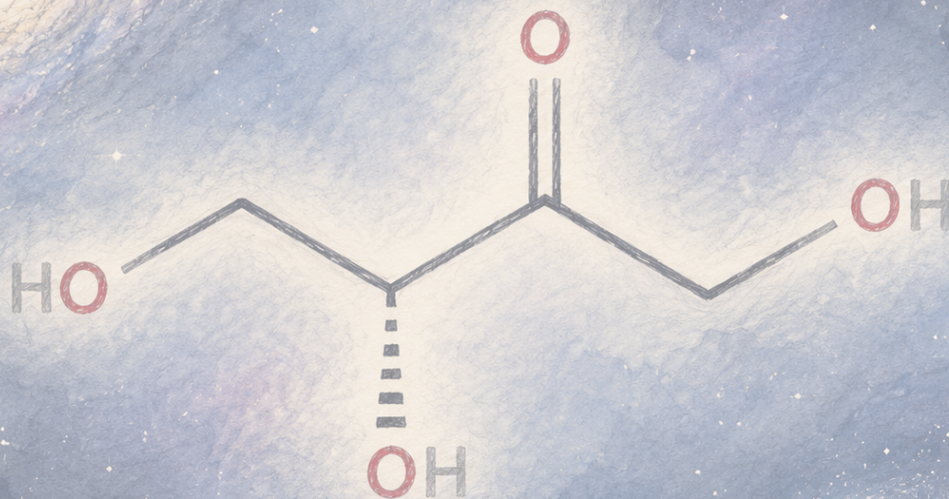




The CLEAN PAPER

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

Şúgà àkókò tí a rí láàárín iràwò jẹ kẹmístírì, kì í ẹe iyè

Àwọn onímọ iràwò ròyìn wíwá molecule şúgà gidi àkókò nínú àyè láàárín iràwò: erythrose, ketose chiral tó ní carbon méréń, tí wọn rí nínú spectrum rediò láti inú ikùukùu Àárín Galaxy G+0.693–0.027. Wíwá náà lágbára ní ti işé ẹrọ—òpò ilà spectrum, işirò iye molecule, àti ọ̀nà tó ẹe ẹe tí molecule kékeré fí lè dá a sílẹ lórí patikulu yín yín. Ó ẹe pàtàkì nítorí pé ó gbé ẹka kan ti kẹmístírì tó lè wá şáájú iyè kúrò lórí Ayé, ó sì fí sí ojú ọ̀run. Şùgbọń kì í ẹe ribose, RNA tàbí iyè, kò sì fí hàn pé Ayé ìgbà àkókò gba şúgà tó pò tó láti ojú ọ̀run láti bèrẹ iyè.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Figures by Laura Nesso · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Detection of a four-carbon sugar in interstellar space*, Izaskun Jimenez-Serra, Juan Garcia de la Concepcion, Herma M. Cuppen, Marta Rey-Montejo, Miguel Sanz-Novo and colleagues, *Nature Astronomy* (2026) · DOI: 10.1038/s41550-026-02905-7

Şúgà nínú spectrum rédíò

Ọnà kan wà láti sọ ìtàn yìí tí ó fẹrẹẹ kọ ara rẹ: àwọn onímọ sáyẹ̀nsì rí şúgà ní ojú ọrun, nítorí náà àwọn ohun èlò iyè wà níbi gbogbo. Ó máa ń fa ènìyàn mọra, şùgbọ́n ó yára dé iparí jù.

Èsì gidì náà ẹ̀ kedere sí i, ó sì fani mọra sí i. Nínú iwé Nature Astronomy tuntun, Izaskun Jimenez-Serra, Juan Garcia de la Concepcion, Herma Cuppen àti àwọn aláàáşìşẹ̀ wọn ròyìn pé wọn rí **erythrulose** nínú àyè tó wà láàárín àwọn iràwọ̀. Erythrulose jẹ ketose tó ní carbon méréin: şúgà gidì nì, ó jẹ chiral, ó ní ijépàtàkì nínú àwọn ọ̀nà kẹ̀míkà tó lè wá şáájú iyè, ó sì kéré tó láti wá a nípasẹ̀ spectrum yíyípo molecule rẹ̀.

