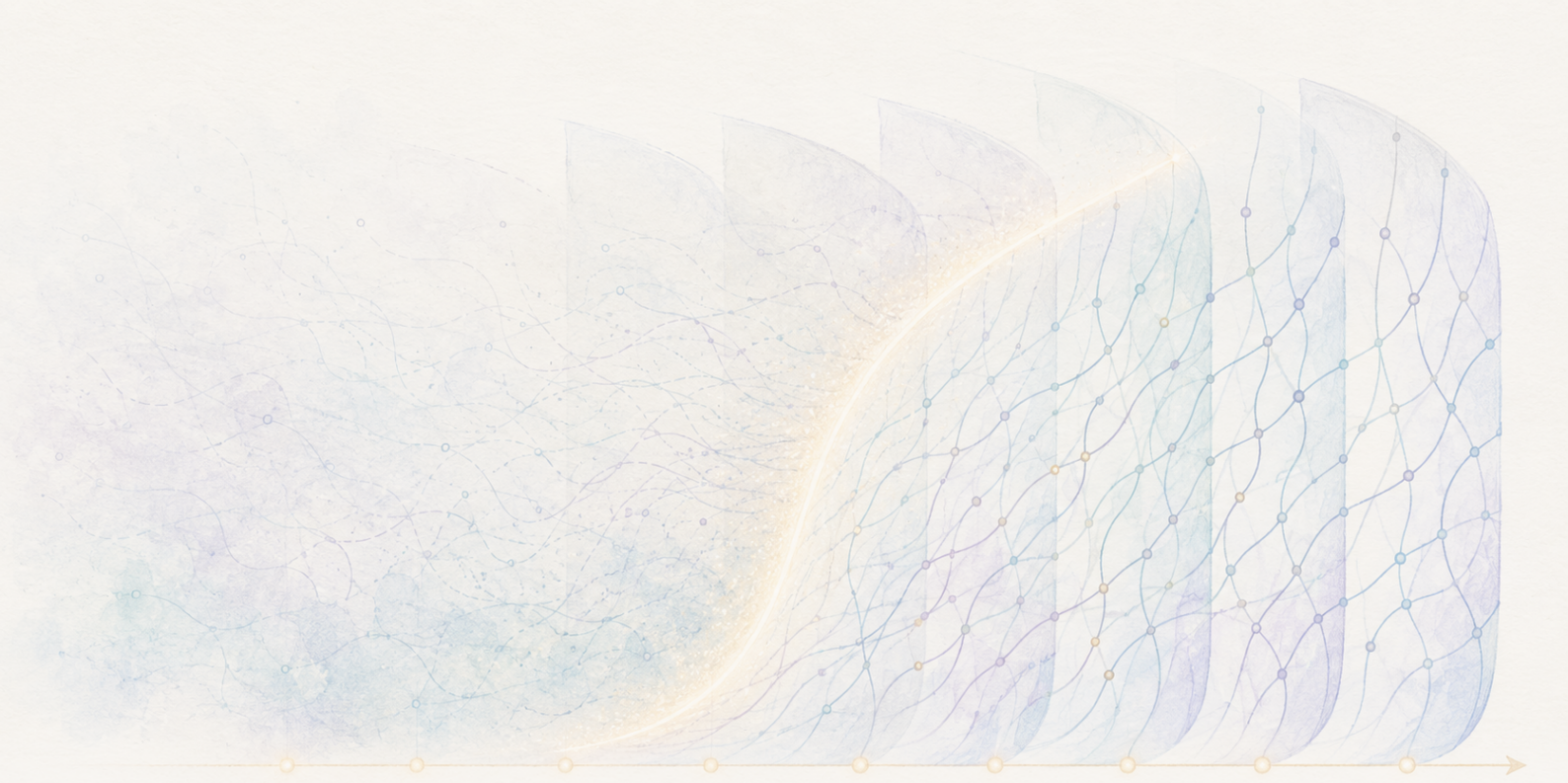




The CLEAN PAPER

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

Model classical dimension shan qabu tokko gravity quantize osoo hin godhin quantum behavior deebisee ijaaruu yaala

Barruun Scientific Reports tokko 4D + tau framework propose godha, keessatti ordinary space-time parameter dabalataa jalatti evolve godha. Simulations fi model calculations keessatti, equilibrium keessatti Newtonian gravity deebisee argamsiisa, basic general-relativistic structure gara itti dhiyaata, EPR-type correlations fi double-slit-like interference worldline dynamics karaa reproduce godha. Bu'aan kun theoretical construction nama kakaasu dha; quantum gravity furame ykn standard quantum mechanics dogoggora dha jedhuuf experimental proof miti.

