



طرح ابعاد ظاهری میدان مغناطیسی مشتری در مقایسه با ماه کامل. تصور می‌رود میدان مغناطیسی غول آسای مشتری، ناشی از وجود لایه‌ای ابررسانا از هیدروژن فلزی در آن باشد.

۸۰ سال تلاش بی نتیجه برای تولید «هیدروژن فلزی»

رؤیای فیزیک‌دان‌ها برای ابررسانایی در دمای معمولی

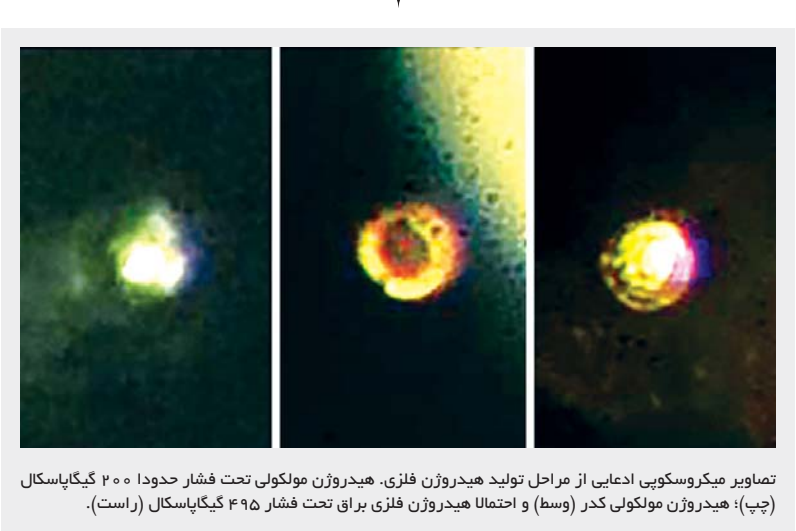
فاطمه کاظمی

دمای اتاق و فشار جو، هیدروژن یک گاز است، اما همانند دیگر مواد، تغییر شرایط می‌تواند باعث تبدیل‌شدن آن به شکل‌های دیگر ماده مثل جامد یا مایع شود. اگر درجه حرارت بسیار کم شود و هیدروژن بسیار فشرده شود، هیدروژن گازی به هیدروژن جامد تغییر شکل می‌دهد. حال اگر این هیدروژن فشرده‌شده را کمی حرارت دهیم، به مایع تبدیل می‌شود.

اگر هیدروژن در معرض شرایط شدیدتری نسبت به شرایط گفته‌شده در بالا قرار بگیرد، در نظر تئوری، می‌تواند به فلز تبدیل شود. همه فلزات در یک ویژگی با هم اشتراک دارند که آن هم رسانایی الکتریکی است. الکترون‌های آزاد موجود در یک فلز، می‌توانند جریان برق یا الکتریسیته را در یک جسم عبور دهند.

