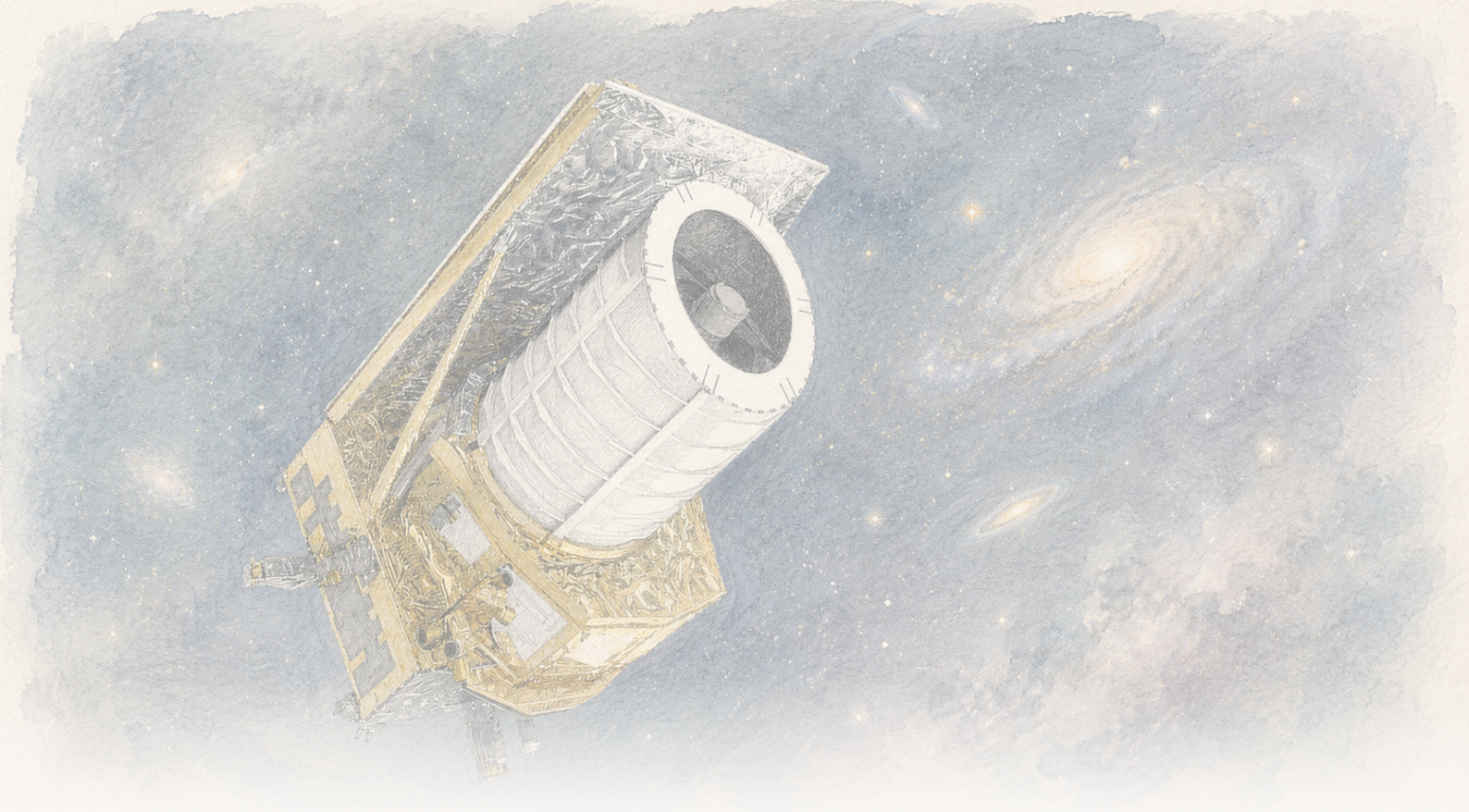


The Clean Paper

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

Euclid imeongeza zaidi ya mara mbili sample ndogo ya quasars zaidi ya redshift 7

Katika mwaka mmoja na nusu wa kwanza wa Euclid Wide Survey, search katika takribani square degrees 3000 ilipata quasars mpya 31 kati ya redshift 6.6 na 7.8. Kumi na mbili ziko redshift 7 au zaidi, zaidi ya mara mbili idadi ndogo iliyojulikana kabla ya Euclid, na moja katika redshift 7.77 sasa ndiyo quasar ya mbali zaidi kwenye rekodi. Advance halisi si record hiyo moja, ambayo inasukuma frontier kidogo tu: ni uwezo wa survey kupata objects hizi nadra, nyingi zikiwa faint, kwa wingi. Hii