



Kimya dersi işlerken hocamız su sıfır derecede donmaya başlar demişti. Fakat bir süre sonra gene aynı hocamız, buz olan su, sıfır derecede erimeye başlar demişti. Bu durumda su tam sıfır derecede katı mı yoksa sıvı mıdır diye sordugumda bana sıfır derecenin başında katı sonunda ise sıvı olacağını söylemişti. (Buna göre sıfırın bir başı ve sonu mu vardır?) Ayrıca su sıfır derecede hangi haldedir? Katı mı, yoksa sıvı mı?

Muhammet Büyükkaya

Kimya hocanızın söyledikleri, yukarıda ifade ettiğin şekilde, tamamen doğru. Ve, elbette sıfırın bir başı ve sonu yok. Tam sıfır derecede su, hem katı hem de sıvı fazda bulunabilir. Bunun anlamı şu: bir bardağa sıfır derecede buz ile aynı sıcaklıkta sıvı su koyar ve bardağı da dışarıyla ısı transferi olmayacak şekilde yalıtırsanız, su ve buz beraber kararlı bir şekilde durur. Yani, ne buzun bir kısmı erir, ne de suyun bir kısmı donar. Sıvı ve katı miktarları zamanla değişmez. Yani, sıfır derece iki fazı birbirinden ayıran değil, bir anlamda "birleştiren" sıcaklık.

Bu olayda garip olan, ve sınırsam kafanı karıştıran şey şu: Normalde bir cisim ısıtırsak, yani dışarıdan cisme ısı verirse, cismin sıcaklığı bir miktar artar. Ama, sıfır derecedeki buz-su karışımında bu olmaz. Bu karışıma verdiğiniz ısı, buzun bir kısmının erimesi ve suya dönüşmesiyle sonuçlanır. Ama sıcaklık sürekli sıfır derecede kalır.

Böyle bir olayı mümkün kılan şey, buzun sıvı hale geçmek için "erime ısı" olarak adlandırdığımız bir ısıya ihtiyaç duyması. Buz için gram başına 80 kalori olan bu ısı, buzdaki su molekülleri arasındaki bağların kırılması için kullanılıyor. Bir gram suyun sıcaklığını 1 derece artırmak için 1 kalori ısı gerektiğini hatırlarsanız, bu bağ kırma işinin ne kadar ciddi olduğunu görebilirsiniz. Ortamın sıcaklığını değiştirmeyen bu ısıya, bu nedenden dolayı "gizli ısı" da deniyor.

Şimdi neden karışım ısıtıldığında sıcaklığının değişmediğini daha iyi anlayabiliriz. Buz-su karışımına bir miktar ısı verdiğimizizi düşünelim. Isının doğrudan sıvıya aktarıldığını ve dolayısıyla sıvının sıcaklığının sıfır derecenin üzerine çıktığını varsayalım (çünkü ısıtılan maddenin sıcaklığı artar). Buzun sıcaklığı sıfır derecenin üzerine çıkamaz. Bu nedenle, bardakta sıfır derecede buz ve biraz daha sıcak su beraber bulunacak. Farklı sıcaklıklarda olan iki madde arasında, sıcaktan soğuğa doğru bir ısı transferi olur. Yani, sıvıdan buza doğru bir ısı transferi olacaktır. Bu transfer sonunda buzun bir kısmı erir ve su ısı kaybettiği için, suyun sıcaklığı da düşer. Olay, su ve buz aynı sıcaklığa (yani sıfır dereceye) erişinceye kadar devam eder. Sonuçta, karışım dışarıdan nasıl ısı verirsiniz verin, sıcaklık eninde sonunda tekrar sıfır dereceye dönecektir. Benzer şekilde, bardaktan ısı aldığınızda, bir miktar su donar ve sıcaklık yine değişmez.

Bu olay, kışın üzeri donan göllerdeki canlı hayatının devamı için çok önemli. Dışarıda hava ne kadar soğuk olursa olsun, göldeki suyun tamamı donmadığı sürece gölün içindeki sıcaklık hiç bir za-

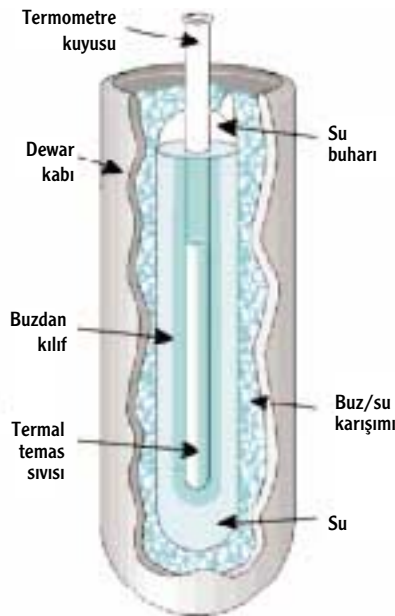
man sıfır derecenin altına inmez. Havanın çok soğuması, sadece buz tabakasının kalınlığı artırır, o kadar.

Aynı olay suyun kaynama noktasında da olur. Kaynayan suyu ne kadar ısıtırsanız ısıtın, sıcaklığını artıramazsınız. Sulu yemekler kaynamaya başladığında altını kısmanızın nedeni de bu. Yani, yemeğin altını açmak, bir başka deyişle, yemeğe ilettiğiniz ısıyı artırmak, sadece buharlaşan suyun miktarını artırır. Yemekteki et ya da sebzenin pişme süresi ortamın sıcaklığına bağlı olduğu için, yemeğin altını açmak pişme süresini kısaltmaz. Sadece, yemeğin suyunu kaybedip yanma riskini artırır.

