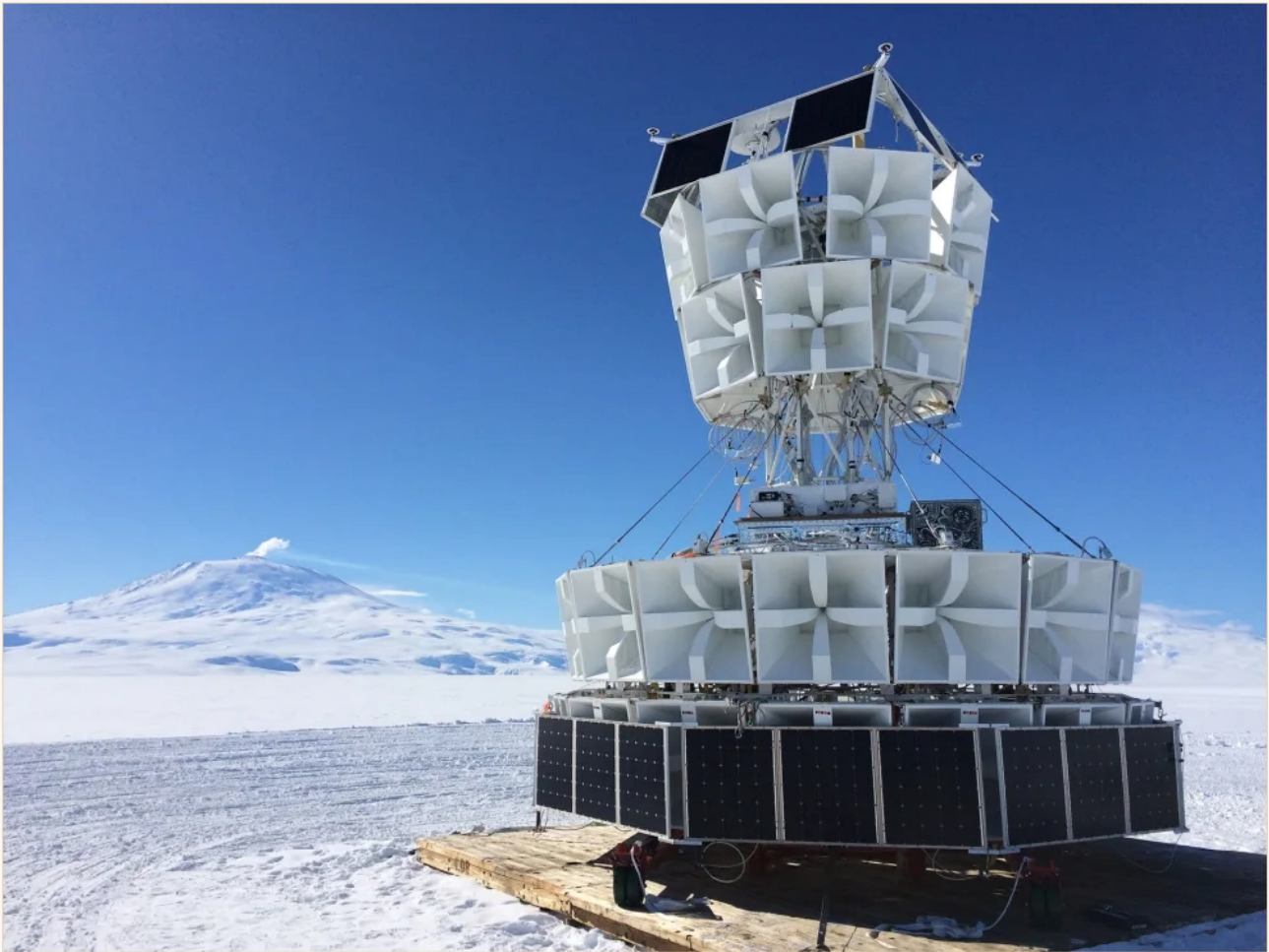
WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Dy impulse radioje anomale mbi Antarktidë mbeten të pashpjeguara — dhe interpretimi i “grimcës së re” po humbet mbështetjen

Dy impulse të pazakonta radioje, të regjistruara vite më parë nga një eksperiment antarktik me balonë, ende nuk kanë një shpjegim të pranuar; një kërkim i posaçëm nga Pierre Auger-i nuk gjeti gjurmë të ngjarjeve që do të nënkuptonin ato impulse, duke e bërë shumë më pak të mundshëm interpretimin ekzotik të “grimcës së re”, ndërsa anomalia mbetet e pazgjidhur.

