



Manyetik bazı malzemelerin manyetiklik özelliklerini belirli bir sıcaklığın üzerinde (sanırım bu yaklaşık sıvılaşma sıcaklığında) neden kaybediyor? Manyetik alanda şekil verip daha sonra bu manyetik alan içerisinde katılaştırabileceğimiz bir malzeme var mıdır?

Hakan

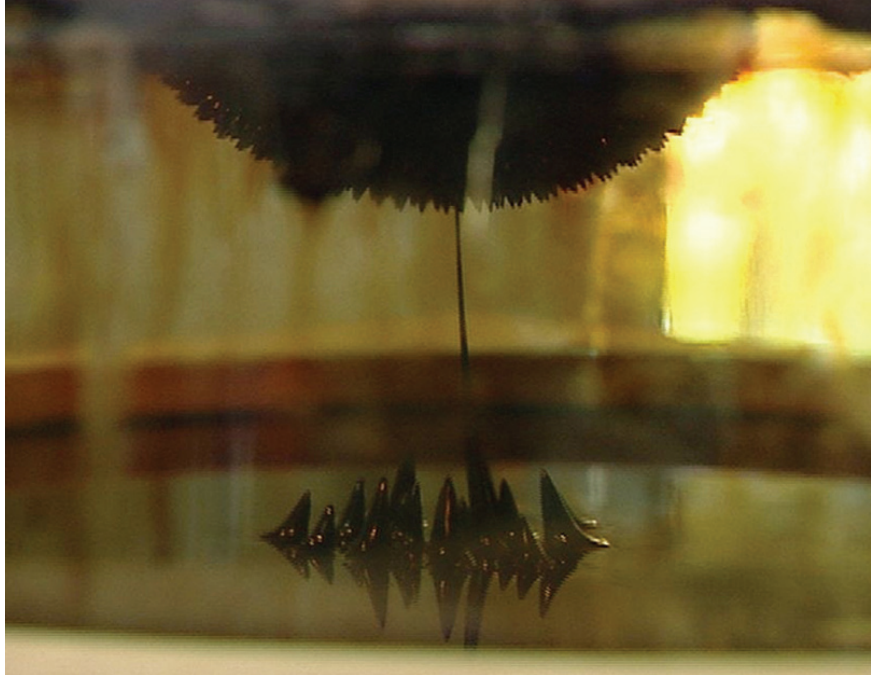
Kalıcı olarak mıknatıslanabilen malzemelerin (ferromanyetler) bu özelliklerini kaybettikleri sıcaklığa Curie sıcaklığı deniyor. Bu isim, bu malzemelerin manyetik özelliklerinin sıcaklıkla değişimini inceleyen Pierre Curie'nin anısına verilmiş. Tahmin ettiğin şey yanlış, yani Curie sıcaklığı erime sıcaklığıyla aynı değil. Örneğin, saf demir mıknatıslığını 770 °C'de (demirin Curie sıcaklığı) kaybediyor, ama demiri eritebilmek için sıcaklığı 1535 °C'ye çıkarmak gerekiyor. Kısacası bu iki sıcaklık arasında demir ne kalıcı olarak mıknatıslanabiliyor, ne de diğer mıknatıslar tarafından güçlü bir şekilde çekilebiliyor. (Mıknatıslar, Curie noktasının üzerindeki sıcak demiri zayıf bir şekilde çekmeye devam eder, ama bu bildiğimiz çekmeden çok farklı bir olay.) Genel kural olarak ferromanyetlerin mıknatıslıklarını kaybettikleri Curie noktasının, erime noktasından daha soğuk olduğunu söyleyebiliriz.

Peki Curie noktasında mıknatıslık neden kaybolur? Öncelikle bu malzemelerin bazı atomlarının (genellikle demir, nikel ve kobalt ama başka tür atomlar da olası) her biri minik bir mıknatıs. Bu atomların mıknatıslıklarını nasıl kazandığı konusu üzerinde durmayalım (içerdikleri elektronların hareketlerinden ve spinlerinden kaynaklanıyor). Ayrıca, demir gibi iletken mıknatıslarda, mıknatıslığa yol açan elektronlar malzeme içinde serbestçe dolaşabiliyor, ama bu açıklamamızı karmaşıklaştıracağı için bunu da geçelim. Dolayısıyla gözümüzde, atomları minik bir mıknatıs olan bir malzeme canlandıralım.

Şimdi bu atomların mıknatıslık doğrultusunu, güney kutbundan kuzeye doğru yönelen doğrultuyu düşünelim. Eğer bütün atomlar aynı doğrultuya sahipse, o zaman tüm malzemenin bir mıknatıs olduğunu söyleyebiliriz. Fakat eğer bu doğ-

rultular rasgele dağılmış veya yarısı düz yarısı da ters yönde yönelmişse, o zaman bütün atomların yarattığı manyetik alan toplamda sıfır verir. Örneğin krom bu tür bir malzemedir; manyetik atomlardan oluştuğu halde, bir bütün olarak malzeme mıknatıslık özelliğine sahip değildir (krom bir iletken olduğu için, burada da olay bundan biraz daha karışık).