دانشمندان می‌گویند می‌توان با فشردن زیاد و شدید هر ماده‌ای، آن را به فلز تبدیل کرد. هم‌اکنون دانشمندان به دنبال آن هستند که از هیدروژن یک سوپ غلیظ از الکترون‌های شناور در حال گردش درست کنند؛ چه در حالت مایع باشد یا جامد! دانشمندان ادعا می‌کنند که هیدروژن فلزی در حالت جامد، می‌تواند همانند یک ابررسانا رفتار کند. ابررسانا ماده‌ای است که الکترون‌های آن می‌توانند بدون ازدست‌دادن انرژی، جریان پیدا کنند. تمام ابررساناهای شناخته‌شده در دمای بسیار پایین عمل می‌کنند که یک اشکال بزرگ برای آنها محسوب می‌شود. فیزیک دانان نظری گمان می‌کنند که هیدروژن فلزی می‌تواند در دمای اتاق نیز همانند ابررساناها رفتار کند. دستیابی به ابررسانایی که در دمای اتاق هم کارآمد باشد، یکی از اهداف مهم فیزیک است، چراکه می‌تواند باعث صرفه‌جویی زیادی در مصرف انرژی شده و پیشرفت‌های گسترده‌ای در انتقال و ذخیره انرژی ایجاد کند. اگرچه فیزیک‌دانان مدت‌هاست که سد ۲۵ گیگاپاسکالی ویگنر–هانتینگتون را شکسته‌اند و به فشارهای شدیدتری دست پیدا کرده‌اند، اما با درک بهتر خواص کوانتومی ماده، به این نتیجه رسیده‌اند که برای دستیابی به «گنادر ویگنر– هانتینگتون» (از هیدروژن اتمی به هیدروژن فلزی، به فشارهایی فوق‌العاده بیشتر، مابین ۴۰۰ تا ۵۰۰ گیگاپاسکال نیاز داریم. این در حالی است که فشار هسته زمین، چیزی حدود ۳۶۰ گیگاپاسکال است. یکی از نکات جالب درباره سیاراتی مانند مشتری و زحل این است که میدان مغناطیسی قدرتمند و شدیدی دارند، به‌همین‌دلیل دانشمندان انتظار دارند که لایه‌ای از هیدروژن فلزی در آنها وجود داشته باشد. گفتنی است هیدروژن فراوان‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده این سیارات است و با توجه به اینکه مقدار هیدروژن در این سیاره‌ها، ده‌هابرابر مقدار هیدروژن در زمین است، می‌توان تصور کرد که در عمقی مشخص از این سیارات، هیدروژن هسته‌ای، ابرکامپیوت‌رها و موارد بسیار دیگری از این دست شود.

اگر معلوم شود که هیدروژن فلزی جامد، در دمای اتاق هم ابررساناست و بتواند شکل فلزی خود را همچنان حفظ کند، می‌تواند انقلابی در عرصه تکنولوژی و الکترونیک ایجاد کند. در این حالت می‌توان از آن برای کاهش مصرف انرژی استفاده کرد و به‌این‌ترتیب مصرف جهانی برق را کاهش داد. همچنین ممکن است باعث کارآمدی بیشتر قطارهای مغناطیسی، پیشرفت‌های تکنولوژیکی در فناوری‌های هسته‌ای، ابرکامپیوت‌رها و موارد بسیار دیگری از این دست شود.



تصاویر میکروسکوپی ادعایی از مراحل تولید هیدروژن فلزی. هیدروژن مولکولی تحت فشار حدود ۲۰۰ گیگاپاسکال (چپ); هیدروژن مولکولی کدر (وسط) و احتمالاً هیدروژن فلزی برای تحت فشار ۴۹۵ گیگاپاسکال (راست).

فلزی وجود داشته باشد، اما پیداست که تحقق چنین وضعیتی روی زمین، نیازمند روش‌ها و شیوه‌های خاصی است. گرچه تلاش‌های فیزیک‌دانان برای تولید هیدروژن مایع عملاً به ثمر نرسشته است، اما تولید هیدروژن جامد و از آن فراتر، هیدروژن فلزی، با دشواری‌هایی نه‌فقط در فرایند استحصال، بلکه در فرایند راستی‌آزمایی هم مواجه است؛ مثلاً «سیلورا» و همکارش «رانگا دیاس» که مدعی تولید نخستین نمونه آزمایشگاهی هیدروژن فلزی شده‌اند، صرفاً از روی میزان زیاد بازتابندگی نمونه (بالع بر ۹۰ درصد) به این نتیجه رسیده‌اند، نه کسب اطمینان کافی از جامدبودن آن. اگر این نمونه حقیقتاً هیدروژن فلزی باشد، طبق پیش‌بینی‌ها باید «شبه‌پایدار» (metastable) هم باشد؛ یعنی حتی پس از رفع فشار وارده، همچنان وضعیت فلزی خود را حفظ کند، درست مثل الماس که پس از خروج از عمق معادن نیز کماکان الماس می‌ماند، اما «سیلورا» و «دیاس» از بیم ازدست‌رفتن نمونه، آن را همچنان در فشار ۴۹۵ گیگاپاسکال نگه داشته‌اند.