Written by Matteo · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *A five-dimensional classical framework for gravitational and quantum phenomena*, Filip Strubbe, Scientific Reports 16, Article 2965 (2026) · DOI: 10.1038/s41598-025-32860-8

Karaa kilaasikaalaa quantum gravity bira ga'uun himannaa jabaa dha. Kun garuu amma iyyuu moodeela qofa

Yaaliin quantum mechanics fi harkisa walitti fidu baay'een, harkisa quantaayiz gochuuf yaaluun jalqaba. Barruun haaraan Filip Strubbe *Scientific Reports* keessatti maxxanfame kallattii faallaa yaala: bu'uura kilaasikaalaa eegi, paaraameetira jijjiiramaa dabalataa tokko itti dabali; sana booda bu'aan harkisaa beekamaa fi taateewwan quantum keessaa muraasni sochii kilaasikaalaa bal'aa sana irraa uumamuu danda'uu gaafadhu.

Kun yaada nama kakaasu dha. Akkasumas hiika isaa garmalee guddisuun salphaa dha.

Barruun kun quantum gravity hin furre. Quantum mechanics dogoggora dha jechuun hin agarsiifne. Bell's theorem hin mormu; addunyaan maashinii sa'aatii salphaa dhokataa tokko dha jedhees hin mirkaneessu. Wanti inni dhiheessu bu'uura kilaasikaalaa dimensiinii shanii, moodeelota keessatti amala harkisaa fi quantum-fakkaataa filataman muraasa deebisee uumu danda'u, akkasumas tilmaamota quantum theory istaandaardii irraa adda ta'uu danda'an muraasa kennu dha.

Gaaffiin faayidaa qabu “fiiziksiin kilaasikaalaa quantum physics mo'ateeraa?” miti. Hin mo'anne. Gaaffiin sirrii caalaatti dhiphaa dha: wantoota fiiziksiin kilaasikaalaa dimensiinii afur idilee fakkeessuu hin dandeenye keessaa muraasa fakkeessuuf, tiyooriin kilaasikaalaa maal dhiisuu yookaan maal dabaluu qaba?

Barruu kana keessatti wanti dabalame dimension iddoo shanaffaa miti. Paaraameetira dabalataa **tau** jedhamu dha; spacetime dimensiinii afur idileen paaraameetira sana jalatti jijjiiramaa deema.

Yeroo dabalataa — garuu yeroo idilee miti

Bu'uura kun spacetime dimensiinii afur idilee irraa jalqaba: coordinate yeroo tokko fi coordinate iddoo sadii. Sana booda paaraameetira jijjiiramaa alaa tau dabalata. Coordinate time taateewwan spacetime keessa jiran adda baasa. Tau ammoo qindaa'inni spacetime guutuun akkamitti gara equilibriumtti tasgabbaa'aa deemu to'ata.

Garaagarummaan kun lafee dugdaa yaada dhihaate kanaa dha. Barruun bu'uura kana **4D + tau** jedha. Herregaan dimensiinii shan qaba; barreessaan garuu hiika isaa irratti of eeggannoo qaba. Meetirikiin dimensiinii shanii tokko meetirikii spacetime dimensiinii afur idilee bakka hin bu'u. Tau paaraameetira ji'oomeetirii dimensiinii afur fi sararoota addunyaa zarraawwan keessa jiran sochoosu dha.

Fakkeenyi isaa itti yaadamee adda dha. Wantoonni bu'uura wavefunction miti; **sararoota addunyaa** dha — karaa spacetime keessa darbu, tau jijjiiramuu isaani illee jijjiiramuu danda'u. Barruun spacetime akka dimension yeroo irraan suuta suuta “kiristaalaawaa” deemu yaada. Duuba daangaa kiristaalaawaa sanaa qindaa'inni gara bu'aa tasgabbaa'aatti ga'eera; fuuldura isaa keessatti future ammallee haala wal fakkaatuun hin qindaa'in.