ni initial result, huku full statistical analysis na sehemu kubwa ya spectroscopic confirmation bado zikija.

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

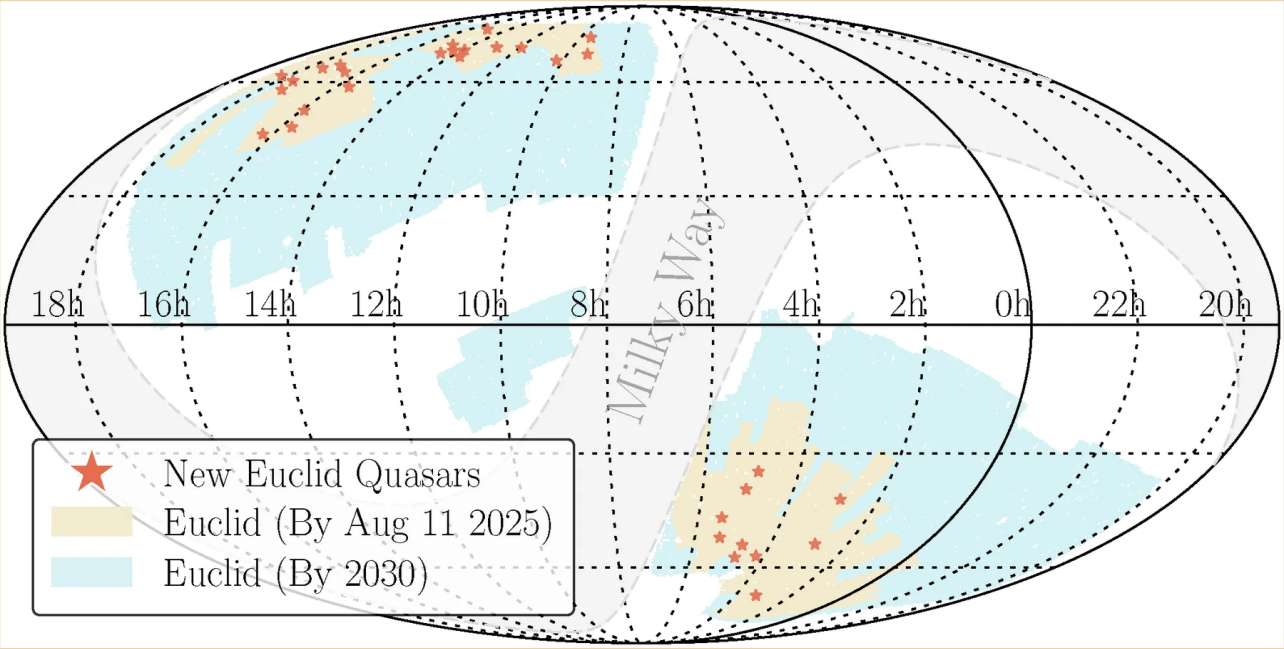
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Survey iliyojengwa kutafuta vitu nadra imepata kundi zima

Quasar ni supermassive black hole inayonaswa ikila, iking'aa kwa nguvu inapomeza gesi kiasi cha kuzidi mwanga wa host galaxy yake. Kwa kuwa ni miongoni mwa vyanzo vya mwanga vinavyong'aa zaidi na vya kudumu katika Ulimwengu, quasars ni kama beacons: ukipata moja iliyo mbali vya kutosha, mwanga wake huwa taa inayowekwa nyuma ya mabilioni ya miaka ya nafasi iliyo kati.