Àmì náà wá láti G+0.693–0.027, ìkùukùu molecule kan nítòsì Àárín Galaxy, ní ijìnnà tó nńkan bí kiloparsec 8.2. Ẹgbẹ̀ náà lo iwádíí rédíò tó gbòòrò, tó sì ní ifarabalẹ̀ gíga láti inú awò awòràwọ̀ Yebes 40 m àti IRAM 30 m, tó bo ju GHz 91 lọ káàkiri àwọn fẹ̀rẹ̀sẹ̀ afẹ́fẹ̀ mm 7, mm 3 àti mm 2. Wọn fi àwọn ilà rédíò tí wọn rí wé dátà yíyípo erythrulose láti yàrá idánwò, wọn fi àwòşẹ̀ şẹ̀ şìrò itújádẹ̀ rẹ̀, lẹ́yìn náà wọn bèèrè bóyá kẹ̀místírí yìnyín láàárín iràwọ̀ lè dá iye tó pọ̀ tó sílẹ̀.

Kí ní G+0.693–0.027?

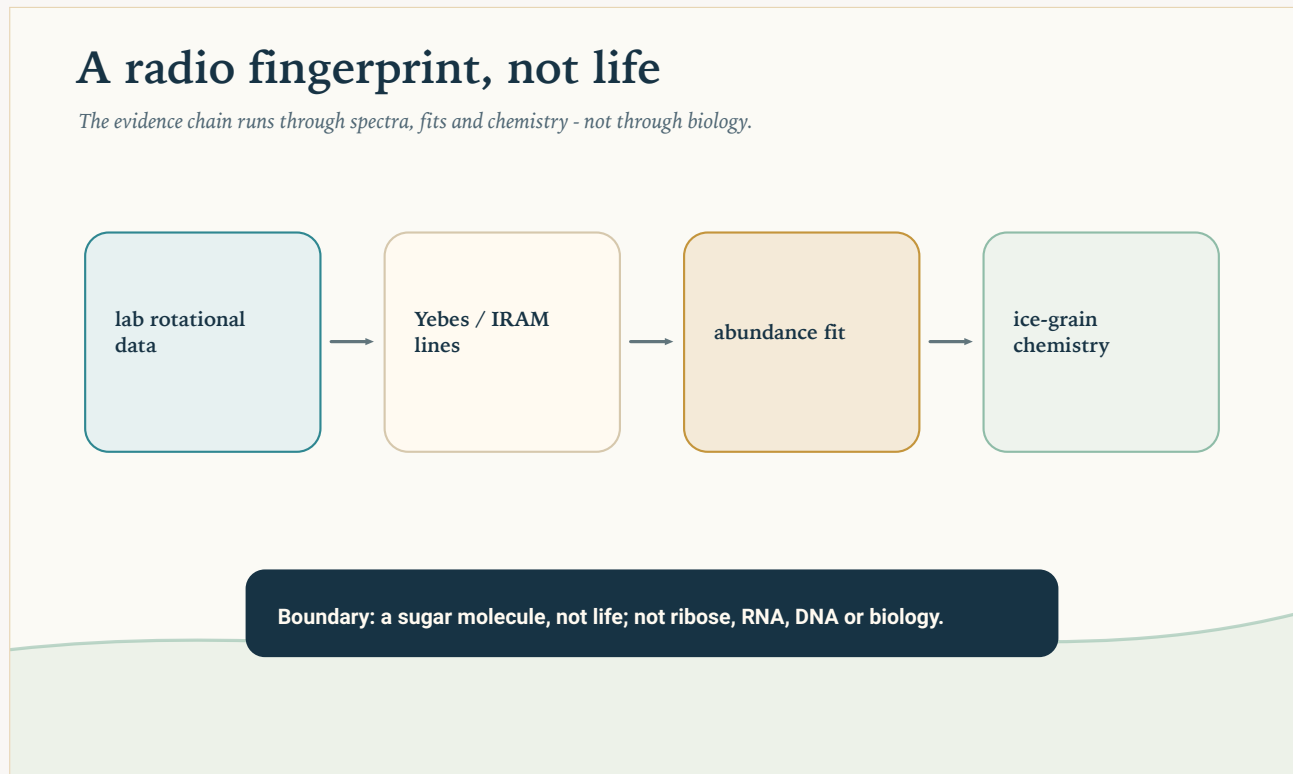
G+0.693–0.027 kì í şẹ̀ Àárín Galaxy fúnra rẹ̀, kì í sì í şẹ̀ ihò dúdú Sagittarius A*. Ó jẹ ìkùukùu molecule nínú Central Molecular Zone, àyíkà tó ní idàrúdàpọ̀ àti gaasi púpọ̀ ní àyíkà àárín Milky Way, tó nńkan bí ọ̀dún ìmọ̀lẹ̀ 27,000 sí Ayé. Orúkọ rẹ̀ jẹ coordinate: G dúró fún coordinate Galaxy, +0.693 àti –0.027 sì jẹ longitude àti latitude rẹ̀. Ìkùukùu náà wà ní àyíkà Sagittarius B2, ó sì kún fún onírúurú kẹ̀míkà, şùgbọ́n àwọn onímọ̀ iràwọ̀ ń kẹ̀kọ̀ọ̀ rẹ̀ nípasẹ̀ àwọn ilà spectrum rédíò àti millimetre láti inú àwọn molecule tó ń yí ká, kì í şẹ̀ nípasẹ̀ àwòrán ìmọ̀lẹ̀ tí ojú ń rí.