Nama sirna keessaa ilaalu tokkoof bu'aawwan equilibrium ga'an qofa argamu. Tau kallattiin hin argu.

Taateewwan kiristaalaawaa ta'anii xumuraman tartiibaan walitti qabee seenaa spacetime dimensiinii afur idilee tokko deebisee ijaara.

Barruun karaa kanaan wantoota lama yeroo tokkootti argachuuf yaala: sochii bu'uuraa murtaa'aa, kilaasikaalaa; akkasumas sirna keessaa yeroo idilee, bu'aa safartuu fi amala quantum-fakkaataa fakkaatu.

Jalqaba harkisa: Newton, sana booda kutaa Einstein

Kutaan harkisaa barruu kanaa daangaa harkisni dadhabaa ta'e irraa jalqaba. Barreessaan pooteen-shaalii harkisaaf walqixxaattoo tasgabbaa'uu tokko barreessa. Sirnichi tau irratti equilibrium yeroo ga'u, walqixxaattoon sun gara walqixxaattoo Poisson Newtonian harkisaa idileetti deebi'a.

Barruun sararoota addunyaaf seera tasgabbaa'uu ofii isaanii illee kenna. Equilibrium keessatti sara-roonni addunyaa karaa harkisa Newtonian irraa eegamu garaatti deemu. Fakkeenyonni lakkoofsa itti yaadamee salphaa dha: fakkeenyaaf mass dhaabbataa tokko fi sirna mass lamaa kan spacetime Newtonian garaatti tasgabbaa'u.

Sana booda yaada sanuma relativity waliigalaa garaatti bal'isa. Pooteenshaalii Newtonian qofa tasgabbeessuu mannaa, bu'ura kun meetirikii spacetime mataa isaa tasgabbeessa. Equilibrium keessatti sararoonni addunyaa **geodesics** ta'u: jechuun, yeroo humni harkisaa qofatu hojjetu, wantoonni bilisaan kufan karaa hordofan; spacetime qaxxaamuraa keessatti bakka sarara qajeelaa fudhatu. Ji'oomeetiriin amaloota bu'uuraa relativity waliigalaa deebisee argamsiisuuf yaadame.

Garuu daangaan kun murteessaa dha. Barruun tilmaamota relativity waliigalaa kan harkisa cimaa hunda irraa baasuu guutuu miti. Harkisa cimaa, singularities, gravitational redshift, gravitational waves fi amala sarara addunyaa caalaatti walxaxaa hojii fuulduraaf dhiisa. Himannaan isaa daangaa dadhabaa keessatti harkisa Newtonian deebisee argamsiisuu fi haala salphaa keessatti caasaa general-relativistic bu'uuraa argamsiisuu danda'a jedhu; maashinii Einstein hunda qorannoon jabaate bakka buuse jechuu miti.

Qormaata Bell keessatti tarkaanfii ijoo: yaada spacetime jijjiiruu

Ibsa kilaasikaalaa quantum mechanics kamiyyuu keessatti kutaan hamaa keessaa isa guddaan non-locality dha.

Bell's theorem, yaada bu'uuraa istaandaardii jalatti, moodeelli hidden-variable naannoo keessaa tokko correlations quantum hunda deebisee uumu hin danda'u jechuun nutti hima. Yaaliiwwan Bell inequalities irra deddeebi'anii cabsaniiru. Kanaaf fakkeenyonni kilaasikaalaa dimensiinii afur idilee ni kufu.

