دوشنبه 24 مهر 1402 - 07:04

یخی که فقط در دمای بسیار بالا ذوب می‌شود

شکل عجیبی از یخ وجود دارد که فقط در دمای بسیار گرم ذوب می‌شود.

شکل عجیبی از یخ وجود دارد که فقط در دمای بسیار گرم ذوب می شود.

به گزارش ایسنا و به نقل از اس ای، چیزهای عجیبی درون سیاره ها اتفاق می افتد، جایی که مواد در معرض فشار و گرمای شدید قرار می گیرند. مثلا اتم های آهن احتمالاً درون هسته جامد درونی زمین می رقصند و همین طور یخ داغ، سیاه و سنگین که همزمان جامد و مایع است نیز احتمالاً در غول های گازی غنی از آب مانند اورانوس و نپتون شکل می گیرد.

پنج سال پیش، دانشمندان این یخ عجیب و غریب به نام «یخ آبر یونی» را برای اولین بار در آزمایشات آزمایشگاهی بازسازی کردند و چهار سال پیش بود که وجود و ساختار بلوری آن را تایید کردند.

سپس در سال گذشته، پژوهشگران چندین دانشگاه در ایالات متحده و آزمایشگاه مرکز شتاب دهنده خطی استنفورد در کالیفرنیا(SLAC) حالت جدیدی از یخ ابریونی را کشف کردند. کشف آنها درک ما را عمیق تر می کند که چرا اورانوس و نپتون دارای چنین میدان های مغناطیسی پیچیده با قطب های متعددی هستند.

اطلاعات عمومی ما می گوید که آب در زمین، یک مولکول ساده است که از یک اتم اکسیژن متصل به دو اتم هیدروژن تشکیل شده است که هنگام یخ زدن در یک موقعیت ثابت قرار می گیرند.

اما یخ ابریونی به طرز عجیبی متفاوت است و با این حال ممکن است یکی از فراوان ترین شکل های آب در کیهان باشد. یخی که تصور می شود نه تنها درون اورانوس و نپتون، بلکه در بسیاری از سیارات فراخورشیدی مشابه نیز وجود داشته باشد.

این سیاره ها دارای فشارهای شدید دو میلیون برابری نسبت به جو زمین هستند و فضای داخلی آنها به گرمی سطح خورشید است، جایی که وجود آب در آن عجیب است.

دانشمندان در سال ۲۰۱۹ آنچه را که فیزیکدانان در سال ۱۹۸۸ پیش بینی کرده بودند، تأیید کردند و آن، ساختاری است که در آن اتم های اکسیژن در یخ ابریونی در یک شبکه مکعبی جامد قفل شده اند، در حالی که اتم های هیدروژن یونیزه شده آزاد می شوند و مانند الکترون ها از میان فلزات در آن شبکه جریان می یابند. این به یخ ابریونی خاصیت رسانایی می دهد. همچنین نقطه ذوب آن را به گونه ای افزایش می دهد که در دماهای زیاد همچنان جامد باقی می ماند.

در این مطالعه جدید، آریانا گلیسون فیزیکدان دانشگاه استنفورد و همکارانش قطعات نازکی از آب را که بین دو لایه الماس قرار گرفته بود، با لیزرهای بسیار قدرتمند بمباران کردند.

امواج ضربه ای پی در پی فشار را تا ۲۰۰ گیگا پاسکال(۲ میلیون اتمسفر) و دما را تا حدود ۵۰۰۰ کلوین(۸۵۰۰ درجه فارنهایت) افزایش داد که گرم تر از دمای آزمایش های سال ۲۰۱۹ اما در فشارهای پایین تر از آن بود.

گلیسون و همکارانش در مقاله خود توضیح می دهند: کشف های اخیر سیاره های فراخورشیدی شبیه به نپتون که غنی از آب هستند، نیازمند درک دقیق تری از نمودار حالت آب در شرایط فشار و دمای درون آنهاست.

سپس پراش پرتوی ایکس، با وجود این که شرایط فشار و دما فقط برای کسری از ثانیه حفظ شد، ساختار بلوری این یخ داغ و متراکم را آشکار کرد.

الگوهای پراش حاصل تایید کرد که بلورهای یخ در واقع حالت جدیدی هستند که از یخ ابریونی مشاهده شده در سال ۲۰۱۹ مشاهده شده است. این یخ ابریونی تازه کشف شده موسوم به Ice XIX ساختار مکعبی متمرکز بر خود دارد و رسانایی بیشتری نسبت به نسل قبلی خود در سال ۲۰۱۹ موسوم به Ice XVIII دارد.

رسانایی در اینجا مهم است، زیرا ذرات باردار متحرک، میدان های مغناطیسی تولید می کنند. این اساس نظریه دینامو است که توضیح می دهد چگونه سیالات رسانا مانند گوشته زمین یا داخل یک جرم آسمانی دیگر باعث ایجاد میدان های مغناطیسی می شوند.

نظریه دینامو یا اصل نظری ژنراتور زمین(Dynamo theory) مکانیسمی را تعریف می کند که بر پایه آن، اجرام آسمانی مثلاً یک سیاره در شرایط زمین یا یک ستاره مانند خورشید، یک میدان مغناطیسی ایجاد می کند. نظریه دینامو فرآیندی را توصیف می کند که طی آن یک سیالِ در حال چرخش، با قابلیت های همرفت و رسانایی جریان الکتریکی می تواند یک میدان مغناطیسی را در مقیاس های زمانی نجومی -تا زمانی که در چرخش است- در خود حفظ کند. تصور می شود که مکانیسم دینامو منشأ وجود میدان مغناطیسی زمین و میدان های مغناطیسی عطارد و سیاره های غول پیکر منظومه شمسی است.

اگر مقدار بیشتری از محتوای درون یک غول یخی مانند نپتون توسط یک جامد خاکی و مقدار کمتری از آن توسط یک مایع چرخان گرفته شود، آنگاه نوع میدان مغناطیسی تولید شده را تغییر خواهد داد و اگر آن سیاره در هسته خود دارای دو لایه ابریونی با رسانایی متفاوت باشد، همانطور که گلیسون و همکارانش پیشنهاد می کنند که نپتون ممکن است چنین باشد، میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط لایه مایع بیرونی با هر یک از آنها به طور متفاوتی برهمکنش می کند و شرایط را عجیب تر می کند. گلیسون و همکارانش به این نتیجه رسیدند که رسانایی افزایش یافته لایه ای از یخ ابر یونی شبیه به یخ XIX، تولید میدان های

مغناطیسی ضعیف و چندقطبی مانند میدان های مغناطیسی که از اورانوس و نپتون منتشر می شوند را افزایش می دهد.
اگر چنین باشد، بیش از ۳۰ سال پس از آن که کاوشگر فضایی وویجر ۲ ناسا که در سال ۱۹۷۷ پرتاب شد، از کنار دو غول یخی منظومه شمسی پرواز کرد و میدان های مغناطیسی بسیار غیرعادی آنها را اندازه گیری کرد، به نتایج رضایت بخشی رسیده ایم.
این مطالعه در مجله Scientific Reports منتشر شده است.