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 antenat e ANITA-s janë të drejtuara poshtë, drejt akullit të Antarktidës, mbi një gondolë 25 këmbë të lartë.

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

Balona, akulli dhe dy impulse nga poshtë

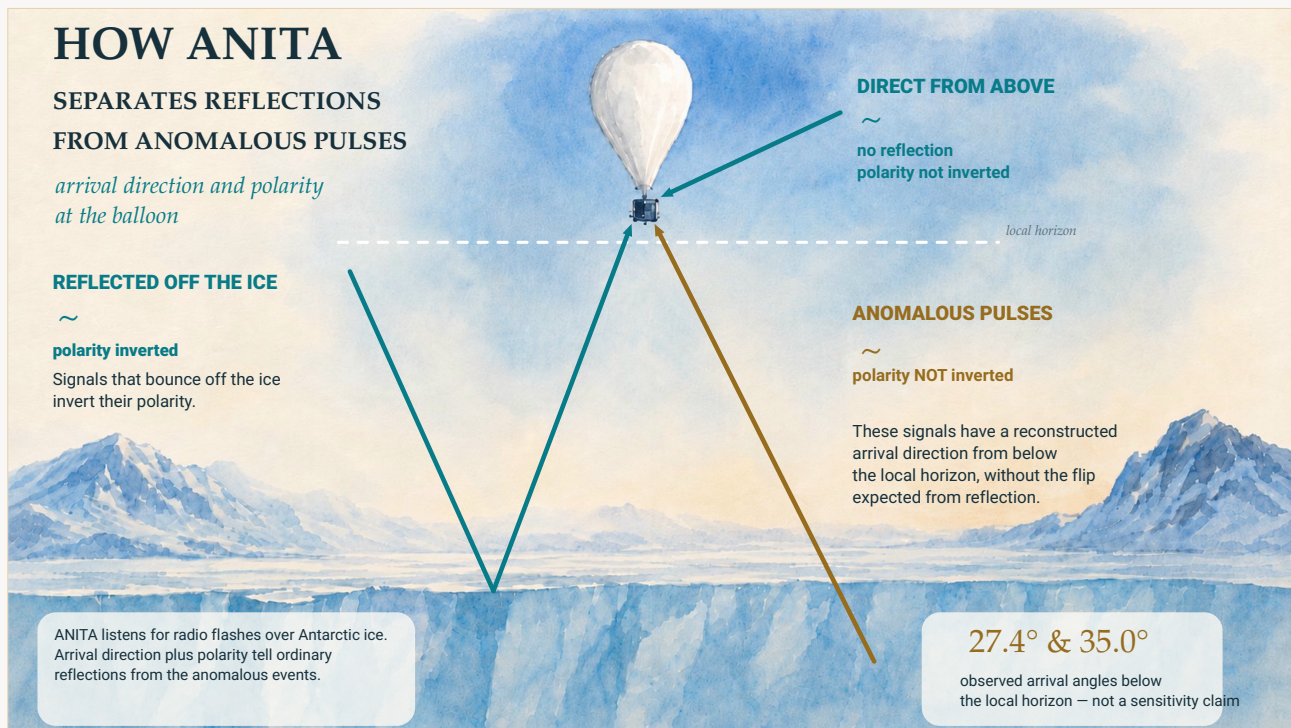
Për pjesën më të madhe të kohës që ka qenë në funksion, Antarctic Impulsive Transient Antenna — ANITA — varet nën një balonë të NASA-s, rreth tridhjetë kilometra lart, dhe për javë të tëra lëviz mbi vendin më të zbrazët të Tokës, duke dëgjuar.

Ajo që dëgjon janë sinjale radioje nga hapësira. Kur një grimcë me energji shumë të lartë — një rreze kozmike ose një neutrino — godet ajrin ose akullin, ajo shpërbëhet në një shi grimcash më të vogla dhe ky shi lëshon një impuls të shkurtër radioje. Antarktida është pothuajse ideale për t'i kapur ato: kilometra të tëra akulli të pastër e të ftohtë, nëpër të cilin radioja kalon thuhet sikur të ishte xham, dhe asgjë për qindra kilometra që ta prishë sinjalin. Detyra e ANITA-s është t'i kapë këto impulse dhe të kuptojë, nga forma dhe koha e tyre, çfarë i shkaktoi.