Quasars za mbali zaidi, ambazo mwanga wake ulianza safari wakati Ulimwengu ulikuwa na umri chini ya miaka bilioni moja, pia ndizo nadra zaidi. Kabla Euclid space telescope haijaanza main survey yake, takribani tisa tu zilikuwa zimethibitishwa zaidi ya redshift 7 — idadi iliyojengwa polepole tangu discovery ya kwanza ya aina hiyo mwaka 2011.

Katika makala mpya katika *Astronomy & Astrophysics*, Euclid Collaboration inaripoti quasars mpya 31 kati ya redshift 6.6 na 7.8, zilizopatikana katika mwaka mmoja na nusu tu wa survey. Kumi na mbili ziko redshift 7 au zaidi. Run hiyo moja imeongeza zaidi ya mara mbili population iliyojulikana katika redshift hizo. Hii ni simulizi ya nguvu ya survey, na inafaa kuwa precise kuhusu inachomaanisha na isichomaanisha.



Eneo la Euclid Wide Survey lililofunikwa hadi sasa (beige) dhidi ya footprint nzima iliyopangwa kufikia 2030 (cyan), huku quasars 31 mpya za high-redshift zikiwa zimewekwa alama nyekundu. Zinatoka katika kipande cha kwanza tu cha survey iliyoundwa hatimaye kuchora takribani square degrees 14,000 — nguvu ya survey katika picha moja.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Kabla ya Euclid, takribani quasars tisa zilijulikana zaidi ya redshift 7 (2011–2024). Run hii moja ya mapema iliongeza nyingine kumi na mbili — “doubling” ikiwa wazi, kwenye sample ambayo bado ni ndogo.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Kwa nini quasars zilizo mbali hivi zinastahili juhudi

Redshift hupima kiasi ambacho upanuzi wa Ulimwengu umenyosha mwanga wa chanzo njiani kuja kwetu; redshift kubwa ina maana mwanga wa zamani zaidi na Ulimwengu wa mapema zaidi. Katika redshift 7 tunaangalia nyuma hadi chini ya miaka bilioni moja baada ya Big Bang, kuelekea mwisho wa epoch of reionization, wakati objects za kwanza zenye mwanga zilikuwa zikiondoa ukungu wa neutral hydrogen uliokuwa umejaza nafasi ya mapema.

Redshift ni nini, na kwa nini ni umbali na saa kwa wakati mmoja

Kama vocabulary ni mpya: *redshift* ni kiasi ambacho mwanga wa chanzo umenyoshwa kuelekea wavelengths ndefu na nyekundu zaidi kufikia wakati unatufikia. Mambo mawili yanaifanya namba hii iwe muhimu. Kwanza, mwanga husafiri kwa kasi fixed, hivyo kitu kilicho mbali pia tunakiona katika zamani — kuangalia mbali katika nafasi ni kuangalia nyuma katika muda. Pili, kwa kuwa Ulimwengu umekuwa ukipanuka katika safari yote ya mwanga, safari ndefu ina maana mwanga umenyoshwa zaidi. Hivyo redshift kubwa ni mwanga uliotoka mapema zaidi, kutoka mbali zaidi, wakati cosmos ilikuwa changa zaidi. Redshift 7 hapa ni mwanga kutoka chini ya miaka bilioni moja baada ya Big Bang — chini sana ya sehemu moja ya kumi ya umri

> wa sasa wa Ulimwengu.

