

## Sağlık ve Güvenlik

Ferro-akışkan çok dikkatlice tutulmalı ve sallanmamalı.

Test tüpü kesinlikle açılmamalı. Test tüpünün kırılması halinde ferro-akışkanı atık suya dökmeyin. Motor yağı gibi yok edilmesi gerekir.

Deriyle temas etmesi halinde, bol su ve sabun ile yıkayın.

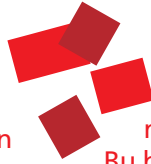
Test tüpü içindeki ferro-akışkan yanıcıdır.

## Bu deneyde ne oluyor?

Bu deney, nano ölçekte katı maddelerin özelliklerinin nasıl değiştiğini göstermeyi amaçlamaktadır.

Ferro-akışkan, manyetit nanokristallerin -yaklaşık 10 nm boyutlarındaki küçük mıknatısların- süspansiyonudur. Kristaller sürfaktan(sıvı moleküller arasındaki yapışkan kuvvetleri azaltan bir madde) denilen özel bir maddenin zaryla kaplıdır. Bu her bir nanokristali, yakın moleküllerin çekim kuvvetinden izole eder ve molekülleri bir araya yığılmaktan ve benzersiz katı bir yığın oluşturmaktan korur.

Etrafta mıknatıs yoksa ferro-akışkan molekülleri sıvı içinde serbestçe hareket eder. Mıknatıs olması durumunda ise, moleküller geçici olarak manyetize olur ve daha katı gibi hareket eder.

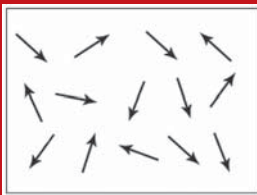


Mıknatıs uzaklaştırıldığında, moleküller manyetikliğini kaybeder ve ferro-akışkan tekrar manyetik olmayan sıvı gibi davranır.

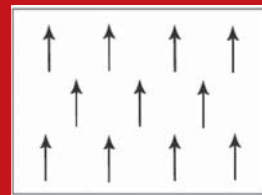
Bu harekete ya da davranışa paramanyetizm denir. Aslında ferro-akışkandaki tek nanokristaller rasgele yönlendirilmiştir ve sonuç olarak, akışkan net bir manyetizma sergilemez; ferro-akışkan sıvı bir mıknatıs değildir.

Dışarıdan bir manyetik alan uygulandığında nano moleküllerinin asıl rasgele dizilimi, çabucak alan çizgilerine hizalanır. Yani ferro-akışkan manyetik bir alana maruz kaldığında katı özellikleri gösteren sıvı bir maddedir.

Bu, her zaman manyetik durumda olan manyetit kumdan farklıdır.



Tüm nano molekülleri, manyetik alanın yokluğunda rastgele örgütlendiğinde, ferro-akışkan manyetik olmayan bir akışkandır.



Manyetik alanın yönü

Tüm nano molekülleri manyetik alanda bu şekilde dizildiklerinde, ferro-akışkan manyettiktir.

## Uygulamalar

Tepki gösteren bir ferro-akışkan oluşturmak, küçük molekülleri bir sıvıda karıştırmak kadar kolay değildir. Öncelikle parçacıklar çok küçük olmalıdır. Ferro-akışkan parçacıkları, manyetit maddeleri sadece ezerek ya da kazıyarak oluşturulamaz ama çözelti içerisinde çöktürülebilir.

Ferro-akışkanlar aslında 1960'larda NASA Araştırma Merkezi'nde, bilim insanları uzayda farklı sıvı yönetim yolları (özellikle akaryakıt) üzerinde çalışırken geliştirilmiştir. Uzayda yerçekimi olmadığından sıvı maddeler bardakta durmaz ya da bir alıcıdan diğerine dökülemez. Bilim insanları, hareket edebilen ve manyetik alan uygulanması aracılığıyla kontrol edilebilen yeni bir sıvıyı yapay olarak işleyebilmekteydiler.

Ferro-akışkanın özellikleri pek çok farklı uygulama için yararlıdır. Bilgisayar sabit bellek sürücülerinde ve diğer döner şaft motorlarda kullanılır. Ferro-akışkan ayrıca hoparlörlerde titreşimi azaltmak için kullanılır. Gelecekte, belki de ferro-akışkanı taşıyacak manyetik alanı kullanarak ilaç sağlamak üzere ve vücudun belirli bir bölgesindeki ilaç tedavisi için kullanılacaktır. Elektromıknatıs ve alıcıları kullanarak, ferro-akışkanın akışkanlığı dinamik olarak kontrol edilebilir: sporda, amortisörlerde etkin azaltmada ve lüks arabalarda kullanılır.

Bazı canlı organizmalar da manyetit nanokristalleri kullanırlar. Örneğin alabalıklar, göç sırasında yönlerini bulabilmek için, merkezi sinir sistemleriyle ilişki içinde olan özel hücrelerde bulunan manyetit kristalleri bir nevi pusula gibi kullanırlar. *Magnetotacticum bavaricum* bakterisi manyetit nanokristalleri üretebilmektedir.



## Aktiviteyi ya da tartışmayı yürütmek için öneriler

- Çocuklara ferro-akışkan hakkında ne düşündüklerini ve manyetit kum ile ferro-akışkan arasında ne fark olduğunu sorabilirsiniz
- Ferro-akışkanın ne gibi uygulamaları olabileceğini sorabilirsiniz

## Öğrenme hedefleri ya da okul müfredatı

- Manyetizmi göstermek
- Cismin makroskobik ve nanoskobik ölçeklerdeki farklı davranışlarını anlamak
- Bilim insanları ve mühendislerin nano ölçeğindeki cisimler üzerinde nasıl işlem gerçekleştirebildikleri hakkında fikir sahibi olmak