این دو پژوهشگر، برای تولید این نمونه، از یک «گیره الماس» استفاده کردند. الماس از سخت‌ترین ترکیبات طبیعت است و می‌توان با اطمینان از پایداری آن، از آن برای اعمال فشارهای بسیار زیاد به نمونه‌های آزمایشگاهی استفاده کرد، اما از آنجا که نمونه «سیلورا» و «دیاس» یک نمونه گازی بود و امکان داشت در فشارهای زیاد، به خلل و فرج دو فک بلوری «گیره» الماسی نفوذ کند، تصمیم بر این شد که از الماس مصنوعی با اندود آلومین (یا اکسیدآلومینیوم) برای اعمال فشار و یک واشر نگهدارنده فلزی برای کنترل نمونه استفاده شود. آنها نواک الماس‌ها را به روشی خاص صیقل دادند و به‌جای تاباندن یک لیزر قوی و متمرکز برای نظارت بر روند تحول نمونه (که ممکن بود لرزش‌ها و ترک‌هایی در ساختار گیره و واشر ایجاد کند)، از یک لیزر ضعیف فروسرخ استفاده کردند. این نوآوری‌ها البته به قیمت افت دقت محاسبه هم تمام می‌شد. اندود آلومین چه‌بسا تحت فشارهای بالا به نمونه هیدروژن وارد شود و بر خلوص آن تأثیر بگذارد. در فشارهایی بالاتر از ۴۰۰ گیگاپاسکال، هیدروژن کدر می‌شود و دیگر نمی‌توان تأثیر افزایش فشار (و حتی مقدار دقیق فشار) اعمال‌شده بر آن را مستقیماً محاسبه کرد، به‌همین‌دلیل نمی‌توان از کنار چنین احتمالاتی به‌سادگی گذشت. بااین‌همه، «سیلورا» و «دیاس» مدعی‌اند که مقایسه بازتابندگی نمونه نهایی با واشر پیرامون آن قبل و بعد از کدرشدگی هیدروژن، نشان می‌دهد که در این روند، نمونه همچنان خالص باقی مانده و درجه خلوص آن تغییر نکرده است. بااین‌حال، تأیید نهایی تولید نخستین نمونه هیدروژن فلزی، دو کام ضروری باقی است؛ یکی تکرار آزمایش‌های مشابه تحت شرایط مختلف و دیگری رفع فشار از نمونه و کسب اطمینان از شبه‌پایداری و ابررسانایی آن در دمای اتاق. تنها پس از آن است که می‌توان آینده‌ای سراسر نویدبخش را برای هیدروژن فلزی و کاربردهایش متصور بود. از آنجا که انرژی‌های هنگفتی برای تولید مقادیر اندکی هیدروژن فلزی صرف می‌شود، تبدیل همین مقدار اندک از هیدروژن فلزی به هیدروژن مولکولی می‌تواند به آزادسازی مقادیر هنگفتی انرژی بینجامد که حتی در مقایسه با بهینه‌ترین سوخت‌های موشکی امروزی، حدود ۳۰۵ برابر بهینه‌تر خواهد بود.