Quasars za enzi hii zina manufaa kwa sababu mbili tofauti. Kwanza, kila moja tayari ina black hole yenye mamia ya mamilioni hadi mabilioni ya solar masses. Kukua hadi mass hiyo mapema kiasi hicho ni vigumu: chini ya limits za kawaida za kasi ambayo black hole inaweza kuaccrete, “seeds” zenye mass kubwa kiasi ndizo zenye muda wa kufikia masses hizo katika mamia machache ya mamilioni ya miaka. Hivyo kuwepo na idadi ya objects hizi kunabana modeli za jinsi supermassive black holes za kwanza zilivyoundwa na kukua. Pili, mwanga wa quasar unapopita intergalactic medium unabeba imprint ya kiasi gani gesi hiyo ilikuwa neutral, hivyo kila quasar ni probe ya reionization yenyewe.

Tatizo ni kwamba ni nadra sana na ngumu kunasa. Katika redshift hizi, feature kuu ya quasar, Lyman-alpha break, imenyooshwa kutoka optical hadi near-infrared, hivyo kuzitafuta kunahitaji upigaji picha ya kina ya near-infrared katika eneo kubwa — takribani quasar moja kwa kila square degrees mia moja hadi brightness inayohusika. Deep na wide katika near-infrared kutoka ardhini ndiyo combination ambayo imekuwa karibu prohibitively difficult. Hilo ndilo pengo Euclid ilijengwa kufunga.

Euclid ilifanya nini hasa

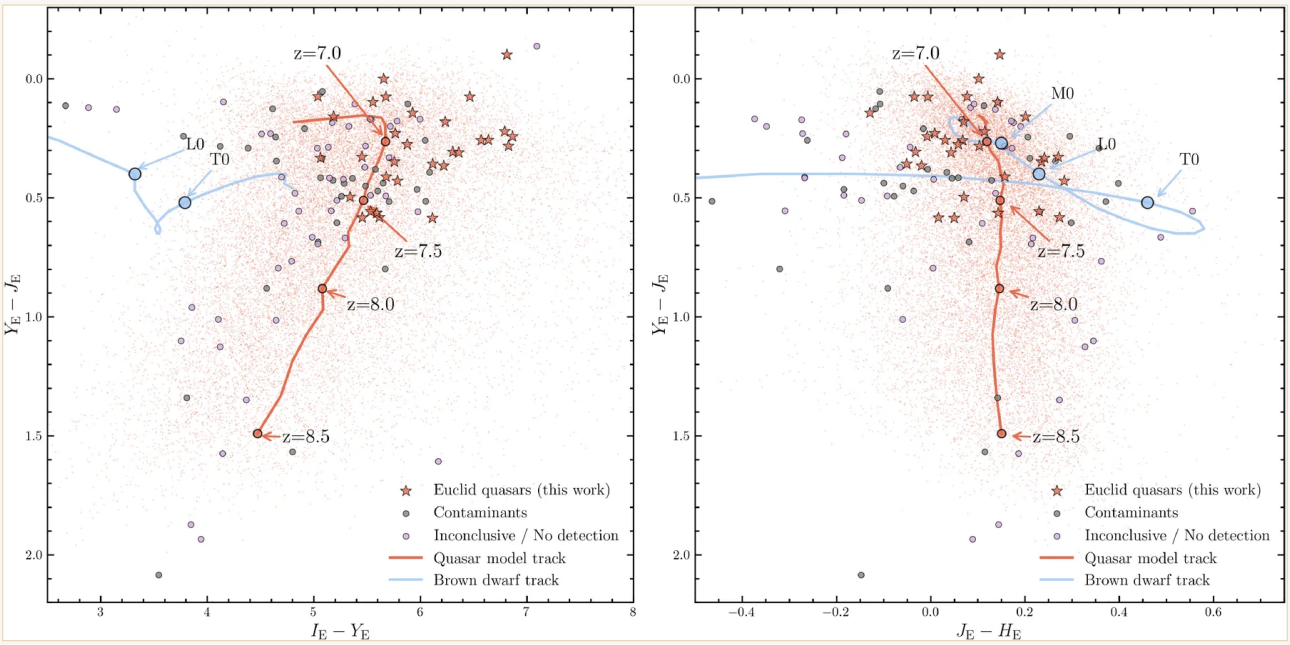
Euclid ni space telescope ya mita 1.2 inayoendesha survey ya miaka sita iliyoundwa kuchora takribani square degrees 14,000 za anga katika optical na near-infrared. Kuwa juu ya atmosphere kunairuhusu kufikia depth katika wide field ambayo ground-based near-infrared surveys haziwezi kulinganisha. makala hii inatumia data kutoka takribani mwaka mmoja na nusu wa kwanza wa survey — karibu square degrees 3000 zilizochunguzwa kati ya Februari 2024 na Agosti 2025.