Düdüklü tencereler bu pişirme engelini aşmak için icat edildi. Bildiğiniz gibi, basınç artarsa suyun kaynama noktası artar. Düdüklü tencereler, içindeki basıncın artmasına olanak sağladığı için, yemek suyu daha yüksek sıcaklıkta kaynıyor, yemek de daha çabuk pişiyor.

Aslına bakarsanız sıcaklığın, suyun donma noktasında 0°C, kaynama noktasında da 100°C olarak tanımlanmasının temel nedeni yine bu olay. Bir termometre üreticisi, aletin hangi konumda hangi sıcaklığı gösterdiğini anlamak için, sıcaklığını kesin olarak bildiği ortamlara ihtiyaç duyar. Yapması gereken, bir buz-su karışımı hazırlamak, buz ve suyun miktarlarında değişme olmayınca kadar beklemek, sonra termometreyi ortama koyup gösterdiği sıcaklığı işaretlemek. Aynı şeyi kaynayan su için yapar ve iki işaret arasında 100'e bölerse standart Celsius termometresini yapmış oluyor. En azından eskiden böyleydi.

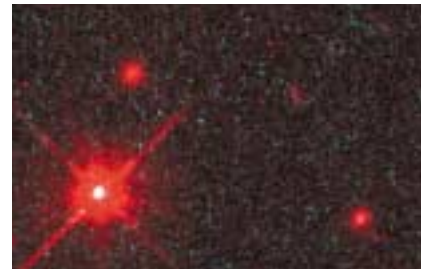
Basınç düştüğünde suyun kaynama derecesinin düştüğünü biliyorsunuz. Bu nedenle termometre üreticisi basıncın deniz seviyesindeki standart atmosfer basıncına eşit olduğundan emin olmak zorunda. Bugün kabul edilen temel sıcaklık standardı bu ihtiyaca cevap veriyor. Eğer basınç atmosfer basıncının % 6'sına kadar düşürülürse, suyun kaynama ve donma noktaları çakışır. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, bu basınçta ve 0.01°C sıcaklıkta buz, su ve su buharı aynı ortamda kararlı bir şekilde kalıyor. Üç değişik faz bir araya gelebil-



diği için basınç ve sıcaklığın bu özel değerine "üçlü nokta" deniyor.

Aynı nedenlerden dolayı üçlü noktadaki karışım çok kararlı. Üstelik, ışın içinde basıncın da sabit kalması var. Yani karışıma bir miktar ısı da verseniz, kabın hacmini de değiştirseniz, ne sıcaklık ne de basınç değişiyor. Uluslararası standartlar kurumu, saf suyun üçlü noktasındaki sıcaklığın 0.01°C (daha doğrusu 273.16 Kelvin) olarak tanımlanmasına karar vermiş. Bu, eski standarttan çok daha hassas bir tanım.

Işık bir dalga ise uzayda hiçbir maddenin olmadığı bir alandan (Boş bir yer olduğunu varsayalım) geçebilir mi? Kadir Korkmaz



Işığın bir dalga olduğu doğru ve bu boş bir uzaydan geçmesine engel değil. Bu soru 19. yüzyılın sonlarına doğru fizikçileri oldukça meşgul etmişti. Çünkü çevremizde gözlemediğimiz bütün dalgalar bir ortamda yayılıyor: Sudaki yüzey dalgaları su olmadan, havadaki ses dalgaları da hava olmadan var olamazlar. Bu nedenle, ışığın "esir" adı verilen henüz bilinmeyen bir ortamdaki dalgalar olduğu varsayılıyordu. Fakat, esir rüzgarının hızını, daha doğrusu Dünya'nın esir içinde hangi hızla yol aldığı sorusunun cevabını bulmaya yönelik deneylerin hepsi başarısız oldu. Bu nedenle, ışığın uzayda (boş ya da maddeyle dolu) herhangi bir ortama ihtiyaç duymadan yayılan bir dalga olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaya başladı. Bildiğiniz gibi, Einstein, bu sonuçtan yola çıkarak özel görelilik kuramını geliştirmişti.

Kanımcı temel sorun şu: Maddesel bir ortam üzerinde yayılmayan bir dalgayı kafamızda nasıl canlandıracağız? Sorun "böyle bir dalga var olabilir mi?" değil. Çünkü var olduğunu biliyoruz. Işık yayılırken uzayda elektrik ve manyetik alanlar oluşturuyor. Uzayın belli bir noktasında olan elektrik alan, "o noktaya bir yük yerleştirdik, o yük üzerine bir kuvvet uygulanacaktı" anlamına geliyor. Benzer şekilde manyetik alanın anlamı var. Bu alanlar bildiğimiz anlamda maddesel değişimler, ama var olduklarına eminiz çünkü enerji taşıyabiliyorlar. Işığın dalga özelliği bu alanların büyüklüklerinin zamana ve konuma göre tipik bir dalganinkine benzer şekilde değişiyor olmasından kaynaklanıyor. 19. yüzyıl fizikçileri, elektrik ve manyetik alanı esir ortamının bazı özellikleri olduğunu düşünüyorlardı. Bugün böyle düşünüyoruz. Yani, elektrik ve manyetik alan diye şeyler, başka bir ortama ihtiyaç duymadan varlar, fakat buna benzer bir şeyle günlük hayatımızda karşılaşmadığımız için hayalimizde canlandırmamız oldukça zor. Işık da bu elektrik ve manyetik alanların dalgalanmalarından oluşuyor.