Bell inequalities afaan salphaatiin

Zarraawwan lama madda tokko irraa ba'anii, tokkoon tokkoon isaanii qajeelfama dhokataa qabatani deeman jennee yaadnaa. Fageenya guddaa irratti Alice fi Bob akkamitti zarraa isaanii safaran walaba ta'anii filatu. Yoo bu'aan tokkoon tokkoon qajeelfama naannoo isaa qofa irraa murtaa'e, filannoon gama tokkoo gama biraa hin tuqu, akkasumas filannoon safartuu qajeelfama dhokataa sana irraa istaatistikiin walaba ta'e, Bell inequalities correlation bu'aa lamaan gidduu ta'uu danda'u irratti daangaa kaa'u. Yaaliiwwan dhugaa daangaa sana caalu. Xumuriin isaa filannoon tokko qofti sirrii dha jechuu miti; realism, locality fi statistical independence sadeen yeroo tokkootti eegamuu hin danda'an jechuu dha.

Daangaa naannoo keessaa akkamitti baafamu, quantum theory maal tilmaamu fi yaaliiwwan akkamitti qoran tartiibaan ilaaluuf qajeelfama Bell's theorem keenya ilaali.

Deebiin barruu kanaa Bell's theorem mormuu miti. Haala theorem sana itti fayyadamaa jirru jijjiira. Bu'uura $4D + \tau$ keessatti, qindaa'inni τ irratti jijjiiramaa yeroo deemu, dhiibbaan sararoota addunyaa boyunca darbu danda'a. Ilaalcha spacetime idilee irraa, kun correlation nonlocal fakkaachuu danda'a. Ilaalcha sochii bu'uura dhihaate irraa garuu, interaction sun sararoota addunyaa τ keessatti wal qabatan irratti naannoo keessaa dha.

Barruun yaalii EPR-fakkaataa, photons lama Alice fi Bob safaran moodeela godha. Moodeelli haala polarization maximally entangled tokkoof correlations quantum istaandaardii deebisee uuma. Gatiin herregaa isaa ifa dha: moodeelli **statistical independence** guutummaatti dhiisa; safartuun Alice sochii τ karaa haala Bob dursee qopheessa. Adeemsi kun collapse quantum istaandaardii miti; haala polarization sararoota addunyaa walitti hidhaman irratti τ 'n tasgabbeessu dha.

Alice fi Bob maal wal bira qabu?

Maddi tokko photon tokko Alice, kan isaa waliin wal qabatu ammoo Bob bira erga. Tokkoon tokkoon isaanii polarizing beam splitter angle filatame irratti kaa'anii, bu'aa lama keessaa tokko galmeessu: darbuu yookaan jallachuu. Pair tokko qofaan correlation hin arginu. Yaalii irra deddeebi'anii, angle splitters gidduu jiru jijjiiruun bu'aawwan lama yeroo meeqa wal-siman wal bira qabuun qorama. Quantum theory correlations qajeelfamni dhokataa naannoo keessaa, istaatistikiin walaba ta'e hayyamu caalaa cimaa tilmaama. Moodeela Strubbe keessatti, safartuun Alice τ keessatti dura ta'a; tasgabbaa'uun polarization sana booda sararoota addunyaa walitti hidhaman boyunca deema, madda isaanii waliinii keessa deebi'ee karaa Bob irra itti fufa. Kanaaf Bob yeroo safaru, haalli isaa duraan qophaa'eera. Kun correlation moodeela keessatti deebisee uuma; garuu haala sababummaa jijjiiruu fi statistical independence dhiisuun qofa.

Kutaan kun daangaa ifaa baay'ee barbaada. Moodeela EPR-fakkaataa tokko bu'uura dhihaate keessatti deebisee uumuun quantum theory guutuu mechanics kilaasikaalaa irraa baasuu waliin walqixa miti. Barruun mataan isaa, odeeffannoon sararoota addunyaa boyunca suuta yoo deeme, yookaan fageenyi iddoo gahaa guddaa ta'ee safartuun tokko odeeffannoon bu'aa barbaachisaan τ keessatti osoo hin geenye xumurame, tilmaamni moodeelaa quantum istaandaardii irraa adda ta'uu danda'a jechuun ibsa.

Kun karaa tilmaamaa dha; injifannoo labsu miti.

Double slit, sararoota addunyaa socho'an irraa deebisee ijaarame

Fakkeenyi quantum lammaffaan double-slit interference dha.