Euclid spacecraft katika cleanroom kabla ya launch. Telescope ya mita 1.2 huangalia anga kupitia sehemu ya juu ya cylinder nyeupe; kutoka juu ya atmosphere, wide-field near-infrared camera yake hufikia depth katika eneo kubwa ambayo searches kutoka ardhini haziwezi kufikia.

ESA / NASA Science fair-use

Kupata quasar 31 katika msitu huo wa vyanzo hakukuwa suala la kuangalia picha pekee. Timu ilitengeneza upimaji maalum wa mwangaza na kutumia vichujio kadhaa vya kujifunza kwa mashine na takwimu — ikiwemo extreme-deconvolution, gradient boosting na ulinganisho wa violezo — kukadiria kwa kila chanzo hafifu kinachoonekana kama nukta uwezekano wa kuwa quasar yenye redshift kubwa badala ya kitu kinachofanana nayo, hasa brown dwarfs baridi. Wagombea walilinganishwa kati ya mbinu, kukaguliwa kwa macho na kupewa kipaumbele kwa ufuatiliaji. Picha za Euclid huchagua wagombea; uthibitisho hutoka katika spectra zilizochukuliwa na darubini kubwa za ardhini, ikiwemo Magellan na Large Binocular Telescope, ambazo hugawanya mwanga ili kuonyesha Lyman break na mistari ya utoaji iliyo muhimu kwa utambulisho.

Hatua hiyo ya confirmation bado ni kazi in progress. Spectroscopic follow-up inaendelea na, kwa maneno ya makala, haijafikia full completeness, hasa kusini. Kwa candidates zilizofuatiliwa lakini hazikuishia kuwa moja ya quasars 31 confirmed, makala inaeleza kilichotokea: nyingi zilikuwa contaminants (sehemu kubwa huenda brown dwarfs), baadhi zilikuwa inconclusive, na nyingine hazikuwa na detectable ishara. Batch ya confirmed quasars ndiyo kichwa cha habari; bookkeeping kamili ya selection inachokamata na kukosa imeachwa kwa makala zijazo.



