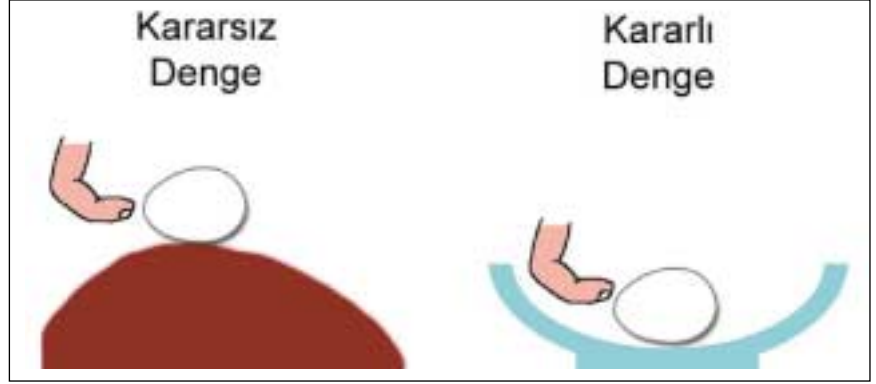




- 1) Tuzlu su dolu bir kaptan yuzen bir buz var. Suyun ve ortamın sıcakligi sifir derece. Buz erir mi?
 - 2) Buzla suyun dengede olduğu bir kaba piston takip buzlu su uzerindeki basinci artirirsak buz erir mi? (Sicaklik sabit.) Boyle sorular OSS hazirlik kitaplarinda cikiyor ve yanlis, akil kurcalayan cevaplar veriliyor. Bizi aydinlatirsanız sevinirim.
- Oğuz Ketenci-Kars

Gerçi bu seneki OSS için biraz geç, ama bir çok kişinin ilgilenebileceği sorular oldukları için cevaplamaya değer. Bu tip problemlere değişik açılardan yaklaşmak mümkün, ama bizi çözüme götüren en basit yöntem Le Chatelier ilkesi. 1884 yılında bir Fransız endüstriyel kimyacı olan Henri Louis Le Chatelier'in en genel şekilde ifade ettiği ilke, "dengede olan bir sisteme dışarıdan bir etki uygulanırsa, sistem etkiyi azaltacak yönde tepki verir" der. Sadece ifadeye bakarak anlaşılmasının zor olmasına karşın, birkaç örnek gördükten sonra çok sayıda değişik duruma uygulayabileceğimiz oldukça kullanışlı bir ilke bu.

Öncelikle buradaki "denge" kelimesinin, bir sistemin kendi başına bırakıldığında zamanla değişmemesi anlamına geldiğini belirtelim. Örneğin kafanızın üstüne bir yumurta koyar ve düşürmeyecek şekilde kendinizi ayarlıyorsanız, o yumurta dengededir. Eğer yumurtayı yuvarlak bir kabin içine koyarsanız, yumurta yine dengededir. Dolayısıyla denge, zamanla değişmemeye gibi basit bir anlam içeriyor. Fakat, kafanız üzerindeki yumurtayla kaptaki arasında çok önemli bir fark var. Kafanız üzerindeki birisi hafifçe iterse, yumurta aşağıya yuvarlanıp düşecektir. Dengede olan bir sistemde, çok küçük oynamalar sonrasında büyük değişimler gözleniyorsa, bu tip durumlara "kararsız denge" deniyor. Buna karşın kaptaki yumurta "kararlı denge" durumunda: Hafifçe ittiğinizde yumurta çok az yer değiştirir, parmağınızı çektiğinizde de tekrar eski konumuna döner.



Olayları dışarıdan gelen etki ve sistemin buna tepkisi bağlamında inceleyerek karşımıza şöyle bir resim çıkar: Kafamızdaki yumurtayı ittiğimizde, yumurta ittiğimiz yönde giderek artan miktarda yer değiştirir; yani tepki ile etki aynı yönde. Buna karşın kaptaki yumurtayı ittiğimizde, kabin eğiminden dolayı yumurtayı ters yönde iten bir tepki oluşur; yani, tepki etkiye ters yönde. Dolayısıyla kararlı ve kararsız denge durumlarını, tepkinin etkiye göre yönü açısından ayırt edebiliriz.

Kararsız denge durumunu elde etmek oldukça zordur. Bu nedenle, doğada bunların örneklerini görmek pek mümkün değil. Le Chatelier ilkesi işte bu gerçeği ifade ediyor. Doğada gördüğümüz zamanla değişmeyen hemen her şey kararlı denge durumunda. Dolayısıyla bunların dışarıdan gelen etkilere verdikleri tepki, etkiye ters yönde olmalı.