Àwòrán MIRI ti Webb ti Sagittarius B2, àkójopọ̀ ìkùukùu molecule rí lá nítòsì Àárín Galaxy. Àwòrán yìí fi àyíkà tó ní eruku àti molecule púpọ̀ ní àyíkà G+0.693–0.027 hàn; kì í şẹ̀ àwòrán tààrà ti wíwá erythrulose, kì í sì í şẹ̀ ẹ́rì tí

patikulu şúgà tàbí iyè.

Image: NASA, ESA, CSA, STScl, Adam Ginsburg (University of Florida), Nazar Budaiev (University of Florida), Taehwa Yoo (University of Florida); Image Processing: Alyssa Pagan (STScl) fair-use

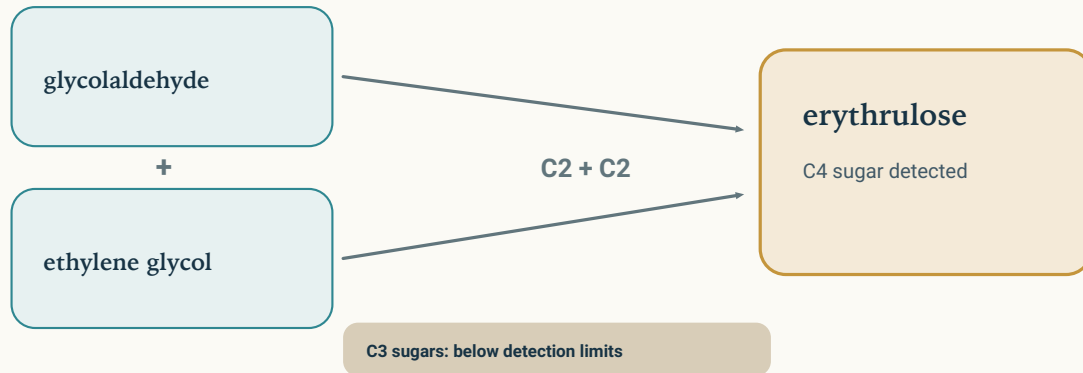


Láti àmì ìdánimò redió sí káàdì molecule erythrulose, lẹyìn nàà sí ààlà tó ẹ kedere: molecule şúgà nì, kì í ẹ iyè. Ọwọ ẹrì nàà dá molecule mò; kò rí iyè.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Small C2 pieces can build a C4 sugar

The model route is chemistry on icy dust grains, while the C3 sugars stay below detection.



Boundary: chemistry can grow complexity before planets form; it does not show life.

