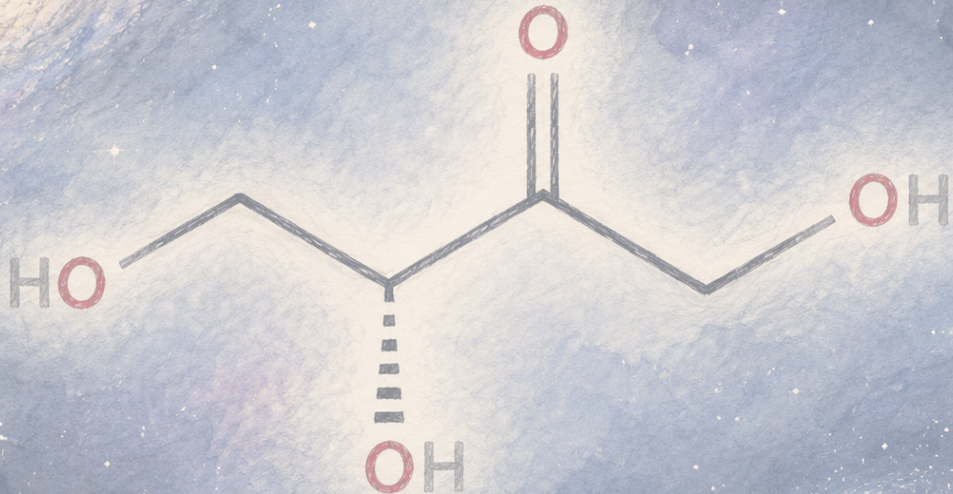
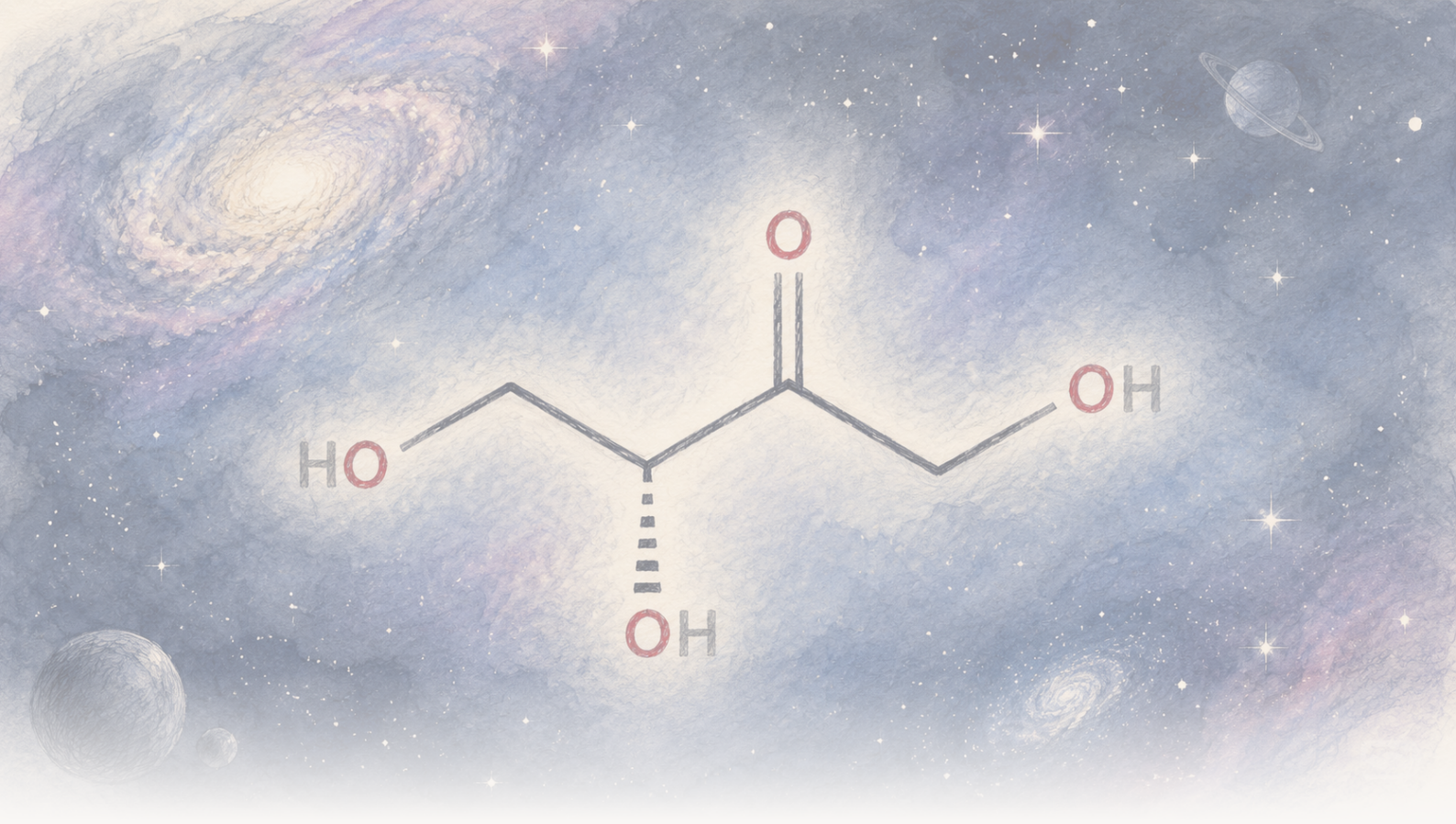