خلا نوانسته بود اکسیژن و سایر گازهای مایع‌شده را به حالت پایدار درآورد؛ کاری که در آن زمان بسیار سخت بود. «دوار» توانست در ماه می ۱۸۹۸، حدود ۲۰ سی‌سی هیدروژن مایع تولید کند. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌داد چگالی ماده مایع‌شده با چگالی مورد انتظار هیدروژن کاملاً هم‌خوانی دارد. اکنون آخرین گاز مایع‌شده‌ای باقی مانده بود؛ گاز هلیوم. هلیوم در سال ۱۸۷۱ کشف شد. «لرد کلون» با جمع‌بندی کارهای «گیرشوف»، «یونس»، «یانس»، «فرانک» و «لایک‌هر» در زمینه طیف‌سنجی گاز رقیقی که در تاج خورشید پیدا شده بود، کشف هلیوم را در انجمن پادشاهی اعلام کرد. چهار نفر در جبهه مقدم برای مایع‌کردن هلیوم بودند؛ «مزی»، «سرجمز دوار»، «الشوسکی» و «کامرلینگ اونز». آنها با روش‌های مختلف تا دمای ۹ کلون رسیده بودند، اما هلیوم همچنان به صورت گاز باقی مانده بود. کارهای نظری عددی بین پنج کلون تا شش کلون را نشان می‌داد. به نظر می‌رسید با دستگاه‌های فعلی که همگی از ایده «کایت» استفاده می‌کردند، رسیدن به این دماها عملاً غیرممکن باشد. در ۹ جولای ۱۹۰۸، دوار مقاله‌ای به نام «نقطه حخیص دما» منتشر می‌کند و دشواری‌ها و رنج و عذاب‌هایی را که در این راه پیش‌رو داشت، تشریح می‌کند و در پایان ذکر می‌کند با داشتن صد تا ۲۰۰ لیتر هلیوم گازی خالص، خواهد توانست هلیوم مایع تولید کند. اما در زیر مقاله در پانوشته سردبیر این جمله ذکر شده بود: «پروفسور کامرلینگ اونز در تاریخ ۹ جولای ۱۹۰۸ هلیوم را مایع کرد». این جمله سردترین مسابقه گرم تاریخ علم بشری را پایان داد. برنده «کامرلینگ اونز» از دانشگاه لیدن هلند. بعد از این شکست، «دوار» دیگر نتوانست کمر راست کند.

علم

روی دیگر سکه

دنیای عجیب زمهریر ویژگی‌های ابرشاره

بابک فرهادی

یکی دیگر از خواص مواد که در دماهای بسیار کم دیده می‌شود، خاصیت ابرسیالی یا ابرشارگی (Superfluidity) است. ابرشارگی یک فاز است که در دماهای پایین دیده می‌شود؛ به‌طورمثال هلیوم–۳ و هلیوم–۴ در حالت عادی یک اصطکاک سطحی دارند، اما در دماهای بسیار کم، ویسکوزیته یا گرانشوی این‌ها مایع به صفر تبدیل شده و در نتیجه مایع می‌تواند بدون اصطکاک جریان یابد. هلیوم مایع در این حالت می‌تواند بین ترک‌ها و شکاف‌های بسیار باریک در ابعاد مولکولی نفوذ کند، از دیواره‌های ظرفی که در آن ریخته شده، بالا برود یا اینکه وقتی ظرف محتوی هلیوم مایع را به شدت تکان می‌دهیم، بی‌حرکت باقی بماند. ابرشارگی را نخستین‌بار «پیوتر کاپیتسا»، «جان آلن» و «دن میسنز» در سال ۱۹۳۷ برای هلیوم–۴ کشف کردند. ابرشاره نوعی از ماده است که مانند سیالی با ویسکوزیته و آنژیوی صفر رفتار می‌کند. همان‌طور که ابررساناها در برابر جریان هیچ مقاومتی از خود نشان نمی‌دهند، ابرسیالات هم می‌توانند بدون هیچ‌گونه اصطکاک‌ی و به طور آزادانه جریان پیدا کنند. ابرسیالات ویسکوزیته و آنژیوی صفر و رسانایی گرمایی بی‌نهایت دارند. یکی از تایج دیدنی این خواص، این است که اگر یک لوله موین را در یک ظرف حاوی ابرشاره هلیوم قرار دهیم و آن را گرم کنیم (حتی با تاباندن آزمایشگاهی استفاده کرد، اما از آنجا که نمونه «سیلورا» و «دیاس» یک نمونه گازی بود و امکان داشت در فشارهای زیاد، به خلل و فرج دو فک بلوری «گیره» الماسی نفوذ کند، تصمیم بر این شد که از الماس مصنوعی با اندود آلومین (یا اکسیدآلومینیوم) برای اعمال فشار و یک واشر نگهدارنده فلزی برای کنترل نمونه استفاده شود. آنها نواک الماس‌ها را به روشی خاص صیقل دادند و به‌جای تاباندن یک لیزر قوی و متمرکز برای نظارت بر روند تحول نمونه (که ممکن بود لرزش‌ها و ترک‌هایی در ساختار گیره و واشر ایجاد کند)، از یک لیزر ضعیف فروسرخ استفاده کردند. این نوآوری‌ها البته به قیمت افت دقت محاسبه هم تمام می‌شد. اندود آلومین چه‌بسا تحت فشارهای بالا به نمونه هیدروژن وارد شود و بر خلوص آن تأثیر بگذارد. در فشارهایی بالاتر از ۴۰۰ گیگاپاسکال، هیدروژن کدر می‌شود و دیگر نمی‌توان تأثیر افزایش فشار (و حتی مقدار دقیق فشار) اعمال‌شده بر آن را مستقیماً محاسبه کرد، به‌همین‌دلیل نمی‌توان از کنار چنین احتمالاتی به‌سادگی گذشت. بااین‌همه، «سیلورا» و «دیاس» مدعی‌اند که مقایسه بازتابندگی نمونه نهایی با واشر پیرامون آن قبل و بعد از کدرشدگی هیدروژن، نشان می‌دهد که در این روند، نمونه همچنان خالص باقی مانده و درجه خلوص آن تغییر نکرده است. بااین‌حال، تأیید نهایی تولید نخستین نمونه هیدروژن فلزی، دو کام ضروری باقی است؛ یکی تکرار آزمایش‌های مشابه تحت شرایط مختلف و دیگری رفع فشار از نمونه و کسب اطمینان از شبه‌پایداری و ابررسانایی آن در دمای اتاق. تنها پس از آن است که می‌توان آینده‌ای سراسر نویدبخش را برای هیدروژن فلزی و کاربردهایش متصور بود. از آنجا که انرژی‌های هنگفتی برای تولید مقادیر اندکی هیدروژن فلزی صرف می‌شود، تبدیل همین مقدار اندک از هیدروژن فلزی به هیدروژن مولکولی می‌تواند به آزادسازی مقادیر هنگفتی انرژی بینجامد که حتی در مقایسه با بهینه‌ترین سوخت‌های موشکی امروزی، حدود ۳۰۵ برابر بهینه‌تر خواهد بود.