Àwọn ohun ipilẹ̀ tó ní carbon méjì, glycolaldehyde àti ethylene glycol, darapọ̀ lórí patikulu yinyin láti dá erythrulose tó ní carbon méréin sílẹ̀, nígbà tí sùgà tó ní carbon mẹ́ta wà lábẹ̀ ààlà tí a lè rí. Kémístírì lè mú ohun díjú sí i kí àwọn pílánẹ̀tì tó dá sílẹ̀.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Èyí ni ohun pàtàkì tí iwádìí nàà sọ: molecule sùgà gidi lè dá sílẹ̀, ó sì lè dúró nínú àyíká tútù láàárín iràwọ̀ débi pé a lè rí i láti Ayé. Kò sọ pé àwọn onímọ̀ iràwọ̀ rí iyè, RNA, tàbí ẹ̀bí sùgà tó ní léfòó láàárín iràwọ̀.

Ohun tí àwọn olùkòwé ẹ̀

- Wọn lo spectrum rédiò tó gbòòrò ti ikùukùu molecule G+0.693–0.027 ní Àárín Galaxy láti inú awò awòràwọ̀ Yebes 40 m àti IRAM 30 m.
- Wọn wá erythrulose pẹ̀lú dátà yíyipo molecule tuntun láti yàrá idánwò; láìsí dátà nàà, wọn kò lè dá àwọn ilà ojú ọrun mò pẹ̀lú igbẹ̀kẹ̀lé.
- Wọn fi MADCUBA-SLIM ẹ̀ àwòṣe spectrum nàà lábẹ̀ local thermodynamic equilibrium, nígbà tí wọn tún ka ju eya molecule 180 tí a ti dá mò nínú ikùukùu tó ní ọ̀pọ̀ ilà yìí sí.
- Wọn dojú kọ àwọn àmì erythrulose tó mọ̀lẹ̀ jù, tí kò sì darapọ̀ pẹ̀lú àwọn ilà mìíràn púpọ̀.
- Wọn fi erythrulose wé molecule tó ní ibáṣepọ̀ pẹ̀lú rẹ: glycolaldehyde, ethylene glycol, glyceraldehyde, dihydroxyacetone àti glycerol.
- Wọn kọ àwòṣe quantum chemistry àti kinetic Monte Carlo fún bí erythrulose ẹ̀ lè dá sílẹ̀ lórí patikulu eruku tó ní yinyin láàárín iràwọ̀.

Ohun tí wọn rí

- **Wíwá tó dúró lórí ọpọ̀ ilà.** Ìwé náà dá àkójọpọ̀ ilà erythrulose 12 mò, tó dúró fún iyípadà molecule 17. Mèfà nínú àkójọpọ̀ ilà náà, tó dúró fún iyípadà mèsàn-án, ní wọn pín sí àwọn tí kò fi bèẹ̀ darapọ̀ mó ilà mǐràn, pẹ̀lú idálẹ̀nu tó kù ní 25% tàbí kéré sí i.
- **Molecule tó tutù, tí àmì rẹ̀ sì rọ̀.** Ìṣìrò LTE fúnni ní òtútù ìmóríyá 11.3 ± 1.8 K àti column density $(8.7 \pm 0.8) \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$, pẹ̀lú àárín iyára 69 km/s àti fífẹ̀ ilà 22 km/s.
- **Iye kékeré tí a lè díwọ̀n.** Iye erythrulose tí wọn ṣíró jẹ́ $(6.4 \pm 0.6) \times 10^{-10}$ ní ifiwé pẹ̀lú H_2 .
- **Àwọn sùgà tó kúrú kò fara hàn.** Àwọn sùgà carbon mèta tó jọ ọ, glyceraldehyde àti dihydroxyacetone, kò fara hàn; ààlà òkè wọn jẹ́ $\leq 4 \times 10^{-11}$ àti $\leq 7 \times 10^{-11}$. Nítorí náà, erythrulose dà bí ẹnì pé ó pọ̀ ju àwọn sùgà C3 wònyí lọ ní ó kéré tán ilọpo 8–17 nínú orísun yìí.
- **Wọn sọ àríyànjíyàn nípa ìbámu àròtẹ̀lẹ̀ kedere.** Fún àwọn àmì mèfà tí kò fi bèẹ̀ darapọ̀, àwọn olùkòwé ṣíró pé ànfààní tí ilà yóò bá ara wọn mu lásán jẹ́ 0.2%. Kódà bí wọn bá lo ilà mèta tàbí mèrin tí kò darapọ̀ nìkan, wọn rọ̀yìn ìpele igbẹ̀kẹ̀lẹ̀ 95.2% àti 98.3%.
- **Kémístírì náà ní ọ̀nà tó ṣeé ṣe.** Àwòṣe náà dá erythrulose sílẹ̀ lórí yìnyín omi tí kò ní ìṣètò crystal láti inú eya C2 kékeré méjì tó ti pọ̀ nínú ikùukùu náà: glycolaldehyde àti ethylene glycol. Àwọn simulation tó sún mó ọ̀ jù bá methanol, glycolaldehyde, ethylene glycol àti erythrulose mu láàárín iyàtò ilọpo márùn-ún, bí ó tilẹ̀ jẹ́ pé wọn dá sùgà C3 tí a kò rí sílẹ̀ ju bó ṣe yẹ̀ lọ ní nńkan bí ilọpo 25–70.