The
CLEAN PAPER

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

በከዋክብት መካከል የተገኘው የመጀመሪያ ስኳር ኬሚስትሪ እንጂ ሕይወት አይደለም

የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የመጀመሪያውን እውነተኛ የስኳር ሞለኪውል እንዳገኙ ዘግበዋል፡- ከጋላክሲው ማዕከል ደመና $G+0.693-0.027$ የሬዲዮ ስፔክትረም ውስጥ የታየው ኪራል የሆነ ባለአራት-ካርቦን ኬቶዝ ኤሪትሩሎዝ። ግኝቱ በቴክኒክ ጠንካራ ነው—በዙ የስፔክትረም መስመሮች፣ የብዛት ስሌትና ከትንንሽ ሞለኪውሎች በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ሊፈጠር የሚችል መንገድ አሉት። አንድ የከሕይወት-በፊት ኬሚስትሪ ክፍል ከምድር ውጭና በጠፈር ውስጥ ሊካሄድ እንደሚችል ስለሚያሳይ አስፈላጊ ነው። ግን ራይቦዝ፣ RNA ወይም ሕይወት አይደለም፤ ቀደምት ምድር ሕይወትን ለመጀመር በቂ ስኳር ከጠፈር እንዳገኘችም አያረጋግጥም።

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · 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-Novato and colleagues, *Nature Astronomy* (2026) · DOI: 10.1038/s41550-026-02905-7

በሬዲዮ ስፔክትረም ውስጥ የታየ ስኳር

ይህን ታሪክ ራሱን የሚጽፍ በሚመስል መንገድ መናገር ይቻላል፡- ሳይንቲስቶች በጠፈር ውስጥ ስኳር አገኙ፤ ስለዚህ የሕይወት ግብዓቶች በሁሉም ቦታ አሉ። ማራኪ ነው፤ ግን በጣም የቸኮለ መደምደሚያ ነው።

ትክክለኛው ውጤት የበለጠ ንጹሕና አስደሳች ነው። በአዲስ Nature Astronomy ጥናት፤ Izaskun Jimenez-Serra፤ Juan Garcia de la Concepcion፤ Herma Cuppen እና ባልደረቦቻቸው ኤሪትሩሎዝ በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ መገኘቱን ዘግበዋል። ኤሪትሩሎዝ አራት የካርቦን አቶሞች ያሉት ኬቶዝ ነው፤ እውነተኛ ስኳር፤ ኪራል የሆነ፤ ከሕይወት በፊት በሚካሄዱ የኬሚካል ሂደቶች ጠቃሚ የሆነ፤ እና በሞለኪውል የመዞር ስፔክትረም ለመፈለግ በቂ ትንሽ የሆነ ሞለኪውል ነው።