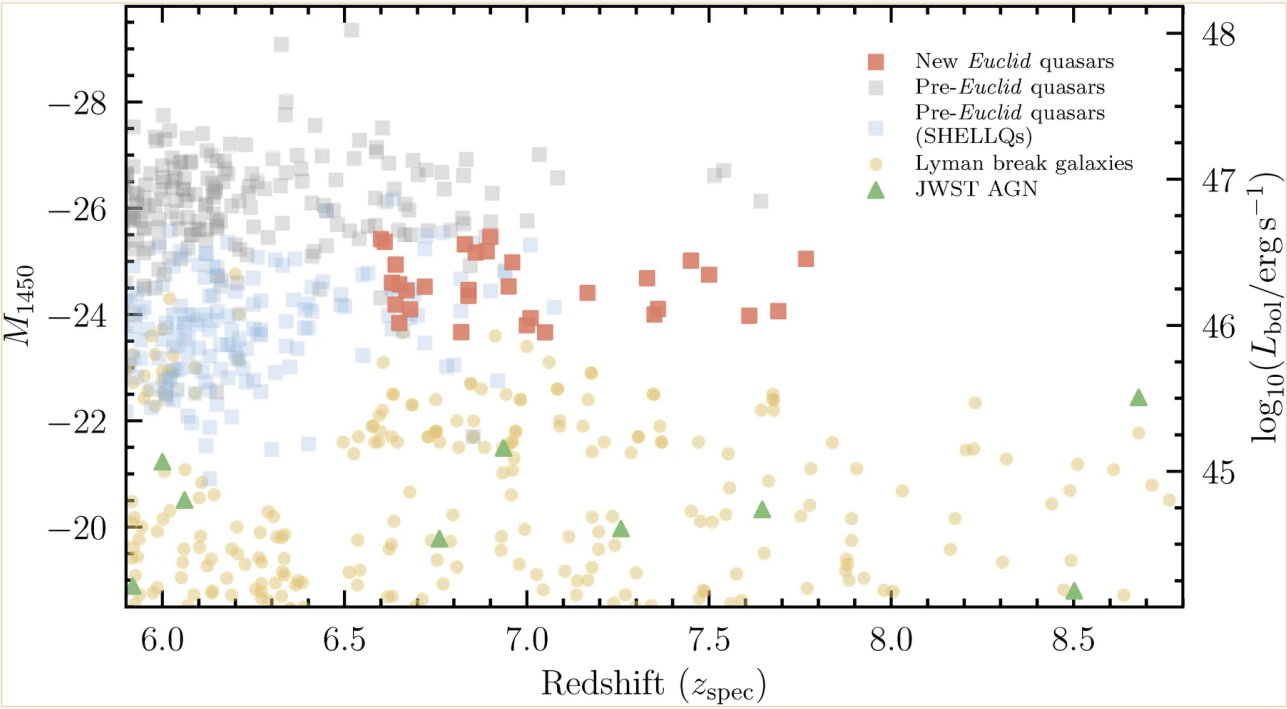
Colour-colour diagram: jinsi Euclid inavyotenganisha quasar ya mbali na brown dwarf ya karibu. Kila axis inaonyesha tofauti ya brightness ya object katika filters mbili za Euclid, hivyo inakamata colour ya mwanga badala ya brightness pekee. Red curve inaonyesha high-redshift quasars zinatarajiwa kuwa wapi (labels ni redshift 7.0 hadi 8.5); light-blue curve inaonyesha cool brown dwarfs — impostors wakuu — kutoka type M0 hadi T0. Quasars 31 mpya (red stars) zinafuata quasar track; contaminants confirmed (grey) na candidates inconclusive au undetected (violet) zinaanguka pembeni. Pale tracks zinapokaribiana, colour pekee haiwezi kuamua — ndiyo maana kila quasar bado inahitaji spectroscopic confirmation.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Rekodi, ikiwa imewekwa katika kiwango chake

Moja ya 31, EUCL J1729+6410, iko redshift takribani 7.77 na sasa ndiyo quasar ya mbali zaidi inayojulikana. Ni rekodi halisi, na inafaa kusema ukubwa wa hatua hiyo wazi. Katika miongo miwili ya searches maalum frontier ilikuwa imefika karibu redshift 7.5, na previous record-holder alikuwa karibu 7.64. Kusogeza hadi 7.77 ni advance halisi, lakini incremental — makala inaweka tofauti karibu 0.13 katika redshift, takribani miaka milioni kumi na tano ya cosmic time. Msukumo mdogo, si leap.

Namba yenye maana zaidi ni nyingine: kuongeza sample zaidi ya mara mbili juu ya redshift 7 katika run moja ya mapema. Record-holder ni object moja, na object moja ni data point. Population iliyoongezeka na inayoendelea kukua ndiyo inayoruhusu statistics — kupima black holes hizi zilikuwa common kiasi gani, bright kiasi gani, na clustered namna gani — na statistics ndiko science ya early Universe inaishi. Quasars nyingi mpya pia ni faint zaidi, magnitude moja hadi mbili chini ya luminous quasars zilizopatikana kabla ya Euclid. Faint end ni ngumu zaidi kufikia na, kwa reionization tafiti, yenye thamani zaidi: faint quasars hutengeneza ionised bubbles ndogo karibu nazo, hivyo mwanga wake unasample zaidi gesi ambayo bado ni neutral.