Shumica e asaj që dëgjon sillet në mënyrë të rregullt. Disa impulse mbërrijnë drejtpërdrejt nga lart. Shumë të tjera prekin akullin dhe kërcejnë përsëri lart drejt antenës — dhe këto kanë një shenjë dalluese: kërcimi e përmbys valën (pra, përmbys *polaritetin* e sinjalit), një shenjë që fizikantët mund

ta lexojnë menjëherë. Kështu dallohet një pasqyrim nga një sinjal i drejtpërdrejtë.

Dy herë, diçka mbërriti dhe theu modelin.



Te balona, një impuls që vjen drejtpërdrejt nga lart mbërrin i papërmbysur, ndërsa një impuls i pasqyruar mbërrin me polaritet të përmbysur — shenja e zakonshme e një kërcimi mbi akull. Dy impulset anomale, përkundrazi, mbërrijnë nga një drejtim i *rikonstruktuar* shumë poshtë horizontit lokal — megjithatë pa këtë përmbysje, që një pasqyrim do ta kishte shkaktuar. “Nga poshtë” përshkruan drejtimin e mbërritjes — jo një grimcë që ngjitet nga Toka.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Në një fluturim në vitin 2006 dhe në një tjetër në vitin 2014, ANITA kapi një impuls nga shumë poshtë horizontit — përkatësisht 27.4° dhe 35.0° poshtë tij — sikur të kishte ardhur nga brendësia e kontinentit, pa *asnjë* përmbysje. Pra, jo një pasqyrim. Diçka që kishte udhëtuar vërtet lart, duke dalë nga akulli drejt balonës.

Ja pse kjo është thujtë skandaloze. Për të mbërritur te antena me një kënd kaq të pjerrët përpjetë, çfarëdo që e krijoi impulsin duhej të ngjitej përmes trupit të planetit — gjashtë ose shtatë mijë kilometra shkëmb të ngurtë. Pothuajse asgjë nuk mund ta bëjë këtë. E vetmja grimcë e njohur që kalon përmes lëndës së zakonshme sikur ajo të ishte thujtë e padukshme është neutrinoja, e cila përshkon gjithë Tokën pa e vënë re — prandaj ideja e natyrshme është se një neutrino udhëtoi përmes shkëmbit, goditi një atom pikërisht nën akull dhe prodhoi një shi grimcash që vrapuan lart, shkëndijën radio të të cilit e kapi ANITA. Problemi është një kthesë: një neutrino me energji të mjaftueshme për të krijuar *këtë* sinjal, në fakt, ndalohej shumë lehtë. Përgjatë gjithë atij shkëmbi do të duhej të përthithej shumë herë. Dhe një rrymë neutrinosh aq e fortë sa dy prej tyre të kalonin gjithsesi, do të duhej të ishte shfaqur në detektorët gjigantë të ndërtuar pikërisht për t'i kapur. Asnjë nga shpjegimet e thjeshta nuk e mbylli plotësisht çështjen.

Kështu, dy impulset mbetën aty, duke refuzuar të silleshin siç pritej. Jo një zbulim — dy ngjarje nuk janë kurrë një zbulim — por as hiçgjë. Një anomali e vërtetë: lloji i dukurisë që është interesante pikërisht sepse askush ende nuk mund të thoshte nëse ishte një çarje në Modelin Standard të fizikës apo thjesht një veçanti e akullit, antenës ose llogaritjeve.

Këtu është pika ku një lloj i caktuar mbulimi mediatik kërkon fjalën *misterioz*, zbeh dritat dhe pyet se çfarë mund të jetojë nën Antarktidë. Rezistojini kësaj. Pyetja e vërtetë nuk ishte kurrë *çfarë përbindëshi gjendet në akull*. Ishte ajo e durueshmja, jo spektakolare, që në të vërtetë e çon shkencën përpara: **si do ta zbulonit?**

Çfarë bënë autorët

Ekziston një mënyrë e pastër për të testuar shpjegimet emocionuese. Nëse impulset e ANITA-s vijnë nga një fluks real dhe i përsëritur resh grimcash që lëvizin lart — qofshin neutrino të zakonshme tau ose ndonjë grimcë e re e propozuar — atëherë një detektor mjaft i madh që vëzhgon pikërisht këto ngjarje duhet të kapë një pjesë të tyre.