ምልክቱ ከጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ፤ 8.2 ኪሎፓርሴክ ገደማ ርቆ ባለው G+0.693–0.027 የሞለኪውል ደመና መጥቷል። ቡድኑ ከYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች የተገኘ፤ 07 mm፤ 3 mm እና 2 mm የክባቢ አየር መስኮቶች ከ91 GHz በላይ የሚሸፍኑ ሰፊና እጅግ ስሱ የሬዲዮ ዳሰሳዎችን ተጠቅሟል። የታዩትን የሬዲዮ መስመሮች ከኤሪትሩሎዝ የላቦራቶሪ የመዞር መረጃ ጋር አመሳሰለው፤ የሚወጣውን ጨረር በሞዴል አስልተው፤ ከዚያም በከዋክብት መካከል ባለው በረዶ ላይ የሚካሄድ ኬሚስትሪ በቂ መጠን ሊያመነጨው እንደሚችል ጠይቀዋል።

G+0.693–0.027 ምንድን ነው?

G+0.693–0.027 ራሱ የጋላክሲው ማዕከል ወይም Sagittarius A* ጥቁር ጉድጓድ አይደለም። በMilky Way ማዕከል ዙሪያ ባለው ግርግርና ጋዝ የበዛበት Central ሞለኪውላዊ Zone ውስጥ ያለ የሞለኪውል ደመና ነው፤ ከምድር ወደ 27,000 የብርሃን ዓመት ይርቃል። ስሙ መጋጠሚያ ነው፤ G የጋላክሲ መጋጠሚያዎችን ያመለክታል፤ +0.693 እና –0.027 ደግሞ ኬንትሮስና ኬክሮስ ናቸው። ደመናው በSagittarius B2 አካባቢ ይገኛል እና በኬሚካል የበለጸገ ነው፤ የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች ግን የሚያጠኑት በተለመዱ የሚታዩ የብርሃን ምስሎች ሳይሆን፤ በሚሸከረከሩ ሞለኪውሎች በሚመነጨ የሬዲዮና የሚሊሜትር ስፔክትረም መስመሮች ነው።

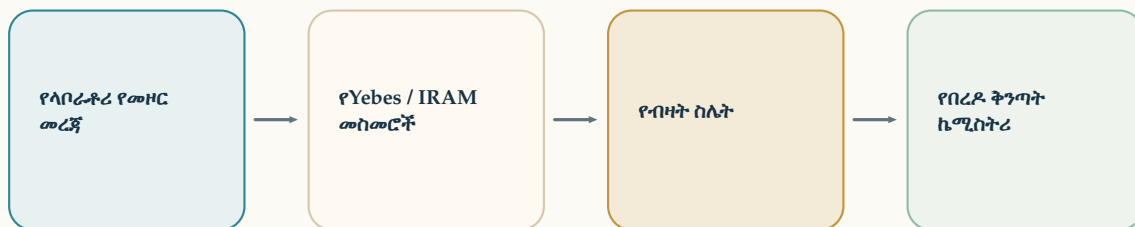


በጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ ያለውን ግዙፍ የሞለኪውል ደመና ስብስብ Sagittarius B2 የሚያሳየው የWebb MIRI ምስል። ምስሉ በG+0.693–0.027 ዙሪያ ያለውን አቧራና ሞለኪውል የበዛበትን አካባቢ ለማሳየት ነው፤ የኤሪትሩሎዝ ግኝትን በቀጥታ የሚያሳይ ምስል ወይም የስኳር ቅንጣቶችና ሕይወት ማስረጃ አይደለም።