Mahali quasars mpya zilipo kwenye ramani ni mwangaza dhidi ya umbali wa kosmolojia. Mhimili wa mlalo ni redshift — kadiri unavyoenda kulia, ndivyo tunavyoona wakati wa mapema zaidi katika historia ya Ulimwengu. Mhimili wa wima ni mwangaza wa urujuanimno wa kila quasar, M1450; kwa desturi ya magnitudo za astronomia kipimo kimegeuzwa, hivyo sehemu ya juu ina vitu vyenye mwangaza mkubwa zaidi. Ukisoma mchoro hivyo, ni kama sensa ya idadi ya watu. Quasars angavu zilizojulikana kabla zimekusanyika zaidi katika redshift ndogo; uchunguzi wa kina wa SHELLQs ulifikia vitu hafifu lakini si mbali sana zaidi katika muda. Quasars 31 mpya za Euclid zinaongeza idadi ya vitu angavu katika redshift kubwa zaidi — wa kulia kabisa akiwa mwenye rekodi ya 7.77 — huku nyingi zikiwa magnitudo moja au mbili hafifu kuliko quasars angavu za kawaida. Chini yake kuna eneo linalofikiwa zaidi na tafiti nyembamba lakini za kina: galaksi nyingi za Lyman-break na black holes chache hafifu zinazoongeza maada ambazo JWST imeona. Mchango wa Euclid ni kundi tofauti: quasars angavu kiasi, za mapema sana, zilizopatikana katika eneo pana, zinazounganisha sampuli ya zamani ya vitu angavu na idadi hafifu ambayo kwa sasa vyombo vinavyolenga maeneo madogo pekee vinaweza kuifikia.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Nini bado hakina uhakika

Tahadhari tatu zinaambatana na matokeo haya, na makala inasema zote yenyewe.

Kwanza, haya ni **matokeo ya awali**, si kipimo cha mwisho. Waandishi wanaacha kwa makusudi uchanganuzi kamili wa takwimu wa namna ya kuchagua vyanzo na wa idadi ya quasars kwa machapisho yajayo. Vizuizi vya luminosity function vinavyotolewa hapa ni mtazamo wa kwanza, si neno la mwisho.

Pili, si kila faint “quasar” guaranteed kuwa quasar. Kwenye faint end, baadhi ya objects zinazotambuliwa kama quasars zinaweza kuwa compact early galaxies, hasa kama hazina broad Lyman-alpha line. Timu inatoa preliminary check kwamba objects zinaendana na point vyanzo badala ya extended galaxies, lakini inaiita preliminary: deep near-infrared spectroscopy kutoka JWST na facilities zina-

zofanana ndiyo itakayotatua nature ya faintest ones.

Tatu, objects zenyewe ni faint na karibu na limit ya ground-based spectroscopy. Kupima black-hole masses, mazingira yao na nafasi yao katika simulizi ya reionization kutahitaji JWST, ALMA na NOEMA. Euclid ni nzuri sana kuzipata; kwa kiasi kikubwa inazikabidhi kwa instruments nyingine kuzisoma.

Kwa nini ni muhimu

Thamani ya kazi hii ni demographic. Kwa muongo mmoja, miaka bilioni ya kwanza ya Ulimwengu iliwapa wanaastronomia quasars chache sana za kufanya inference nazo. Euclid, katika kipande kimoja cha mapema cha survey, imeongeza za kutosha kubadilisha list kuwa sample — na inaelekea, kulingana na forecasts za kabla ya launch, kuendelea hivyo.