Barruun zarraa mass qabu tokko — neutron — qabxii kilaasikaalaa tokko yookaan wavefunction quantum istaandaardii tokko ta'ee osoo hin taane, tuuta sararoota addunyaa ta'ee moodeela godha. Fakkeenya keessatti neutron de Broglie wavelength 2 nm fi saffisa 2,000 m/s qaba. Bal'inni slit fakkeeffame 10 nm, fageenyi slits gidduu 25 nm dha; fakkii akka caalaatti ifa ta'uuf, kun yaalii neutron-interference baramaa caalaa xiqqaa filatame.

Tuuti sararoota addunyaa seera entropy irratti hundaa'e jalatti jijjiiramaa deema. Cufamni bakka dhuma sararoota addunyaa akkaataa interference fakkaatu uuma; yeroo wal fakkaatutti “sarara-addunyaa momentum” filatame tokko anniisaa fi momentum baatee, taatee adda baafamuu dhugaa murteessa. Barruun karaa kanaan amala wave-fakkaataa fi bu'aa zarraa-fakkaataa adda baasuuf yaala; superposition quantum bu'uuraa waamuu malee.

Sana booda barruun harkisni maal mul'isa jechuun gaafata. Neutron fakkeeffame tokko keessatti sararoonni addunyaa hedduun cufama interference-fakkaataa uumu; garuu sarara-addunyaa momentum filatame tokko qofa anniisaa fi momentum baata, harkisaaf madda ta'a. Moodeelli qorataa harkisaa yaad-rimee tokko slits lama gidduutti, lama biroos bitaa fi mirga irratti wal-simsiisee kaa'a. Sarara-addunyaa momentum slit mirgaa keessaa yoo darbe, deebiin harkisaa xiqqaanis gara sanaatti socho'a. Garaagarummaa sana dubbisuun slit filatame mul'isu danda'a; tuuti sararoota addunyaa guutuun ammoo iskiriinii irratti akkaataa interference ijaara. Mallattoon acceleration tilmaamame gara $2 \times 10^{-23} \text{ m s}^{-2}$ dha; barruun daangaa safartuu hojiirraa irratti ammaaf keessaa baasa.

Lakkoofsi kun himannaa daangessuuf barbaachisaa dha. Yaadni dhihaate namni odeeffannoo harkisaa “karaa kam?” jedhu interference osoo hin jeeqin duraan safare jechuu miti. Moodeela kana keessatti odeeffannoon akkasii yaada irratti argamuu danda'a, sababni isaas gravitational dirree sarara-addunyaa murtaa'aa tokko waliin wal qabata; paths lama superposition ta'an waliin miti.

Kun tilmaama quantum istaandaardii, odeeffannoon karaa kam akka darbe beekamu interference balleessa jedhu waliin kallattiin wal faallessa. Akkasumas bu'ura kanaaf qabxii qormaata ragaa irratti hundaa'uu danda'u kenna.

Wanti kun hin mirkaneessine

- Quantum gravity furame jechuun **hin mirkaneessu**.
- Harkisni uumamaan kilaasikaalaa dha jechuun **hin mirkaneessu**.
- Bell's theorem **hin mormu**; moodeela keessatti haala sababummaa spacetime jijjiira, statistical

independence dhiisa.

- Quantum mechanics guutuu **hin deebisee uumu**. Barruun taateewwan filataman moodeela godha; sirna quantum guutuu hojii fuulduraaf dhiisa.
- Relativity waliigalaa haala harkisa cimaa keessatti guutummaatti deebi'ee argame jechuun **hin agarsiisu**.
- Wavefunctions, Hilbert spaces, lakkoofsota walxaxaa yookaan quantum dirree theory faayidaa hin qaban jechuun **hin godhu**.
- Ragaa yaalii **hin kennu**. Hojichi tiyoorii fi fakkeessuu irratti hundaa'a.

Daangaan ifaan akkana: barruun bu'uura kilaasikaalaa dimensiinii ol-aanaa tokko, amaloota rakkisoo muraasa moodeela keessatti fakkeessuu danda'u dhiheessa. Uumamni bu'uura sana dhugumaan fayyadama jechuu hin agarsiifne.

Maaltu qoratamuu danda'aa isa godha?