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

የፊደላዊ አሻራ ሕይወት አይደለም

የማስረጃው ሰንሰለት በስፔክትረም፣ በስሌት እና በኬሚስትሪ ያልፋል — በባዮሎጂ አይደለም።



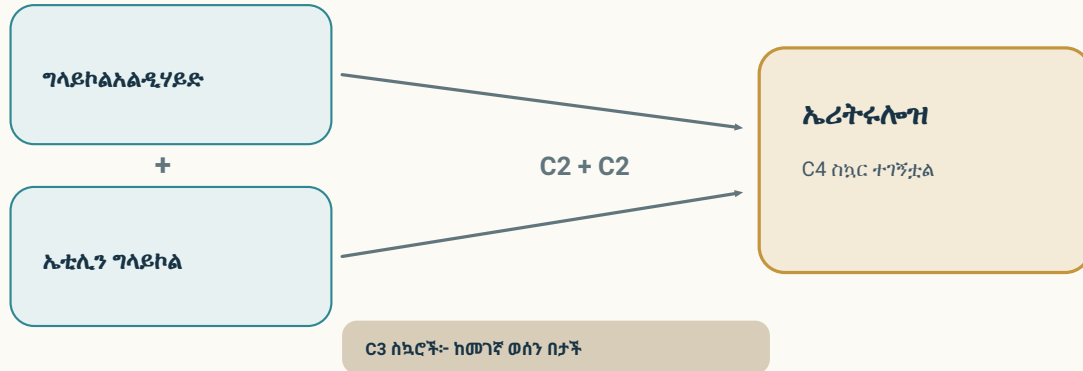
ድንበር፡- የስኳር ሞለኪውል ነው፣ ሕይወት አይደለም፤
ራይቦዝ፣ RNA፣ DNA ወይም ባዮሎጂ አይደለም።

ከፊደላዊ አሻራ ወደ ኤሪትራሎዝ ሞለኪውል መለያ፣ ከዚያም ወደ ግልጽ ድንበር፡- የስኳር ሞለኪውል እንጂ ሕይወት አይደለም። ሰንሰለቱ ሞለኪውሉን ይለያል፤ ሕይወትን አያገኝም።

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ትንንሽ C2 ክፍሎች C4 ስኳር ሊገነቡ ይችላሉ

የሞዴሉ መንገድ በበረዶማ አባራ ቅንጣቶች ላይ የሚካሄድ ኬሚስትሪ ነው፤ C3 ስኳሮች ግን ከመገኛ ወሰን በታች ይቆያሉ።



ድንበር፡- ፕላኔቶች ከመፈጠራቸው በፊት ኬሚስትሪ ውስብስብነትን ሊጨምር ይችላል፤ ሕይወትን አያሳይም።

ሁለት በብዛት የሚገኙ ባለሁለት-ካርቦን መነሻዎች—ግላይኮልአልዲሃይድ እና ኤቲሊን ግላይኮል—በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ተዋህደው ባለአራት-ካርቦን ኤሪትሩሎዝ ያመነጫሉ፤ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች ግን ከመገኛ ወሰን በታች ይቆያሉ። ፕላኔቶች ከመፈጠራቸው በፊት ኬሚስትሪ ውስብስብነትን ሊጨምር ይችላል።

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ዋናው ግኝት ይህ ነው፡- እውነተኛ የስኳር ሞለኩላል በቀዝቃዛው የከዋክብት መካከል አካባቢ ሊፈጠርና ከምድር ለመገኘት በሚያስችል መጠን ሊቆይ ይችላል። ግኝቱ የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች ሕይወትን፣ RNAን ወይም በከዋክብት መካከል የሚንሳፈፍ ማንኪያ ስኳርን አግኝተዋል አይልም።

ደራሲዎቹ ምን አደረጉ?

- ከYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች የተገኙትን የጋላክሲው ማዕከል የሞለኩላል ደመና G+0.693–0.027 ሰፊ የሬዲዮ ስፔክትራል ተጠቅመዋል።
- የቅርብ ጊዜ የላቦራቶሪ የሞለኩላል መዞር ስፔክትሮስኮፒን በመጠቀም ኤሪትሩሎዝን ፈልገዋል፤ ያለዚህ መረጃ የሥነ ፈለክ መስመሮችን በእርግጠኝነት መለየት አይቻልም።
- በአካባቢያዊ ቴርሞዳይናሚክ ሚዛን ሁኔታ MADCUBA-SLIMን ተጠቅመው ስፔክትራሉን በሞዴል አስልተዋል፤ በዚሁ ብዙ መስመሮች ባሉት ደመና ውስጥ ቀድሞ የተለዩ ከ180 በላይ የሞለኩላል ዝርያዎችንም ከግምት ውስጥ አስገብተዋል።
- ስሌቱን በጣም ደማቅና ከሌሎች መስመሮች ጋር በትንሹ በተደባለቁ የኤሪትሩሎዝ ምልክቶች ላይ አተኩረዋል።
- ኤሪትሩሎዝን ከተዛማጅ ሞለኩላሎች ግላይኮልአልዲሃይድ፣ ኤቲሊን ግላይኮል፣ ግሊሰርአልዲሃይድ፣ ዳይሃይድሮክሲአሴቶን እና ግሊሰሮል ጋር አነጻጽረዋል።
- ኤሪትሩሎዝ በበረዶ የተሸፈነ የከዋክብት መካከል አባራ ቅንጣቶች ላይ እንዴት ሊፈጠር እንደሚችል የኳንተም ኬሚስትሪ እና ኪኔቲክ ሞንቴ ካርሎ ሞዴሎችን ገንብተዋል።

ምን አገኙ?

- በብዙ መስመሮች የተደገፈ ግኝት። ጥናቱ 17 የተናጠል ሽግግሮችን የሚወክሉ 12 የኤሪትራሎዝ መስመር ስብስቦችን ለይቷል። ከእነዚህ ውስጥ ዘጠኝ የተናጠል ሽግግሮችን የሚወክሉ ስድስት ስብስቦች በአብዛኛው ካልተደባለቁ መስመሮች ተመድበዋል፤ ቀሪው የሌሎች መስመሮች ጣልቃ ገብነት 25% ወይም ከዚያ በታች ነው።
- ቀዝቃዛና ደካማ ሞለኪውል። የLTE ስሌት 11.3 ± 1.8 K የመነሳሳት ሙቀትና $(8.7 \pm 0.8) \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ የአምድ ጥግግት ይሰጣል፤ 69 km/s ማዕከላዊ ፍጥነትና 22 km/s የመስመር ስፋት ተጠቅሟል።
- ትንሽ ግን ሊለካ የሚችል ብዛት። ከH₂ አንጻር የተገኘው የኤሪትራሎዝ ብዛት $(6.4 \pm 0.6) \times 10^{-10}$ ነው።
- አጠር ያሉት ስኳሮች አልተገኙም። ተመሳሳይ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች ግሊሰርአልዲሃይድ እና ዳይሃይድሮክሲአሴቶን አልተገኙም፤ የላይኛው ወሰናቸው $\leq 4 \times 10^{-11}$ እና $\leq 7 \times 10^{-11}$ ነው። ስለዚህ ኤሪትራሎዝ በዚህ ምንጭ ከC3 ስኳሮች ቢያንስ 8–17 እጥፍ የበዛ ይመስላል።
- የዘፈቀደ መጣጣም ክርክር በግልጽ ቀርቧል። ከሁሉ በትንሹ ለተደባለቁት ስድስት ምልክቶች፣ ደራሲዎቹ መስመሮቹ በአጋጣሚ የመጣጣም ዕድል 0.2% እንደሆነ ገምተዋል። ሦስት ወይም አራት ያልተደባለቁ መስመሮች ብቻ ቢጠቀሙም፣ 95.2% እና 98.3% የመተማመኛ ደረጃዎችን ዘግበዋል።
- ኬሚስትሪው ሊሆን የሚችል መንገድ አለው። ሞዴሉ በደመናው ውስጥ ቀድሞ በብዛት ከሚገኙ ሁለት ትንንሽ C2 ዝርያዎች—ግላይኮልአልዲሃይድ እና ኤቲሊን ግላይኮል—በቅርጽ አልባ የውኃ በረዶ ላይ ኤሪትራሎዝን ያመነጫል። በጣም ቅርብ የሆኑት ማስመስያዎች ሜታኖል፣ ግላይኮልአልዲሃይድ፣ ኤቲሊን ግላይኮል እና ኤሪትራሎዝን በአምስት እጥፍ ወሰን ውስጥ ያመሳስላሉ፤ ግን ያልተገኙትን C3 ስኳሮች በ25–70 እጥፍ ገደማ ከመጠን በላይ ያመነጫሉ።

ይህ “በጠፈር ውስጥ ስኳር” ብቻ ያልሆነው ለምንድን ነው?