بسیاری از مایعات معمولی مثل الکل یا بنزین به دلیل تش سطحی‌شان، از دیواره‌های جامد ظرف به بالا می‌خزند. هلیوم مایع نیز این ویژگی را دارد، اما هلیوم–۲ در این حالت به صورت لایه‌ای از مایع اصلی خارج می‌شود. وقوع این پدیده به دلیل مقدار عودی ویسکوزیته یا گرانشوی جریان نیست، بلکه به دلیل مقدار عددی سرعت بحرانی‌اش است. سرعت بحرانی هلیوم–۲، حدود ۲۰ سانتی‌متر بر ثانیه است. این سرعت زیاد است، در نتیجه ابرشاره هلیوم می‌تواند به‌آسانی به بالای دیواره ظرف برود و دوباره به پایین و به سطح مایع برگردد. **ویژگی‌های ابرشاره‌ها**

- از آنجا که تمام اتم‌های ابرشاره‌ها در شرایط کوانتومی یکسانی هستند، ویژگی‌های هاتوی منحصربه‌فردی دارند؛ برای مثال همگی کشتاور یکسانی دارند و اگر یکی تکان بخورد، همگی تکان می‌خورند. این ویژگی باعث می‌شود که ابرشاره بدون اصطکاک در کوچک‌ترین ترک‌ها حرکت کند، حتی ابرشاره هلیوم می‌تواند از اطراف یک ظرف به سمت بالا حرکت کند. این رفتار کاملاً مخالف جاذبه، موجب حرکت لایه یا فیلم بسیار نازک از دیواره ظرف است.
- هدایت حرارتی ابرسیال‌ها بسیار زیاد و شگفت‌آور است. وقتی می‌سیستم معمولی گرما می‌دهیم، گرما به آرامی در سیستم نفوذ می‌کند، اما در یک ابرشاره، گرما بسیار سریع منتقل می‌شود، به‌طوری‌که پدیدآمدن موج‌های حرارتی را ممکن می‌کند. این موج‌های ابرسیال، باوجود داشتن ویژگی‌های عجیب، می‌توانند در فشار معمولی نیز منتشر شوند.
- پدیده غیرعادی دیگر درباره ابرسیال‌ها، توانایی آنها در فرمولی‌کردن گرداب‌هاست. اگر یک سیلر طر از آب را بچرخانید شکلی شبیه گرداب به وجود می‌آید که آب در مرکز گرداب با سرعت کمی حرکت می‌کند و هرچه از مرکز خارج شویم، سرعت بیشتر می‌شود. در یک ابرشاره گرداب‌های لحظه‌ای به وجود می‌آید. تعداد گرداب‌ها نیز به ویژگی‌های سیال مربوط است.