Kutaan barruu keessaa gatii guddaa qabu, yaada filosofi qofa irratti hin hafne. Bakka bu'uura kun quantum theory istaandaardii irraa adda ta'uu danda'u akeeka.

Tilmaamni tokko yaalii EPR-fakkaataa ilaala. Odeeffannoon tau'n sararoota addunyaa boyunca dabarsu, adeemsa kiristaalaawaa waliin wal bira qabamee, jechuun ni danda'ama battalumatti yoo hin geenye, qindaa'inni safartuu fageenya gahaa qabu yookaan saffisaa ta'e correlations quantum baramaa irraa adda ta'uu danda'a.

Tilmaamni lammaffaan yaalii double-slit zarraawwan mass qaban irratti. Moodeelli odeeffannoon harkisaa "karaa kam?" jedhu, yaada irratti, akkaataa interference balleessuu malee baafamuu danda'a jedha. Kun reasoning quantum istaandaardii waliin wal faallaa ifaa dha; garuu mallattoon dhihaate baay'ee xiqqaa dha, hojiirra ooluun danda'amaa ta'uunis hin mirkanoofne.

Tilmaamni sadaffaan, harkisni mass lama gidduutti entanglement giddu-galeessuu danda'aa jechuun qoratan ilaala. Yaadonni quantum-gravity test ammaa hedduun, entanglement harkisaan uumame harkisni amaloota quantum qaba jechuun ragaa ta'ee fudhatu. Bu'uura Strubbe keessatti gravitational dirree sarara-addunyaa murtaa'aa tokkoof ramadama; kanaaf entanglement harkisaan uumamu gosa sanaa akka hin mudanne eegama.

Kanneen garaagarummaa xiqqaa miti. Bu'uura yaad-rimee tokko hiika qofa caalaa ta'uu yoo barbaade, garaagarummaa gosa kanaa barbaada.

Ragaan hammam cimaa dha?

Ragaan isaa, akka agarsiisa wal-simuu keessaa, caalaatti cimaa dha.

Barruun walqixxaattoota, fakkeessuu fi fakkeenya moodeelaa diriirsee, machinery 4D + tau isaa equilibrium keessatti harkisa Newtonian deebisee argamsiisuu, caasaa general-relativistic garaatti

deemuu, moodeela correlation EPR deebisee uumu fi zarraa mass qabuuf akkaataa double-slit interference fakkaatu uumu danda'uu agarsiisa.

Garuu addunyaa dhugaa irratti ragaa ta'ee ammaaf cimaa miti.

Agarsiisawwan filatamoo dha. Bu'uura kun sirna quantum guutuutti hin bal'anne. Haalli harkisa cimaa hin furamne. Garaagarummaan yaalii dhihaate hin mul'anne. Ibsi argamummaa daataa, ku-usaan daataa qorannoo keessatti uumame fi xiinxalame gaafii sirrii irratti barreessaa quunnamuu irraa argamuu danda'a jedha; garuu himannaan ijoo safartuu haaraa miti, ijaarsa tiyoorii dha.

Kun ofumaan hanqina miti. Bu'uurota haaraan yeroo baay'ee ijaarsa ta'anii jalqabu. Garuu dubbisni qulqulluun ijaarsa, fakkeessuu, tilmaama fi mirkaneessa sanduuqa adda adda keessatti kaa'uu qaba.

Maaliif barbaachisaa dha?

Barruuleen bu'uura fiiziksii jechoota isaanii guddaa waan ta'eef waan guddaa labsu fakkaachuu danda'u: quantum gravity, nonlocality, yeroo, realism, determinism. Balaan isaa mata-dureen bu'aa caalaa guddaa ta'uu dha.

Barruun kun dubbifamuu qaba, sababni isaas qabxii dhiibbaa dhugaa tokko irratti hojjetu. Quantum theory istaandaardii fi relativity waliigalaa sirriitti wal hin siman. Correlations Bell-fakkaataa spacetime istaandaardii keessatti ibsa kilaasikaalaa naannoo keessaa idilee dhugumaan injifatu. Safartuu fi yeroo irratti gaaffileen bu'uura jiru. Bu'uura “tarii yaada spacetime irraa jalqabnu keessatti rakkoon jira” jedhu ofumaan sirrii miti; garuu gaaffii sirrii gaafata.