Ferromanyet malzemelerde, bütün atomların aynı doğrultuda yönelmesini sağlayan bir kuvvet var. Bir takım kuantum etkilerinden kaynaklanan bu kuvvet, bildiğimiz manyetik kuvvetten farklı ve ondan çok daha güçlü. (Eğer atomlar sadece manyetik kuvvetle etkileşiyor olsaydı, o zaman ferromanyet malzemeler olamazdı, çünkü bu kuvvet yan yana koyduğunuz iki mıknatısın doğrultularını ters yapma eğiliminde.) Dolayısıyla bu kuvvet, komşu demir atomlarının doğrultularının aynı yöne, buna karşın komşu krom atomlarının doğrultularının da ters yöne yönelmesine neden oluyor.



Sıcaklık ise atomların rasgele hareketlerinin bir göstergesi. Sıcaklık arttığında atomların ortalama enerjileri artıyor ve bu doğrultular oynamaya başlıyor. Eğer sıcaklık Curie noktasının altındaysa, her ne kadar bütün doğrultular oynama eğilimindeyse de, ortalama olarak hala aynı yönü gösteriyorlar. Sıcaklık artıp, Curie noktasının üzerine çıktığındaysa, atomların enerjileri minik mıknatısları aynı yöne yönelmeye çalışan kuvveti yenecek kadar büyüyor. Bu durumda, bütün atomların doğrultuları rasgele oynayarak olası bütün yönlere yöneliyor. Sonuçta, bir bütün olarak malzemenin mıknatıslığı kayboluyor.

Son olarak, manyetik özelliklere sahip sıvılar var. Bunlar mikroskobik manyetik partikülleri (örneğin demir topakları), başka bir taşıyıcı sıvı içine homojen bir şekilde dağıtarak elde ediliyor. Bu sıvılar bir mıknatıs tarafından çekiliyor ve normal sıvılardan farklı, ilginç davranışlar gösteriyorlar. Ama kendileri bir mıknatıs değil (topakların doğrultuları rasgele olduğu için).

Meissner efekti hakkında bilgi alabilir miyim? Bu efekt nasıl meydana geliyor? Bir seferinde mıknatısın süper iletken üstünde havada asılı kaldığını görmüştüm. Ama kafamı oldukça kurcalayan kısım ise yüzeyi ters çevirsek bile mıknatısın yerçekimini yenerek yüzeye olan uzaklığını korumasıydı. Bu nasıl oluyor?

Serdar Tasel

Meissner etkisi, manyetik alanların bir süperiletkenin içine girememesi demek (yani malzeme içinde manyetik alan sıfır). Bunu, süperiletkenlerin "mükemmel diyamanyet" olduğunu söyleyerek de belirtiyoruz. Üzerlerine uygulanan manyetik alana ters yönde bir alan geliştiren ve bu ne-

denle alanı azaltma eğilimde olan malzemelere diyamanyet deniyor. Su buna bir örnek. Fakat, su gibi olağan maddelerin bu özellikleri çok zayıf, dolayısıyla bu malzemeler manyetik alanı çok küçük bir oranda azaltabiliyor. Süperiletkenler bu anlamda çok güçlü diyamanyetler; alanı tamamen sıfırladıkları için de mükemmeller.

Genel kural olarak diyamanyetler mıknatıslar tarafından itilirler. Bunun nedenini şöyle açıklayabiliriz: Bir mıknatısın kuzey kutbunu (örneğin), bir diyamanyetik malzemeye yaklaştıralım. Malzeme ters yönde bir manyetik alan oluşturuyordu. Dolayısıyla, malzemenin mıknatısa yakın bölgesinde "kuzey kutbu" özelliğine sahip. Aynı kutuplar birbirini ittiği için de mıknatıs diyamanyeti iter. Mıknatısın güney kutbunu yaklaştırsaydık da yine itildiğini bulurduk. Dolayısıyla, itme özelliği kutupların cinsinden bağımsız. (Buna çok benzeyen,

fakat tam tersi bir sonuca yol açan bir olay, bir mıknatıs demire yaklaştığında görülür. Demir, manyetik alanla aynı yönde bir alan geliştirir. Demir ve mıknatısın en yakın bölgeleri zıt kutba sahip olduğu için de bunlar birbirlerini çeker.)

Yukarıda "yüzeyi ters çevirmek" ile ne kastettiğinizi anlayamadım, ama eğer yapılan mıknatısın kutuplarının çevrilmesiyse, bu mıknatısla süperiletken arasındaki itme kuvvetinin niteliğini değiştirmeyeceği için havada asılı kalma devam eder. Aynı deneyi, mıknatıs zeminde, süperiletken üstte olacak şekilde yapmak da mümkün. Hangisinin üstte olduğu önemli değil. Ama, doğal olarak, havada asılı kalmanın ağırlığının yeteri kadar küçük olması gerekiyor. Ancak laboratuvarlarda bulunabilen çok güçlü mıknatıslar kullanarak olağan, zayıf diyamanyetik malzemeleri de havada asılı tutabilmek mümkün.