Ìdí tí èyí kì í ṣe “sùgà ní ojú ọrun” lásán

Àwọn àkólé iròyìn ìmọ̀ iràwọ̀ tẹ̀lẹ̀ ti pe glycolaldehyde ní “sùgà tó rọ̀rùn jù” nígbà mǐl. Ó ní ìbáṣepọ̀ kẹ́míkà pẹ̀lú sùgà, ó sì ṣe pàtàkì fún kémístírì tó lè wá ǵáájú iyè, sùgbọ̀n ìwé náà sọ́ra nípa iyàtò náà: glycolaldehyde jẹ́ hydroxyaldehyde, kì í ṣe saccharide gidi. Erythrulose yàtò. Ó jẹ́ monosaccharide àti ketose, àwọn olùkòwé sì ṣàlàyé rẹ̀ gégé bí sùgà àkókó tí a rọ̀yìn nínú àyè láàárín iràwọ̀.

Èyí ṣe pàtàkì nítorí pé kémístírì ìpilẹ̀ṣè iyè sáà maá n ní láti gbà pé sùgà ti wà gégé bí ohun ìbèrẹ̀. A tí rí ribose àti glucose nínú meteorite àti nínú àpẹ̀rẹ̀ asteroid Bennu, èyí tó dábaa pé diẹ̀ lára sùgà lè wá láti ọ̀de Ayé. Sùgbọ̀n rírí molecule tó ní ìbáṣepọ̀ pẹ̀lú sùgà nínú meteorite kò dọ̀gba pẹ̀lú rírí sùgà nínú gaasi àti eruku láàárín iràwọ̀. Ìwé yìí lọ sí ìpele kan tó ǵáájú nínú ọ̀wọ̀ náà: ǵáájú àwọn ohun kékeré ojú ọrun, ǵáájú meteorite, ǵáájú pílánẹ̀tì.

Èsì náà tún jẹ́ ohun àjẹ̀jì nínú kémístírì ní ọ̀nà tó wúlò. Nígbà gbogbo, bí àwọn idílẹ̀ kẹ́míkà láàárín iràwọ̀ bá n fi atom carbon kún ara wọn, àwọn molecule tó tóbi maá n dín kù gan-an. Níhìn-ín, wọn rí sùgà tó ní carbon mèrin, sùgbọ̀n wọn kò rí àwọn sùgà carbon mèta tó jọ ọ̀. Àwọn olùkòwé sọ̀ pé ọ̀nà iparun àti idásílẹ̀ lórí patikulu yìnyín lè mú kí erythrulose pọ̀ sí i ní ifiwé pẹ̀lú àwọn mǐràn nínú àyíká yìí.