زاویه باز

کاربردهای ابررسانایی در علم و پزشکی چشم‌انداز فناوری‌های سرد در قرن حاضر

مهدی صارمی‌فر

رسانایی، خاصیتی از مواد است که باعث انتقال انرژی الکتریکی در آنها می‌شود. این خاصیت در مواد مختلف، یکسان نیست. طلا و نقره رساناهای بسیار خوبی هستند، درحالی‌که شیشه و پلاستیک رسانا نیستند. در برابر رسانایی الکتریکی مواد، مانعی هست که مقاومت نام دارد و تغییرات جزئی حرارتی (ترمودینامیکی) و الکترومغناطیسی، روی آن تأثیر می‌گذارد. بشر همواره به دنبال آن بوده که راه‌های ارزان‌تری برای تولید انرژی پیدا کند و یکی از بهترین گزینه‌ها برای کم‌کردن این هزینه، کشف موادی است که مقاومت کمتری دارند. در برخی از مواد وقتی که به یک دمای خاص برسیم، تغییری در ویژگی‌های ماده به وجود می‌آید که به آن ابررسانایی می‌گویند. در این حالت، مقاومت الکتریکی از بین می‌رود، به‌طوری‌که جریانی که در یک حلقه ابررسانا تولید می‌شود، سال‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند؛ در ادامه، این فناوری نوین را به هم بررسی می‌کنیم.

در نیمه دوم قرن نوزدهم، عده زیادی از دانشمندان در پی این بودند عناصری گازی را به حالت مایع درآورند. یکی از پیشاتازان این مسابقه، «کایت» فرانسوی بود که توانست برای اولین‌بار اکسیژن را مایع کند. هدف بعدی هیدروژن بود. سه نفر به‌طور جداگانه در اروپا در این زمینه فعالیت می‌کردند: «شلوسکی» در لهستان، «کامرلینگ اونس» در دانشگاه لیدن هلند و «سر جیمز دوار» از انجمن پادشاهی انگلستان که توانست در ۱۸۹۸ هیدروژن مایع تولید کرده و فاتح این مسابقه شود، اما مسئله مهم به‌وجودآمده، اندازه‌گیری دمای هیدروژن در هنگام تبدیل از حالت گازی به حالت مایع بود. طبق پیشگویی‌های نظری، این مقدار بین ۲۰ تا ۳۰ کلون باشد. اما دمایي که دماسنج‌های الکتریکی (ترموکوپل) نشان می‌دادند، مقداری بیشتر از این پیش‌بینی بود. درحالی‌که دماسنج‌های گازی مقدار واقعی ۲۰ کلون را نشان می‌دادند. کشف ابررسانایی درواقع از این مسئله آغاز شد. تا سال ۱۹۰۸ تمام عناصر گازی در حالت مایع درآمده بودند و فقط هلیوم باقی مانده بود. تلاش برای میعان هلیوم مایع از سوی «کامرلینگ اونس» نتیجه داد و دانشمندان با رسیدن به گستره جدیدی از دماها (در حدود چهار، پنج کلون) اقدام به سنجش خواص مواد در این محدوده کردند. «ترنست» در برلین نشان داده بود که با کم‌شدن دما، مقاومت فلز باید به‌تدریج کاهش یابد تا سرانجام در صفر مطلق به‌کلی ناپدید شود. یکی از خالص‌ترین فلزات در آن زمان جیوه بود. به‌همین‌دلیل «اونس»، به سراع اندازه‌گیری مقاومت جیوه رفت. نتایجی که وی به دست آورد تا دمای چهار کلون طبیعی بود، اما در پایین‌تر از این دما، ناگهان مقاومت الکتریکی به حدی می‌رسید که با دستگاه‌هایی که تا آن روز وجود داشت، قابل اندازه‌گیری نبود؛ یعنی اصلاً صفر بود. در سلسله‌مقالاتی که «اونس» تا سال ۱۹۱۳ درباره این پدیده منتشر کرد، نام ابررسانایی را روی این پدیده گذاشت و بالاخره، «کامرلینگ اونس» هلندی در سال ۱۹۱۳ به‌دلیل کشف خاصیت ابررسانایی، نوبل فیزیک را دریافت کرد.