Observatori Pierre Auger në Argentinë — detektori më i madh i rrezeve kozmike i ndërtuar ndonjëherë — është i përshtatshëm për ta kërkuar këtë. Duke përdorur Detektorin e Fluoreshencës, bashkëpunimi kërkoi shira ajrorë që lëvizin lart (që mbërrijnë nga poshtë, me kënde zenitore mbi 110° dhe energji mbi 0.1 EeV) në të dhëna që shtrihen nga viti 2004 deri në vitin 2018. Në mënyrë thelbësore, përzgjedhja e plotë u përcaktua *përpara* se të shqyrtohej i gjithë grupi i të dhënave — një analizë “e verbër”, në mënyrë që përgjigjja të mos përshtatej drejt një rezultati të shpresuar.

Çfarë gjetën

Pas publikimit të analizës, mbeti **një** ngjarje kandidate — plotësisht në përputhje me 0.27 ± 0.12 ngjarje të pritshme nga rrezet kozmike të zakonshme që herë pas here rikonstruktohen gabimisht si ngjarje që lëvizin lart. Me fjalë të tjera, nuk pati sinjal të mirëfilltë që lëvizte lart; vetëm rrjedha e vogël e sfondit që do të prisnit.

Forca e rezultatit qëndron te krahasimi. Nëse impulset e ANITA-s vinin nga një fluks i qëndrueshëm resh grimcash që lëvizin lart, Auger do të duhej të kishte regjistruar **shumë** — afërsisht 34 deri në 69 ngjarje të tilla për një spektër të besueshëm energjish, dhe të paktën rreth 8 edhe nën supozime të qëllimshme konservatore. Ai gjeti një, në përputhje me sfondin. Autorët e përshkruajnë këtë si “mospërputhje të fortë” me interpretimin e shiut që lëviz lart.

Çfarë ndoshta do të thotë kjo

Një moszbulim i kësaj përmase është informues. Nëse ngjarjet e ANITA-s vinin nga një popullatë reale grimcash që mbërrinin nga ato drejtime — neutrino të zakonshme tau ose grimca hipotetike të reja të propozuara për t'i shpjeguar — ekspozimi i gjatë i Auger-it do të duhej të kishte kapur një numër të konsiderueshëm. Nuk e bëri. Kjo përjashton në mënyrë efektive shpjegimin e “fluksit difuz të reshve të grimcave që lëvizin lart” — kategoria ku hyjnë shumica e ideve përtej Modelit Standard — përveç rasteve me kushte të sajura posaçërisht.

Ato që mbeten janë shpjegime që *nuk* kanë të bëjnë me një fluks grimcash që prodhojnë shira: më i diskutuari është një pasqyrim ose efekt përhapjeje i veçantë për akullin dhe gjeometrinë pranë horizontit, ose një artefakt instrumental apo i analizës. Asnjëri nuk është konfirmuar. Prandaj përmbledhja e ndershme është: interpretimi më emocionues sapo mori një goditje serioze, ndërsa shkaku ende nuk dihet.

Çfarë nuk provon kjo

- Nuk identifikon se çfarë janë dy impulset. “E kundërshton fort fizikën e re” nuk do të thotë “e zgjidhi çështjen”.
- Nuk konfirmon një shkak të zakonshëm. Një kandidat kryesor — pasqyrimet nga poshtë sipërfaqes së Antarktidës — mbetet një hipotezë, jo një rezultat.
- Nuk zbulon asgjë “nga poshtë akullit” në kuptimin e drejtpërdrejtë të fjalës. Antenat e ANITA-s varen nga një balonë *mbi* Antarktidë; “nga poshtë” përshkruan drejtimin e rikonstruktuar të mbërritjes së një impulsi radioje — jo një tingull, një zë ose diçka që buron nga brenda akullit.
- Nuk mbështet pretendimet për një grimcë të re të konfirmuar. Versioni i përhapur më gjerësisht i kësaj historie tregon në drejtim të kundërt me provat.

Sa e fortë është prova?

Modeste, dhe e shprehur si e tillë.