የቀድሞ የሥነ ፈለክ ዜናዎች ግላይኮልአልዲሃይድን “በጣም ቀላሉ ስኳር” ብለውታል። በኬሚካል ከስኳር ጋር ይዛመዳል፤ ከሕይወት በፊት ለሚካሄድ ኬሚስትሪም ጠቃሚ ነው፤ ጥናቱ ግን ልዩነቱን በጥንቃቄ ያስቀምጣል፡- ግላይኮልአልዲሃይድ ሃይድሮክሲአልዲሃይድ ነው እንጂ እውነተኛ ሳካራይድ አይደለም። ኤሪትራሎዝ የተለየ ነው። ሞኖሳካራይድ እና ኬቶዝ ነው፤ ደራሲዎቹም በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የተዘገበ የመጀመሪያው ስኳር ብለው ይገልጹታል።

ይህ አስፈላጊ ነው፤ ምክንያቱም የሕይወት አመጣጥ ኬሚስትሪ ብዙ ጊዜ ስኳሮች እንደ መነሻ ቁሳቁስ እንዳሉ መገመት ይኖርበታል። ራይቦዝ እና ግሉኮዝ በሜትሮራይቶችና ከBennu አስትሮይድ በተወሰዱ ናሙናዎች ውስጥ ተገኝተዋል፤ ይህም አንዳንድ የስኳር ክምችት ከምድር ውጭ መነሻ ሊኖረው እንደሚችል ይጠቁማል። ግን በሜትሮራይት ውስጥ ከስኳር ጋር የሚዛመድ ሞለኪውል ማየት በከዋክብት መካከል ባለው ጋዝና አቧራ ውስጥ ስኳር ከማግኘት ጋር አንድ አይደለም። ይህ ጥናት በሰንሰለቱ አንድ ደረጃ ወደ ኋላ ይሄዳል፡- ከትንንሽ የጠፈር አካላት በፊት፣ ከሜትሮራይቶች በፊት፣ ከፕላኔቶች በፊት።

ውጤቱ ጠቃሚ በሆነ መንገድ በኬሚካል ያልተለመደም ነው። በተለምዶ፣ በከዋክብት መካከል ያሉ የኬሚካል ቤተሰቦች የካርቦን አቶሞችን ሲጨምሩ፣ ትልልቆቹ ሞለኪውሎች በብዛት እጅግ ያንሳሉ። እዚህ ግን ባለአራት-ካርቦን ስኳሩ ተገኝቶ ተመሳሳይ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች አልተገኙም። ደራሲዎቹ በበረዶ ቅንጣቶች ላይ የሚካሄዱ የመፍረስና የመፍጠር መንገዶች በዚህ አካባቢ ኤሪትራሎዝን በአንጻራዊነት ሊያበዙ እንደሚችሉ ይከራከራሉ።

ይህ ምን አያረጋግጥም?