اندازه‌گیری مقاومت ابررسانا

«اونس» برای اندازه‌گیری مقاومت ابررسانا، ابتدا جریانی را در دو سر یک پیچه برقرار کرد و سپس آن را داخل یک ظرف هلیوم مایع فرو برد تا به حالت ابررسانایی درآید. سپس دو سر پیچه را به‌هم وصل کرد تا اتصال کوتاه شود. سپس با قراردادن یک قطب‌نما، هرگونه تاب در میدان مغناطیسی تولیدشده از سوی جریان در پیچه را اندازه گرفت. چنین آزمایشی، چندین سال بعد در مؤسسه فناوری ماساچوست در ابعاد بسیار بزرگ انجام شد و پس از دو سال هیچ‌گونه افت جریانی مشاهده نشد.

کشفی‌نامیدکننده

ویژگی خاصیت ابررسانایی در نخستین مراحل، دانشمندان را متصم به کشف منبع انرژی‌ای برای تولید انرژی کرد؛ یعنی ساخت سیستم‌هیایی عظیم از ابررسانا برای صرفه‌جویی در مصرف برق، اما باز هم اونس نشان داد زیادشدن میدان مغناطیسی باعث ازبین‌رفتن خاصیت ابررسانایی می‌شود.

ماهیت ابررسانایی

از زمان کشف خاصیت ابررسانایی تا بیش از نیم‌قرن پس از آن، هر دهه به‌طور متوسط هفت یا هشت تلاش برای توضیح ابررسانایی ارائه می‌شد، اما همه این نظرات در یک نکته با هم مشترک بودند و آن عدم انطباق با واقعیت بود؛ اما سرانجام در سال ۱۹۵۷ دو فیزیک‌دان آمریکایی؛ «باردین»، «کوپر» و «شریفر» در مقاله‌ای که ۱۵ سال بعد (۱۹۷۲) جایزه نوبل فیزیک را برایشان به ارمغان آورد، پدیده ابررسانایی را توضیح دادند.

ابررسانایی‌دمای بالا

در دهه ۱۹۸۰ در آزمایشگاه IBM در زوریخ فیزیک‌دان سوئیسی؛ «الکس مولر»، به اشتباه پدیده‌ای را کشف کرد که همپای کشف آتش، از بزرگ‌ترین دستاوردهای بشر در تهیه انرژی است. وی سرامیکی را شناخت که در دمای بسیار بالاتری از صفر مطلق، در حدود ۷۰ تا ۸۰ کلون، خاصیت ابررسانایی از خود بروز می‌دهد. البته امروزه ابررساناهای سرامیکی ساخته‌شده‌اند تا بیش از ۲۰۰ کلون (حدود ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر)، خاصیت ابررسانایی دارند. به‌این‌ترتیب همان‌طور که بشر با به‌خدمت‌گرفتن آتش، فلز را ذوب کرد و از دوران پارینه‌سنگی به دوران فلز یا گذاشت، بشر امروزی با به‌کاربردن ابررساناها در دمای معمولی خواهد توانست گامی عظیم در به‌خدمت‌گرفتن انرژی برای رسیدن به اهداف خود بردارد. امروزه گروه‌های مختلفی از سرتاسر جهان به دنبال این هستند که بالاخره ماده‌ای را کشف کنند که بتواند در دمای معمولی (۳۰۰ کلون) هم خاصیت ابررسانایی داشته باشد.