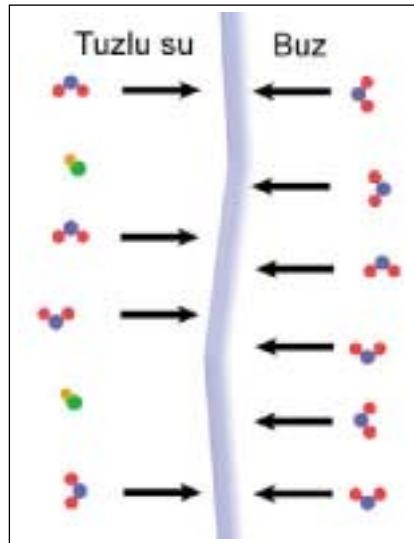
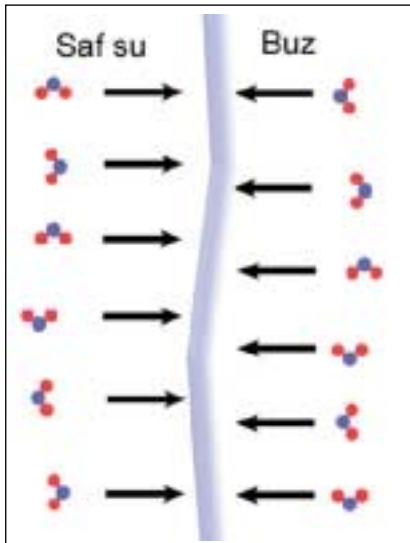
Birinci problemle başlayalım. Önce, tam sıfır derecede saf su ile buzun bir arada olduğu bir kap düşünelim. Bu sistemin dengede olduğunu biliyoruz. Kap dışarıyla ısı alışverişinde bulunmadığı sürece, kaptaki su ve buz miktarları zamanla değişmez. Şimdi suya biraz tuz ekleyelim. Suyun yarattığı en önemli değişiklik sıvı ortamdaki suyun derişimini azaltması: Yani bir litre sıvıdaki su moleküllü sayısı şimdi daha az. Le Chatelier ilkesine göre sistemin bu değişime tepkisi, suyun derişimini artırmak yönünde olacaktır. Dolayısıyla buzun bir kısmı erimeye başlar.

Ne yazık ki, Le Chatelier ilkesi problemi çözmemizi sağlamasına karşın, bu sistemde neler

olup bittiği konusundaki anlayışımızı derinleştirmez. Tam olarak ne olduğunu anlamak için, sıfır derecedeki saf su ile buzun dengede olduğu duruma geri dönelim. Biz fark edemesek de, su-buz sınırında mikroskobik donma-erime olayları sürekli devam eder. Sıvı haldeki bazı moleküller katı haldeki buza çarpar ve bunlardan bazıları katıya eklenerek buz miktarını artırır. Bunun tersine, katı örgüsündeki bazı moleküller yeterli enerji kazanarak sıvı hale geçer. Denge durumunda olan su-buz karışımında bu iki olay aynı hızla devam eder. Yani bir saniye içinde ne kadar sıvı buz haline geçiyorsa (donuyorsa) aynı süre içinde o kadar buz sıvı hale geçmeli (erimeli). Bu duruma dinamik denge de deniyor. Suya tuz eklenmesi, buza çarpan su moleküllü sayısını azaltır. Bu da donma hızının düşmesine neden olur. Buza çarpan tuz moleküllerininin, su moleküllerinden oluşan ağ örgüsüne kolayca giremedikleri için donma hızına katkıları yoktur. Buna karşın, buzdan sıvıya doğru olan erime hızıysa değişmez. Bu nedenle, yani daha fazla molekül katıdan sıvıya geçtiği için, buz gözle görülür oranda erir.

Buradaki en ilginç nokta, yukarıdaki mantık yürütmenin hiç bir yerinde suyun ya da tuzun herhangi bir özelliğini kullanmamamız. Dolayısıyla aynı sonuç diğer maddeler için de geçerli olmalı (örneğin tuz yerine şeker aynı sonucu verir). Yukarıdaki tartışmadan çok daha değişik bir başka sonuç çıkarabiliriz: Tuz, suyun donma noktasını düşürür. Çünkü kaptaki buzun erimesi dışarıdan ısı alan bir olaydır; bu nedenle de tüm kabin sıcaklığı düşer. Sıcaklığın, tuzlu suyun donma noktasına kadar düşmesi gerekir. Bu sıcaklığa erişildikten sonra da tuzlu su ve buz denge konumuna gelir. Yine benzer bir mantık yürütmeyle, suya atılan tuz, şeker vb. maddelerin kaynama noktasını artırdığı sonucunu çıkarabilirsiniz.

İkinci problemdeyse sadece suya özgü bir özelliği kullanmamız gerekir. Buz eridiğinde hacmi azalır ya da buzun yoğunluğu suyunkinden azdır. Su-buz karışımının basıncı artırıldığında, karışım bu basıncı azaltacak yönde harekete geçmeli. Bunun tek yolu, bir miktar buzun eriyerek toplam hacmi azaltması. Dolayısıyla bu durumda da bir miktar buz erir. Yine yukarıdakine benzer bir akıl yürütmeyle buradan "basıncı artarsa suyun donma noktası düşer" sonucunu çıkarabiliriz. Sadece suyun bu özelliği sahip olduğunu belirtelim. Su dışındaki maddelerin hemen hepsinin erime noktaları basınçla artar, çünkü eridiklerinde hacimleri artar.



"Suya eklenen tuz, sıvıdan katıya geçen molekül sayısını azaltır."