Ohun tí èyí kò fi múlẹ̀

- Kò fi iyè ní ojú ọ̀run **hàn**. Molecule sùgà jẹ kẹmístírì tó lè wá sáájú iyè, kì í ẹ̀ iyè.
- Kò fi ribose, RNA tàbí DNA **hàn**. Erythrulose lè yí padà sí aldose tó ní ibásepọ̀ pẹ̀lú rẹ̀ lábẹ̀ ipò omi, ó sì lè kópa nínú àwọn ọ̀nà kẹmíkà tó lè wá sáájú iyè, sùgbọ̀n kì í ẹ̀ sùgà tó di ọ̀pọ̀ ìkólẹ̀ RNA.
- Kò fi yíyan “ọ̀wọ̀” molecule kan nínú ohun aláàyè **hàn**. Erythrulose jẹ chiral, sùgbọ̀n wíwá pẹ̀lú rediò yíi dá molecule náà mọ̀ nìkan; kò díwọ̀n enantiomeric excess, kò sì fi hàn pé “ọ̀wọ̀” molecule kan pọ̀ ju èkejì lọ.
- Kò fi múlẹ̀ pé molecule yíi dé Ayé ìgbà àkókó. Ìwé náà jíròrò bí àwọn ohun kékeré ojú ọ̀run ẹ̀ lè gbé e wá, sùgbọ̀n èyí jẹ ìtẹ̀sílẹ̀wájú ìtumọ̀ láti inú iye molecule, kẹmístírì meteorite àti ìtàn Ètò Oòrùn.
- Kò tùmọ̀ sí pé a ti yanjú ìṣòro “ìpilẹ̀ṣe iyè.” Pípèsè ẹ̀ka molecule kan kò dọ̀gba pẹ̀lú kíkó metabolism, ìmúra-ẹ̀ni-ẹ̀se tàbí cell jọ.
- Kò mú àidájú kúrò nínú ìṣòro wíwá náà. Èrì náà lágbára, sùgbọ̀n orísun náà ní ọ̀pọ̀ ìlà, ìwé náà sì lo ìsápá gidí lórí bí àwọn ìlà ẹ̀ darapọ̀ nítorí pé ibẹ̀ ní ìdánimọ̀ èké ti lè ẹ̀lẹ̀.
- Kò sọ àfojúsùn iye tó dé Ayé di ìwọ̀n gidí. Ìwé náà sírò pé nńkan bí $(0.5\text{--}50) \times 10^9$ kg erythrulose lè ti dé Ayé ìgbà àkókó ní àkókò Late Heavy Bombardment, sùgbọ̀n iye náà dúró lórí ọ̀pọ̀ àròyẹ̀, àwọn olùkòwé sì sọ pé àwọn onímọ̀ ti bèèrè ibèèrè nípa àlàyẹ̀ ìkọ̀lù ọ̀pọ̀lọ̀pọ̀ náà fúnra rẹ̀.

Báwo ni èrì náà ẹ̀ lágbára tó?

Wíwá náà kì í ẹ̀ ìlà kan ṣoṣo tí wọ̀n fi ìtàn kún. Ó dúró lórí spectroscopy yàrá ìdánwò, ìwádìi rediò tó gbòòrò, ọ̀pọ̀ iyípadà molecule ní frequency àti iyára tó tọ̀, àwòṣe ìlà tó ní ìṣirò, àti ìtupalẹ̀ kedere ti ìdàpọ̀ ìlà. Àwọn àmì mẹ̀fà tí kò fi bèẹ̀ darapọ̀ ní ìpilẹ̀ ọ̀ràn náà; àwọn ìlà tó kù àti àwòṣe gbogbo rẹ̀ fi ibámu kún un. Fún ìkùukùu molecule tó díjú, ọ̀nà wíwá tó lágbára ní èyí.

Apá tó rọ̀ kì í ẹ̀ didá molecule náà mọ̀, bí kò ẹ̀ ìtumọ̀ tó gbòòrò nípa ìpilẹ̀ṣe iyè. Àwòṣe kẹmíkà fi hàn pé erythrulose lè dá sílẹ̀ lórí patikulu yinyin láti inú molecule kékeré, iye tí wọ̀n rí sì wá nínú àlà gbòòrò tó yẹ. Sùgbọ̀n àwòṣe náà ẹ̀ ní dá àwọn sùgà C3 tí a kò rí sílẹ̀ ju bó ẹ̀ yẹ lọ, kò sì topa gbogbo ọ̀nà láti yinyin lááárín iràwọ̀ sí àkójọ̀pọ̀ ìhùwásí kẹmíkà lórí Ayé ìgbà àkókó. Afára láti “molecule yíi wá ní ojú ọ̀run” sí “molecule yíi ran iyè lówọ̀ láti bèrẹ̀” ẹ̀é ẹ̀, sùgbọ̀n a kò fi múlẹ̀.

Nítorí náà, ipò tó ẹ̀ kedere ni: wíwá astrochemistry tó lágbára; ọ̀nà kẹmíkà idásílẹ̀ tó ẹ̀é ẹ̀; ijépàtàkì fún iyè tó sì jẹ àròyẹ̀.