فناوری ابررساناها

در ارتباط با ابررساناهای جدید در دمای بالا، تاکنون هیچ کاربرد تجاری‌ای در گستره دمایي که فعلاً کشف شده (زیر ۲۰۰ کلون) ابداع نشده است. فوری‌ترین کاربرد برای ابررساناهای دمای بالا، ساخت ترانه‌های فوق‌سرعت است که انقلابی عظیم را در فناوری اطلاعات ایجاد خواهد کرد که با اختراع ترانزیستورهای قابل‌بیشت‌ر است. یکی از کاربردهای ابررساناها با توجه به حساسیت آنها به میدان مغناطیسی، اکتشافات معدنی، زمین‌شناختی و حتی ردیابی زیردریایی‌هاست. ساخت قطارهایی که با استفاده از خاصیت ابررسانایی، میدان مغناطیسی تولید می‌کنند که آنها را بالاتر از سطح زمین و بدون هیچ‌گونه اصطکاک با ریل، به حرکت درمی‌آورد، از معروف‌ترین کاربردهای ابررسانایی است. این قطارها قادرند مسافت بیش از ۵۰۰ کیلومتر را در کمتر از یک ساعت پیمایند. به‌کاربردن ابررساناها در خطوط انتقال نیرو حتی با احتساب تمام هزینه‌های سرنگنده‌داشتن ابررسانا، موجب ۷۰ تا ۸۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف برق می‌شود. به‌کاربردن ابررساناها در وسایل تحقیقاتی (مثل شتاب‌دهنده‌ها) و وسایل پزشکی (مثل دستگاه ام‌آر‌آی) از کاربردهای عادی ابررساناست. به‌کاربردن ابررساناهای سرامیکی مزیت دیگری هم دارد: برای سردکردن آنها، به‌جای هلیوم مایع می‌توان از نیتروژن یا استفاده کرد که بسیار ارزان‌تر و فراوان‌تر است.

خواص ابرسیالی و ابررسانایی مواد، در دماهای بسیار کم پدید می‌آید. تلاش برای دسترسی به دماهای بسیار کم تاریخچه جذاب و پرهیجانی دارد. در اواخر قرن نوزدهم میلادی مسابقه بزرگی بین فیزیک‌دانان و شیمی‌دانان بزرگ عصر درگرفته بود. مسابقه‌ای برای رسیدن به مایعات جدید با سردکردن گازهای گوناگون. دراین بین هرکس که به روش بهتری برای رسیدن به دماهای پایین‌تر دست می‌یافت، می‌توانست گازهای بیشتری را به مایع تبدیل کند. نخستین قهرمان این مسابقه «کایت» بود. او برای اولین گام، استیلن را انتخاب کرد و آن را تحت فشار ۶۰ اتمسفر (۶۰ برابر فشار جو در سطح دریا) قرار داد. «کایت» که در حال نگاه‌داری به لوله شیشه‌ای حاوی استیلن بود، متوجه مه رقیقی شد. آزمایش‌های بعدی او نشان داد آنچه او دیده، میعان استیلن بود، به عبارت دیگر استیلن مایع شد. بنابراین او به روش جدیدی برای میعان گاز رسید. وی با استفاده از این روش توانست در منفی ۲۹ درجه سانتیگراد، اکسیژن مایع به دست آورد. روز قبل از عید پاک ۱۸۷۷ بود. درحالی‌که «کایت» مقاله‌اش را در اجتماع دانشمندان بزرگ فرانسوی در آکادمی علوم قرائت می‌کرد، تلگرافی به دست دبیر آکادمی رسید. دبیر آکادمی پس از پایان سخنرانی «کایت» بالا رفت و تلگراف یک فیزیک‌دان سوئیسی به نام «رئول پیکته» را قرائت کرد:

«مروز اکسیژن در فشار ۳۲۰ اتمسفر و دمای منفی ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، به حالت مایع درآمد». اکنون مسابقه شروع شده بود. مشاهده آزمایش‌های «کایت» تأثیر زیادی بر یک دانشمند لهستانی با نام «نیکموند فلورتنی فن ربلوسکی» گذاشت. او به محض پایان‌یافتن تحصیلاتش برای تدریس به دانشگاه قدیمی یاجلوینین در شهر کراکو رفت. این شخص الشوسکی نام داشت