Hilo ni muhimu kwa sababu maswali makuu hapa yanahusu **idadi ya vitu**, si kitu kimoja. Black holes zilikuwaje kubwa sana mapema hivyo? Gesi kati ya galaksi ilikuwa na maeneo yasiyo na ioni kwa kiasi gani katika nyakati tofauti? Maswali hayo hayajibiwi na quasar mmoja wa kuvutia; yanahitaji kuhesabu, kulinganisha na kuchora ramani ya wengi. Euclid imeonyesha kuwa inaweza kujenga sensa hiyo, pamoja na upande wa vitu hafifu unaounganika na idadi ya black holes zinazoongeza maada ambayo JWST imekuwa ikipata katika kipindi hicho. Makala haitatui jinsi black holes za kwanza zilivyoundwa wala haipimi reionization yenyewe. Inatoa kwa wingi nyenzo zinazohitajika kwa vipimo hivyo na kuweka wazi malengo ya kampeni za ufuatiliaji.

Muhtasari safi

Kwa kutumia takribani digrii mraba 3,000 za kwanza za Euclid Wide Survey, Euclid Collaboration iligundua quasars mpya 31 kati ya redshift 6.6 na 7.8; kumi na mbili ziko katika redshift 7 au zaidi, zaidi ya mara mbili ya idadi iliyokuwa ikijulikana hapo awali. Moja iko katika redshift 7.77 na kwa sasa ndiyo quasar ya mbali zaidi iliyorekodiwa. Umuhimu mkubwa si rekodi hiyo yenyewe, ambayo imeongeza mpaka kwa kiasi kidogo, bali uwezo wa uchunguzi kupata vitu hivi nadra kwa wingi, vingi vikiwa hafifu. Haya bado ni matokeo ya awali: uchanganuzi kamili wa takwimu, uthibitisho zaidi wa spectra na uchunguzi wa kina wa vitu binafsi bado unakuja.

Ukaguzi bila kupamba ukweli

Kile makala inaonyesha: Euclid Wide Survey, katika ~miaka 1.5 ya kwanza na ~square degrees 3000, inaweza kupata high-redshift quasars kwa idadi ambayo survey yoyote ya awali haikuweza — 31 confirmed kati ya redshift 6.6 na 7.8, kumi na mbili redshift 7 au zaidi, karibu mara mbili known count hapo, na ya mbali zaidi karibu redshift 7.77.

Kile kinachowezekana lakini si hoja kuu: rekodi ya redshift yenyewe. Ni halisi, lakini mpaka umesogea kwa takribani 0.13 tu — kutoka rekodi ya awali karibu 7.64 hadi 7.77, sawa na takribani miaka milioni kumi na tano ya historia ya Ulimwengu. Kichwa cha habari kitakachodumu zaidi ni sampuli iliyoongezeka, inayokua na yenye vitu hafifu zaidi, si mwenye rekodi mmoja.

Kile haionyeshi: Jinsi supermassive black holes za kwanza zilivyoundwa, au kipimo ya reionization. Quasars hizi ni zana za maswali hayo, si majibu. Wala si final population census — full statistical uchanganuzi imeachwa wazi kwa makala zijazo.

Mipaka mikuu kwa msomaji wa kawaida: Spectroscopic follow-up haijakamilika, hasa kusini; luminosity-function matokeo ni preliminary; na baadhi ya faintest objects zinazoitwa quasars zinaweza kuwa early galaxies mpaka JWST-class spectroscopy izithibitishe.

Msomaji wa kawaida anapaswa kuwa na uhakika kiasi gani? Uhakika mkubwa kwamba Euclid imebadilisha kile kinachoweza kupatikana katika redshifts hizi, na mkubwa kwa peer-reviewed confirmations za brighter objects. Uhakika mdogo, kwa framing ya waandishi wenyewe, juu ya namba sahihi za faint-end population na nature ya faintest candidates — haya ni first matokeo, si settled ones.

Vyanzo

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883