Ìdí tí ó fi ẹ̀ pàtàkì

Kẹmístírì tó lẹ̀ wá ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ní ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ohun ẹ̀ ẹ̀. Díẹ̀ lára àwọn molecule tí a ń lò nínú àlàyẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ kò ọ̀rùn láti dá sílẹ̀ ní iye tó wúlò lábẹ̀ àwọn ipò Ayé ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀. Ọ̀nà kan láti dín ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ kù ní kí wọn dé láti ọ̀de: comet, asteroid àti meteorite ń gbé molecule tí ó dá sílẹ̀ ẹ̀ ẹ̀, ní àyíkà tó tutù, tó sì ẹ̀ ẹ̀ sí i, wá.

Ìwé yìí fún ẹ̀rò náà ní orísun ẹ̀ ẹ̀ tó ẹ̀ kedere sí i. Ó sọ pé ó kéré tán ẹ̀ ẹ̀ gidi kan lẹ̀ dá sílẹ̀ nínú àyẹ̀ láàárín ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀, kí ohun náà tó di mímú sínú àwọn ohun kékeré ojú ọrun. Ẹ̀yí kò mú kí iye di ohun tí kò lẹ̀ má ẹ̀ ẹ̀. Ó fi hàn pé àkójọpọ̀ ohun kẹmíkà ẹ̀ ẹ̀ kò mọ̀ sí Ayé nìkan: díẹ̀ lára kẹmístírì tó yẹ̀ lẹ̀ ẹ̀ kí pílánẹ̀tì tó wà.

Ìtàn tó dára jù kí í ẹ̀ pé “àwọn ohun ẹ̀ ẹ̀ wà níbi gbogbo.” Ó kéré sí i: ikùukùu molecule tutù kan nítòsí Àárín Galaxy ní ẹ̀ ẹ̀ chiral tí a lẹ̀ rí, kẹmístírì tó ń dá a sílẹ̀ sì lẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ lórí patikulu eruku tó ní yinyin. Ẹ̀yí ti tó.

Àkótán tó ẹ̀ kedere

Àwọn onímọ̀ ẹ̀ ẹ̀ rọ̀yìn wíwá molecule ẹ̀ ẹ̀ gidi àkójọpọ̀ nínú àyẹ̀ láàárín ẹ̀ ẹ̀: erythrulose, ketose chiral tó ní carbon méréin, nínú ikùukùu Àárín Galaxy G+0.693–0.027. Ẹ̀rí náà wá láti inú ọ̀pọ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ ẹ̀ tí awò awòràwọ̀ Yebes 40 m àti IRAM 30 m rí, tí wọn fi wé dátà spectrum yàrá ẹ̀ ẹ̀, tí àwọ̀ ẹ̀ ẹ̀ lórí patikulu eruku tó ní yinyin sì ti lẹ̀yìn. Ẹ̀sì náà ẹ̀ pàtàkì nítorí pé ó fi hàn pé irú kẹmístírì ẹ̀ ẹ̀ kan tó lẹ̀ wá ẹ̀ ẹ̀ lẹ̀ ẹ̀ kí pílánẹ̀tì àti meteorite tó dá sílẹ̀. Kí í ẹ̀ iye, ribose tàbí RNA, kò sì fi hàn pé irú molecule ẹ̀ ẹ̀ ló ẹ̀ ẹ̀ lórí Ayé. Ó jẹ̀ wíwá astrochemistry tó lágbára pẹ̀lú itumọ̀ tó ní ẹ̀ ẹ̀, tó sì ní ààlà: ojú ọrun lẹ̀ dá ọ̀pọ̀ sí i nínú àkójọpọ̀ kẹmíkà tó lẹ̀ wá ẹ̀ ẹ̀ ju bí a ti mọ̀ tẹ̀lẹ̀ lẹ̀.

Àwọn orísun

Jimenez-Serra et al., Detection of a four-carbon sugar in interstellar space, *Nature Astronomy* (2026)
<https://doi.org/10.1038/s41550-026-02905-7>

Observed spectra and LTE fits for the erythrulose study, *Zenodo* (2026)
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20081358>