- በጠፈር ውስጥ ሕይወት መኖሩን አያሳይም። የስኳር ሞለኪውል ከሕይወት በፊት ያለ ኬሚስትሪ ነው እንጂ ሕይወት አይደለም።
- ራይቦዝ፣ RNA ወይም DNAን አያሳይም። ኤሪትሩሎዝ በውኃ ውስጥ በተወሰኑ ሁኔታዎች ወደ ተዛማጅ አልዶዞች ሊለወጥና ከሕይወት በፊት በሚካሄዱ ሂደቶች ሊሳተፍ ይችላል፤ ግን የRNA ዋና አወቃቀርን የሚሠራው ስኳር አይደለም።
- የሕይወት ሞለኪውሎች አንድ “እጅ” እንደሚያበዙ አያሳይም። ኤሪትሩሎዝ ኪራል ነው፤ ግን ይህ የሬዲዮ ግኝት ሞለኪውሎች ብቻ ይለያል፤ የአንዱ እጅ-ቅርጽ ብዛትን አይለካም፤ አንዱ የሞለኪውል “እጅ” እንደሚበዛም አያሳይም።
- ይህ ሞለኪውል ወደ ቀደምት ምድር እንደደረሰ አያረጋግጥም። ጥናቱ በትንንሽ የጠፈር አካላት ሊመጣ እንደሚችል ይወያያል፤ ግን ይህ ከብዛቱ፣ ከሜትሮራይት ኬሚስትሪና ከፀሐይ ሥርዓት ታሪክ የተስፋፋ ግምት ነው።
- የ“ሕይወት አመጣጥ” ችግር ተፈቷል ማለት አይደለም። አንድ የሞለኪውል ክፍል ማቅረብ ሜታቦሊዝምን፣ ራስን መድገምን ወይም ሴሎችን ከመገንባት ጋር አንድ አይደለም።
- በግኝት ሂደቱ ያለውን እርግጠኛ አለመሆን አያስወግድም። ማስረጃው ጠንካራ ነው፤ ግን ምንጩ ብዙ መስመሮች አሉት፤ ጥናቱም የተሳሳተ መለየት ሊፈጠር የሚችለው በዚህ ቦታ ስለሆነ ለመስመር መደባለቅ ትልቅ ትኩረት ሰጥቷል።
- ወደ ምድር የደረሰውን መጠን ግምት ወደ ቀጥተኛ መለኪያ አይቀይርም። ጥናቱ በኋለኛው ከባድ ግጭት ዘመን $(0.5-50) \times 10^9$ kg ገደማ ኤሪትሩሎዝ ወደ ቀደምት ምድር ሊደርስ እንደቻለ ይገምታል፤ ግን ቁጥሩ በብዙ ግምቶች ላይ የተመሰረተ ነው፤ ደራሲዎቹም ይህ የብዙ ግጭት ታሪክ ራሱ ጥያቄ እንደተነሳበት ያስታውሳሉ።

ማስረጃው ምን ያህል ጠንካራ ነው?

ግኝቱ ታሪክ የተጨመረበት አንድ የስፔክትራል መስመር አይደለም። በላቦራቶሪ ስፔክትሮስኮፒ፣ በሰፊ የሬዲዮ ዳሰሳ፣ በትክክለኛው ድግግሞሽና ፍጥነት ባሉ ብዙ ሽግግሮች፣ በቁጥራዊ የመስመር ሞዴልና በግልጽ የመደባለቅ ትንተና ላይ ይመሰረታል። በአብዛኛው ያልተደባለቁት ስድስት ምልክቶች የጉዳዩ ዋና መሠረት ናቸው፤ ሌሎቹ መስመሮችና አጠቃላይ ስሌቱ ወጥነትን ይጨምራሉ። ውስብስብ ለሆነ የሞለኪውል ደመና፣ ይህ ጥብቅ የግኝት ዘዴ ነው።

ደካማው ክፍል ራሱ የሞለኪውሉ መለያ ሳይሆን ስለ ሕይወት አመጣጥ የሚሰጠው ሰፊ ትርጓሜ ነው። የኬሚካል ሞዴሉ ኤሪትሩሎዝ ከትንንሽ ሞለኪውሎች በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ሊፈጠር እንደሚችል ያሳያል፤ የታየው ብዛትም ከሰፊው ተስማሚ ክልል ውስጥ ነው። ግን ሞዴሉ አሁንም ያልተገኙትን C3 ስኳሮች ከመጠን በላይ ያመነጫል፤ ከከዋክብት መካከል በረዶ እስከ ቀደምት ምድር የኬሚካል ምላሽ መረብ ያለውን ሙሉ መንገድም አይከታተልም። “ይህ ሞለኪውል በጠፈር ውስጥ አለ” ከሚለው ወደ “ይህ ሞለኪውል ሕይወት እንዲጀምር ረድቷል” የሚወስደው ድልድይ ሊሆን የሚችል ነው፤ ግን አልተረጋገጠም።

ስለዚህ ንጹሐ ሁኔታ ይህ ነው፡- ጠንካራ የጠፈር ኬሚስትሪ ግኝት፤ ሊሆን የሚችል የመፍጠር ኬሚስትሪ፤ ግምታዊ የሆነ ባዮሎጂያዊ አስፈላጊነት።

ለምን አስፈላጊ ነው?