Tarkaanfiin nama hawwatu fiiziksii kilaasikaalaa durii jaallachuu miti. Fakkeenya kilaasikaalaa akka hojjetu gochuuf gatii kaffalamu dha: sababummaan spacetime idilee qofti dirree sababummaa guutuu miti. Bu'uura kun realism fi determinism eeguuf sochii tau, kan namni ilaalu kallattiin hin argine, dabalata.

Gatiin kun fudhatama qaba moo miti jechuun gaaffii fiiziksii dha, slogan miti. Bakki gaaffiin sun itti qoratamuu qabu tilmaamota barruu mataa isaa keessatti jira.

Cuunfaa gabaabaa

Filip Strubbe bu'uura kilaasikaalaa dimensiinii shanii dhiheessa; isa keessatti spacetime dimensiinii afur idileen paaraameetira dabalataa tau jalatti jijjiiramaa deema. Equilibrium keessatti, bu'uura kun daangaa harkisa dadhabaa keessatti harkisa Newtonian deebisee argamsiisa; isa caalaa keessatti caasaa general-relativistic bu'uura deebisuu yaala. Taateewwan quantum lama illee moodeela godha: correlations EPR-fakkaataa, dhiibbaan sararoota addunyaa boyunca tau keessatti darbuun; fi double-slit interference, tuuti sararoota addunyaa cufama wave-fakkaataa uumu yeroo sarara-addunyaa momentum tokko bu'aa murteessu. Yaadni dhihaate tiyoorii fi fakkeessuu irratti hundaa'a. Barbaachisummaan isaa quantum gravity furuun miti; alternative kilaasikaalaa ifa ta'e,

garaagarummaa yaalii danda'amu qabu — odeeffannoo harkisaa “karaa kam?” jedhu fi qormaata entanglement harkisaan giddu-galeessamu muraasa keessatti tilmaama negaatiivii dabalatee — dhiheessuu dha.

Sakatta’a ifaa

Wanti barruun agarsiisu: Bu’uura kilaasikaalaa 4D + tau dhihaate tokko, moodeelota keessatti amala harkisaa fi quantum-fakkaataa filataman deebisee uumu danda’a: equilibrium keessatti harkisa Newtonian, caasaa general-relativistic bu’uuraa, correlations EPR-fakkaataa fi akkaataa double-slit interference fakkaatu.

Wanti amansiisaa ta’uu danda’u garuu hin mirkanoofne: Bu’uura kun quantum gravity bira ga’uuf karaa alternative dhugaa ta’uu danda’a. Barruun karaa fi tilmaamota kenna; uumamni karaa sana hordofa jechuu hin mirkaneessu.

Wanti inni hin agarsiifne: Quantum gravity hin furu; quantum mechanics hin mormu; Bell’s theorem hin mormu; harkisni kilaasikaalaa dha jechuun yaaliin hin mirkaneessu. Sirna quantum guutuu bakka buusu guutuus hin kennu.

Daangaa ijoo dubbisaa waliigalaaf: Tarkaanfiin ijoo barruu sochii tau spacetime idilee ala jiru dabaluu dha. Kun fiizikaalaan bu’a-qabeessa ta’uu danda’a; garuu yaada bu’uuraa hojii guddaa hojjetu isa kana. “Bu’uura guddaa keessatti kilaasikaalaa” jedhu, “fiiziksiin kilaasikaalaa idileen jalqabumaa sirrii ture” jedhu waliin hin walmakin.

Dubbisaan waliigalaa hammam amanuu qaba? Barruun ijaarsa tiyoorii cimaa fi ifa ta’e dhiheessa irratti amantaa giddugaleessaa; deebii dhumaa ta’uu irratti amantaa gadi-aanaa. Ergaan sirrii amanuu yookaan dhiisuu miti; gaaffii caalaatti qajeelaa dha: garaagarummaan quantum theory istaandaardii irraa dhihaate, yaaliin qoramu danda’aa?

Maddoota

Strubbe, A five-dimensional classical framework for gravitational and quantum phenomena, Scientific Reports 16, Article 2965 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41598-025-32860-8>