



Sıfır derecede bulunan buz ve su aralarında ısı alışverişi olmadığı halde mikroskobik boyutta biliriz ki olaylar devam eder; su donar, buz erir, sistem dengededir. Denge makroskobik olaylar değildir, bu yüzden buz ve su kütlesi sabittir. Buna göre buradaki enerji aktarımı ısı değilse nedir? Yani mikroskobik boyutta bu dönüşümü sağlayan olay nedir?

Ekin Ercan

Açıkça belirttiğin gibi, dengede olan bir sisteme makroskobik ölçekte baktığımızda niteliksel ya da niceliksel herhangi bir değişim gözlemiyor. Buna karşın mikroskobik ölçekte her şey sürekli değişmektedir. Bu tip durumlara "dinamik denge" deniyor. Yukarıdaki örnekte, küçük bir miktar suyun donması ve başka bir yerde bir miktar buzun erimesi olayları tamamen mikroskobik ölçekteki hareketten kaynaklanıyor.

Olaylara şu şekilde bakalım. Molekül başına düşen ortalama enerjiyi düşünün. Bu ortalama değer, maddenin makroskobik durumu tarafından belirlenir. Yani, aynı makroskobik durumlar için molekül başına ortalama enerji aynıdır. Fakat bu bir ortalama olduğu için, doğal olarak



bazı moleküller daha fazla, bazıları da daha az enerjiye sahip olacaktır. Bu enerji fazlalığı ya da azlığı da moleküller arası çarpışmalarla bir molekülden diğerine aktarılır. Bu olay "ısı transferiyle" aynı şey. Tek fark, normal ısı transferinde sıcaktan soğuğa doğru bir enerji akımı varken, burada ortalama sıcaklığı sabit bir sistemde enerji akımı var. Kısacası "ısı transferi" mikroskobik hareketin doğal bir sonucu.

Bazen, enerjinin sürekli ve rastgele hareketi sonucu maddenin küçük bir bölgesinde ortalamadan fazla enerjiye sahip moleküller çoğunluğu elde edebilir. Bu durumda o bölgenin sıcaklığı, ortalamanın üzerine çıkacaktır. Kaçınılmaz olarak bu, başka bir bölgenin ortalamadan daha soğuk olması anlamına da gelir. Bölge ne kadar küçükse, rastgele süreçler sonucu çoğunluğu sağlamak o kadar kolay olduğu için, sıcaklıktaki oynamalar da o kadar büyüktür. Oynamaların büyüklüğü konusunda bir fikir edinmek için bir kaç sayı verelim. Bir mm^3 hacmindeki suyun sıcaklığı kabaca bir derecenin 100 milyonda biri kadar oynar. Bir cıvalı termometrenin haznesi bundan biraz büyük olduğu için ve çok hassas olmadığından sıcaklıktaki oynamaları ölçemeyiz. Buna karşın, kenarı 100 Angström olan hayali bir küpün içindeki suyun sıcaklığı 1 derece kadar oynayabilir. Eğer bu kadar küçük bir termometre yapabiliyorsanız, oynamaları rahatlıkla gözlemleyebilirsiniz.

Sonuç olarak, buzı eriten ve suyu donduran şey sıcaklıktaki oynamalar. Bu oynamalarla, ısı transferi arasında yumurta-tavuk ilişkisine benzer bir bağlantı var. Rastgele ısı transferi sıcaklıkta oynamalara yol açıyor, ortaya çıkan sıcaklık farkı da, doğal olarak, başka bir ısı transferine neden oluyor.

100 derecedeki su mu yoksa 100 derecedeki buhar mı daha çok yakar? Gökçe Deligöz

İlk bakışta sıcaklıkları aynı olduğu için, her ikisinin de aynı derecede yakıtı düşünülebilir. Ama doğru cevap bu kadar basit değil. Cevaplamamız gereken asıl soru, elimizi suya ya da buhara soktuğumuzda, hangi durumda daha çok ısı soğurduğumuzdur (yani birim zamanda ne kadar ısı enerjisi elimize geçer?). Bu da değişik faktörlere bağlı: Elin ve sıcak maddenin ısı iletkenliği, ısı sığaları ve miktarları gibi.

Buna en iyi örnek herhalde fırınlarda kullandığımız alüminyum folyolar. Folyo ile yemek aynı sıcaklıkta olmalarına rağmen, folyoya dokunabilirsiniz ama yemeğe değil. Bunun en önemli nedeni ince folyodaki madde miktarının çok az olması. Bu nedenle, çok az bir ısı transferiyle

folyonun sıcaklığı büyük oranda değişebilir. Buna karşın elimizdeki madde miktarı çok daha fazla olduğu için, elimizin sıcaklığı daha az değişir. Örneğin alüminyum folyo başlangıçta 100°C 'de, elimiz de 38°C 'deyse, folyoyu tuttuğumuzda el ve alüminyum 39°C 'de (diyelim) dengeye gelir. ısı transferi folyoyu büyük oranda soğuttuğu halde, elimizde yanıklara yol açacak derecede bir ısınma oluşmaz. Benzer şekilde, elimize bir damla kaynar su düşse bir şey olmaz, ama bir çaydanlık kaynar su hastanelik eder.

Yukarıdaki problemi de bu açılarından incelemek gerekir. Yanma derecesini belirleyen önemli bir faktör buhar fazında su molekülleri arasında büyük boşluklar olması. Havada bulunan diğer gazlar (oksijen ve azot) aynı sıcaklıkta olduğu için, bunları da hesaba katmamız gerekir, ama bu sonucu değiştirmez: Gaz fazında birim hacim başına düşen madde miktarı daha azdır.

Bu da buharın yakma etkisini azaltır.

Buna karşın ikinci bir faktör buharın yakma etkisini artırabilir. Bildiğiniz gibi bir gram suyu buharlaştırmak için 540 kalori ısı gerekir. Bu değeri bir gram suyun sıcaklığını bir derece artırmak için gerekli ısı olan 1 kaloriyle karşılaştırın. Yani, suyun sıcaklığını artırmak için vermemiz gereken ısının kat kat fazlası sadece buharlaştırmak için gerekli. Doğal olarak, buhar yoğunlaştığında aynı miktar ısı dışarıya verilir. Bu nedenle, eğer su buharı elimizde yoğunlaşıyorsa, bu ısı da elimiz tarafından soğurulacaktır. Sayılarla ifade etmek gerekirse, eğer 38°C 'deki elimizde bir gram su yoğunlaşırsa (bu oldukça büyük bir miktar), kabaca 62 kalori buharın soğumasından, 540 kalori de yoğunlaşmadan dolayı elimize aktarılır. Buna karşın, aynı miktar kaynar su sadece 62 kalorilik ısı verebilir.

Yukarıdakilere ek olarak bir de ısı iletkenliğini incelemek gerekir (birim zamanda transfer edilen ısı miktarı). ısı iletkenliği genel olarak sıvılarda daha yüksek. Bu nedenle su aynı miktar ısıyı buhara kıyasla daha çabuk aktarabilir. Bütün bu faktörleri göz önüne aldığımızda hangi etkinin daha ağır basacağını hemen söylemek zor. Büyük bir olasılıkla doğru cevap daha başka faktörlere de bağlı (buharın yoğunluğunu artıran dış hava basıncı gibi). Ama en azından en çok karşılaştığımız durum için son sözü söyleyebilirim. Bir çaydanlıkta kaynayan su için: Elimi çıkan buharın içinde bir kaç saniye tutabiliyorum, ama suyun içine daldırmaya cesaret bile edemiyorum. O halde su, buhardan daha çok yakıyor olmalı.

