



[...] Suyun kaynama derecesi 100 derece olarak bilinmesine karşılık nasıl oluyor da yere dökülen su 20-25 derece hava sıcaklığında buharlaşıyor? (Yani bir anlamda kaynıyor) [...]
Kadir Kokmaz - Tekirdağ

Sıvıları, değişik hızlarda hareket eden moleküllerden oluşan, fakat moleküller arası çekim kuvvetlerinin etkisiyle bir arada tutulan bir kütle olarak düşünüyoruz. Doğal olarak bu moleküllerden bazıları yavaş, bazıları da hızlı hareket ediyor. Sıvının yüzeyine yakın yerlerde normalden çok daha hızlı hareket eden bazı moleküller, bu hızın etkisiyle diğerlerinin çekim kuvvetini yenerek sıvıdan dışarıya kaçabiliyor. Yani molekül, diğer moleküllerle bağlarının olduğu sıvı halden, böyle bir bağın olmadığı gaz haline geçiyor. Buharlaşma olarak adlandırdığımız olay bu.

Bu nedenle buharlaşma, moleküllerin kaçabileceği gaz halinde bir ortam olduğu sürece mümkün ve sadece sıvılara özgü bir olay değil: Katılar da buharlaşır. Naftalin ve sabun en iyi bilinen iki örnek ama bütün katılarda bu mümkün. Maddeler arasındaki tek fark, buharlaşma hızında.

Buharlaşma hızı iki faktöre çok bağlı: sıcaklık ve yüzey alanı. Maddenin sıcaklığı arttığında, moleküllerin ortalama hızı da arttığından, yüzeyden kaçabilen molekül sayısı artar ve buharlaşma hızlanır. Örneğin, kışın yere dökülen su, birkaç saatte buharlaşıp kaybolurken, yazın aynı miktar su belki yarım saatte buharlaşacaktır. Son olarak, sıvının yüzey alanının genişletilmesi buharlaşma hızını artırır: Yere dökülen su, bardaktakinden daha çabuk yok olur.

Bir de buharlaşmanın tam tersi olan olay var: yoğunlaşma. Burada da gaz ortamdaki moleküller sıvı yüzeyine çarparak sıvıya katılır. Yoğunlaşma hızının bağlı olduğu iki faktör önemli. Sıvının yüzey alanı ve hava içindeki buharın miktarı (ya da basıncı). Doğal olarak gaz halinde ne kadar fazla buhar molekülü varsa, yoğunlaşma da o derecede hızlı olur.

Buharlaşma ve yoğunlaşma, beraber yürüyen olaylar. Bir bardak suyu bir yere bıraktığımızda, bardak içindeki suyun miktarı artabilir ya da azalabilir. Bu, buharlaşmanın mı yoksa yoğunlaşmanın mı daha hızlı olduğuna bağlı. Çoğunlukla havada yeterli kadar su buharı bulunmadığı için buharlaşma daha hızlıdır ve bardak içindeki su seviyesi azalır. Ama, örneğin, bol sıcak sulu bir banyo yaptıktan sonra havada normalden çok daha fazla su buharı olduğu için bu durumda yoğunlaşma çok daha hızlıdır ve banyoda duran bir bardak

içindeki suyun seviyesi artar. Hatta yoğunlaşma sadece sıvı suyun olduğu yerlerde değil, banyonun duvarlarında bile oluşabilir.

Buharlaşma hızının, yoğunlaşma hızına eşit olduğu duruma "denge" deniyor. Denge, bardaktaki su seviyesi gibi gözlemlenebilir şeylerin zamanla değişmediği durumları anlatmak için, günlük dilde kastedtiğimizden daha geniş anlamlarda sıkça kullanılan bir sözcük. Eğer bir sıvı (ya da katı) ile buharı denge halindeyse, buharın (kısmi) basıncına teknik literatürde "buhar basıncı" deniyor. Yanlış anlamayı ortadan kaldırmak için biz buna "denge halindeki buhar basıncı" diyeceğiz.

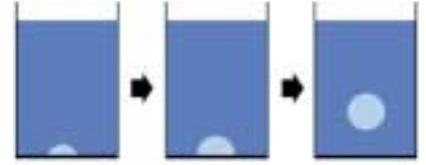
Örneğin 38°C sıcaklıkta bu basıncı 0,065 atmosfer. Bir başka şekilde ifade etmek gerekirse, havadaki su moleküllerini toplam moleküllerin %6,5'inden azsa, böyle bir ortamda buharlaşma daha hızlıdır. Islak her şey, eninde so-



nunda kurur. Su kaplarının ağzları açıkça, içindeki su azalır, vs. Ama, eğer havadaki su molekülleri sayı olarak %6,5'ten fazlaysa, o zaman o ortamdaki her şey nemlenir. Ağız açık kapların içindeki su miktarı da artar.

Tartışmayı neden buhar basıncına getirdiğimize gelince, kaynama olayını anlamak için bu kavramı kullanmamız gerekiyor. Çünkü dengedeki buhar basıncının değeri, sıcaklıkla oldukça hızlı bir şekilde artıyor ve 100°C'de tam tamına 1 atmosfer değerine erişiyor. Kaynamanın da tam bu sıcaklıkta olması bir tesadüf değil. Herhangi bir karışıklığı önlemek için 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda da buhar basıncının var olduğunu eklememiz lazım (150°C'de bu basıncı 4,7 atmosfer).