- Interesi përtej Modelit Standard mbështetet në thelb te **dy** ngjarje, nga dy fluturime të ANITA-s.
- Ky punim është një **rezultat null**: i fuqishëm për të përjashtuar mundësi, por i paafte të thotë se çfarë janë ngjarjet.
- Përjashtimi është sasior dhe i fortë (priteshin dhjetëra ngjarje, u pa një ngjarje e ngjashme me sfondin) — por ai synon interpretimin e “fluksit të reshve që lëvizin lart”, jo çdo shkak të mundshëm.
- Një shpjegim kryesor i zakonshëm (pasqyrimi pranë sipërfaqes) është i besueshëm, por i pa-provuar; disa alternativa (modele të caktuara të rrezatimit të tranzicionit) janë kundërshtuar nga punime të tjera.
- Asnjë eksperiment nuk e ka riprodhuar në mënyrë të pavarur anomalinë fillestare.

Ky është një kufizim i mprehtë i vendosur mbi një enigmë të vogël e këmbëngulëse — jo një zbulim.

Pse ka rëndësi

Shpjegimet e propozuara shkonin deri te grimcat e reja ekzotike. Në vend që të ndiqte më emocionuesen, fusha bëri gjënë jo spektakolare: e testoi idenë kundrejt një detektori të pavarur dhe shumë më të madh — dhe të dhënat thanë jo. Një instrument pasardhës më i madh e më i ndjeshëm, PUEO, po ndërtohet për ta kërkuar sërish këtë dukuri.

Anomalia mund të rezultojë ende e zakonshme. Kjo nuk do ta bënte një dështim. Ngushtimi i një matjeje të pashpjeguar derisa ajo ose të zhduket, ose të detyrojë një zbulim të vërtetë *është* puna — dhe ia vlen të ndiqet pikërisht sepse përgjigja e ndershme, tani për tani, është ende “nuk e dimë”.

Përmbledhje e shkurtër

Dy impulse radioje nga fluturimet e balonës së ANITA-s mbi Antarktidë në vitet 2006 dhe 2014 duket se vijnë nga kënde shumë poshtë horizontit, të cilat Modeli Standard e ka të vështirë t'i shpjegojë. Një kërkim i posaçëm i vitit 2025 me Observatorin Pierre Auger gjeti vetëm një ngjarje kandidate, në përputhje me sfondin, ndërkohë që do të priteshin dhjetëra nëse impulsset vinin nga një fluks resh grimcash që lëvizin lart. Kjo e kundërshton fort interpretimin ekzotik të “grimcës së re” dhe drejton vëmendjen te një efekt pasqyrimi, përhapjeje ose instrumental i veçantë për ANITA-n — por shkaku ende nuk dihet vërtet. Jo një grimcë e re e konfirmuar dhe jo një sinjal misterioz nga brenda akullit.

Kontrolli pa zbukurime

Çfarë tregon punimi: Një kërkim i verbër i Pierre Auger-it (2004–2018) për shira ajrorë që lëvizin lart gjeti një kandidat, në përputhje me sfondin e pritshëm prej 0.27 ngjarjesh nga rrezet kozmike. Nëse anomalitë e ANITA-s vinin nga një fluks resh grimcash të tilla që lëvizin lart, Auger do të duhej të kishte parë afërsisht 34–69 (ose të paktën ~8 nën supozime konservatore). Kjo e kundërshton fort interpretimin e shiut që lëviz lart, përfshirë skenarët përtej Modelit Standard me “grimca të reja”.

Çfarë është e besueshme, por e paprovuar: Një efekt pasqyrimi ose përhapjeje radioje pranë akullit dhe horizontit, ose një artefakt instrumental/i analizës i veçantë për ANITA-n.

Çfarë nuk tregon: Se ngjarjet shkaktohen nga një grimcë e re; se janë sinjale nga poshtë akullit; se përfshihet diçka paranormale, artificiale ose e dëgjueshme; se shkaku tashmë dihet.

Kufizimet kryesore: Interesi përtej Modelit Standard mbështetet në ~dy ngjarje; ky është një rezultat null që vendos kufizime, por nuk mund të identifikojë shkaku; përjashtimi synon posaçërisht interpretimin e “fluksit të shiut”; nuk ka riprodhim të pavarur të anomalisë fillestare.

Sa besim duhet të ketë një lexues i përgjithshëm? Besim i lartë se kjo *nuk* është një grimcë e re e konfirmuar dhe *nuk* është sinjal nga brenda akullit, si edhe se interpretimi i fluksit ekzotik tani kundërshtohet fort. Besim i ulët për shkakun e vërtetë, i cili mbetet i hapur. Qëndrimi i përshtatshëm: kuriozitet ndaj një anomalie të pazgjidhur që ka shumë gjasa të jetë e zakonshme.

Burimet

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>