ከሕይወት በፊት ያለው ኬሚስትሪ የግብዓት አቅርቦት ችግር አለው። በሕይወት አመጣጥ ሐሳቦች ውስጥ የሚያገለግሉ አንዳንድ ሞለኪውሎች በቀደምት ምድር ቀላል ሁኔታዎች ስር ጠቃሚ በሆነ መጠን ለማምረት ቀላል አይደሉም። ችግሩን ለማቃለል አንዱ መንገድ ከውጭ መድረስ ነው፤ ኮሜቶች፣ አስትሮይዶች እና ሜትሮራይቶች ቀደም ብለው በቀዝቃዛና

እንግዳ አካባቢዎች የተፈጠሩ ሞለኪውሎችን ያመጣሉ።

ይህ ጥናት ለዚህ ሐሳብ የበለጠ ግልጽ የሆነ ቀደምት ምንጭ ይሰጣል። ቢያንስ አንድ እውነተኛ ስኬት፣ ቁሳቁሱ በትንንሽ የጠፈር አካላት ውስጥ ከመዘጋቱ በፊት፣ በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ ውስጥ ሊፈጠር እንደሚችል ይናገራል። ይህ ሕይወትን የማይቀር አያደርገውም። ግን የመነሻ የኬሚካል ክምችቱ ለምድር ብቻ የተወሰነ እንዳልሆነ ያሳያል፤ አንዳንድ ጠቃሚ ኬሚስትሪ ፕላኔቶች ከመኖራቸው በፊት ሊጀምር ይችላል።

የታሪኩ ምርጥ ቅጂ “የሕይወት ግብዓቶች በሁሉም ቦታ አሉ” የሚለው አይደለም። የበለጠ ውስን ነው፡- በጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ ያለ ቀዝቃዛ የሞለኪውል ደመና ሊገኝ የሚችል ኪራል ስኬት ይዟል፤ የሚያመነጨው ኬሚስትሪም በበረዶ የተሸፈኑ የአቧራ ቅንጣቶች ላይ ሊሠራ ይችላል። ይህ ብቻ በቂ ነው።

ንጹሕ ማጠቃለያ

የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የመጀመሪያውን እውነተኛ የስኬት ሞለኪውል እንዳገኙ ዘግበዋል፡- በጋላክሲው ማዕከል ደመና $G+0.693-0.027$ ውስጥ ያለው፤ ኪራል የሆነ ባለአራት-ካርቦን ኬቶዝ ኤሪትሩሎዝ። ማስረጃው በYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች ከታዩ ብዙ የሬዲዮ ሽግግሮች የመጣ ሲሆን፤ ከላቦራቶሪ የስፔክትረም መረጃ ጋር ተመሳሰሎና በበረዶ የተሸፈኑ የአቧራ ቅንጣቶች ላይ በሚካሄድ የአፈጣጠር ሞዴል ተደግፏል። ውጤቱ አንድ የከሕይወት-በፊት ስኬት ኬሚስትሪ ፕላኔቶችና ሜትሮራይቶች ከመፈጠራቸው በፊት ሊካሄድ እንደሚችል ስለሚያሳይ አስፈላጊ ነው። ሕይወት፣ ራይቦዝ ወይም RNA አይደለም፤ እንዲህ ያሉ ሞለኪውሎች በምድር ላይ ሕይወትን እንደጀመሩም አያረጋግጥም። ጥንቃቄ የተሞላበት ውስን ትርጉም ያለው ጠንካራ የጠፈር ኬሚስትሪ ግኝት ነው፡- ጠፈር ቀድሞ ከምናውቀው የበለጠ የከሕይወት-በፊት የኬሚካል ክምችት ሊያመነጭ ይችላል።

ምንጮች

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>