Şimdi gelelim neden suyun 100°C'de kaynadığına. Bir çaydanlık suyu alttan ısıttığımızı düşünelim. Kaynama için, suyun daha sıcak olan en dip noktasında bir buhar kabarcığının oluşması lazım. Kabin dibinde kabarcıkların oluşması oldukça karmaşık bir konu (çoğunuz kabarcıkların, kabin yalnızca belli noktalarından yükseldiğine dikkat etmişsinizdir). Onun için burada kabarcıkların nasıl ortaya çıktığından bahsetmeyeceğiz. Yalnızca bir kabarcık oluştuğundan sonra meydana gelen olayları tarif etmeye çalışacağız.



Bir buhar kabarcığının büyümesi ve yükselmesi

Öncelikle, kabarcıklar tümüyle su buharından oluşur; yani içinde oksijen, azot gibi normal hava molekülleri yoktur. İkinci olarak, kabarcıktaki buharın gerçek basıncı, tümüyle dışarıdaki atmosfer ve suyun yüksekliği tarafından belirleniyor. Çaydanlık örneğinde bunu 1 atmosfer olarak düşünebiliriz. Kısacası kabarcıktaki buharın gerçek basıncının suyun sıcaklığıyla ilgisi yok.

Şimdi kabarcık çevresindeki bölgede suyun ve buharın sıcaklığının 99°C olduğunu varsayalım.

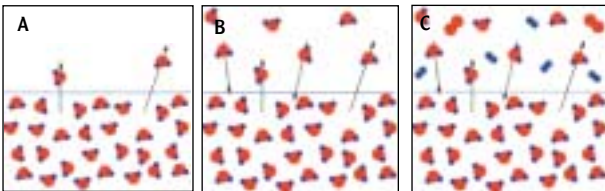
Bu durumda, 'denge halindeki buhar basıncı' 0,96 atmosfer. Yani, kabarcık içinde 'denge' için yeterli miktarda daha fazla buhar var. Bu durumda, yoğunlaşma buharlaşmadan daha hızlı olacak, kabarcık içindeki buhar sıvıya dönüşerek kabarcığın küçülmesine ve yok olmasına neden olacaktır: Yani, 100°C'nin altında bütün kabarcıklar yok olur.

Şimdi de kabarcığın bulunduğu bölgedeki sıcaklığın 101°C olduğunu varsayalım. Bu durumda 'denge halindeki buhar basıncı' 1,04 atmosfer. Yani kabarcık içinde denge için gerekenden daha az buhar var. Böyle bir durumda buharlaşma, yoğunlaşmadan daha hızlı olur ve kabarcık genişler: Yani, 100°C'nin üstünde bütün kabarcıklar büyür.

Kısacası, 100°C kabarcıkların büyüme yönünde dengesizleştiği bir dönüm noktası oluşturuyor. Kabarcıklar belirli bir büyüklüğe eriştikten sonra suyun kaldırma etkisi altında yükselmeye başlar. Bundan sonra iki olası durum var. Eğer çaydanlığın üst taraflarındaki su soğuksa, kabarcık buraya erişince hızla küçülür ve gürlütle çıkarak yok olur (tıslama). Fakat, üst taraftaki su yeterli kadar sıcaksa, kabarcık suyun yüzeyine kadar çıkarak içindeki su buharını havaya karıştırır (fokurdama).

Kaynama sıcaklığının atmosfer basıncına bağlı olması işte bu yüzden. Yüksek dağlarda atmosfer basıncı daha az olduğu için kaynama daha düşük sıcaklıkta gerçekleşir; derin madenlerde ya da düdüklü tencerelerdeyse daha yüksek sıcaklıklarda.

Özetle söylemek gerekirse kaynama için şu üç şartın sağlanması gerekiyor. 1) Yerçekimi olacak, 2) Ağız açık kaptaki sıvı alttan ısıtılacak, ve 3) Bir atmosfer olacak. Buharlaşmaysa bütün koşullarda gerçekleşir. Günlük hayatımızda bu üç koşul doğal olarak sağlanıyor, ama bunlardan herhangi birinin eksik olduğu durumlar oluşturmak mümkün. Örneğin uydulardaki ağırlıksız ortamda ya da bahsedilmeye bile değmeyecek kadar ince bir atmosferi olan Ay'da. Buralarda da su buharlaşır ama 'kaynama' ya olmaz ya da farklı bir şekilde olur. Örneğin bir tahmin yürütmek gerekirse, Ay'da su ısıtılmaya ihtiyaç göstermeden fokurdamaya başlar ve bu olay su tümüyle donuncaya kadar devam eder. Yani Ay, çay içmek için hiç iyi bir yer değil. Dünya'nın değerini bilin!



A) Buharlaşma: sıvıdan molekül kaçıışı. B) Denge: Buharlaşan ve yoğunlaşan moleküllerin sayısı eşit. C) Gaz içinde farklı moleküllerin olması denge halini fazla değiştirmez.