

? Tamamen sıvı dolu kapalı bir sabit hacimli kap içerisinde tabana ipe bağlanmış bir balon var. Balonun ipini kestikten sonra balon kabın üst tarafına çıktığında balonun hacmi ve basıncı nasıl değişir? "Balon yukarı doğru gideceğinden dolayı üzerindeki sıvı basıncı azalacağından balonun basıncı sıvı basıncına eşit olmak ister ve basıncı azalır" gibi düşündüğümüzde $p.V = n.R.T$ bağıntısından hacmin artması gerekir. Ama sıvılar sıkıştırılmadığından hacmin değişmemesi gerekmiyor mu? **Ahmet Kiran**



lamak gerekiyor. Örneğin, denizin yüzeyinin 10 km altında (ki okyanuslardaki en derin yerler kabaca bu derinliktedir), ortamın basıncı kabaca 1000 atmosfer kadardır. Bu durumda, yukarıdaki orandan hareket ederek bu kadar büyük basınç altında bile suyun sadece kabaca % 4 oranında sıkıştığını buluruz. Aslında bu sıkışmanın bizim için bir önemi var. Eğer bu sıkışma olmasaydı, denizler bugünkü seviyeden 40 metre daha yukarıda olurdu. Dikkat edilmesi gereken nokta, denizin 10 km derinindeki basınç değerlerine günlük hayatta karşılaşmanın mümkün olmaması. (Ama, laboratuvarlarda bundan çok daha büyük basınçları elde etmek mümkün).

Dolayısıyla, "sıvılar/katılar sıkıştırılmaz" ifadesini şu şekilde yorumlamak gerekir: Basıncı ne kadar artırırsak artıralım, bu basınç günlük hayatta karşılaşabileceğimiz tipik değerler olduğu sürece sıvı ve katıların hacmindeki değişimi ihmal edebiliriz. Verdiğiniz örnekte, balon yukarı çıktığında bir miktar genişliyor (fark edemeyeceğimiz kadar küçük bir oranda) ve dolayısıyla su da bir miktar sıkışıyor (yine fark edilemeyecek

bir oranda). Hatta, duvarların bir miktar eğilmesiyle kap da bir miktar büyüyor (kabın sağlam olduğunu varsayarsak bu da çok küçük bir oranda). Buna karşın, basınç yüksek diyebileceğimiz bir oranda artıyor. Çünkü suyu bu kadar küçük oranda sıkıştırabilmek için basıncın bize göre büyük miktarlarda değişmesi gerekir.

Sayısal değerler vererek örneklersek: Kabın 10 metre yüksekliğinde olduğunu varsayalım. Bu durumda kabın dibindeki basınç, tepesindekinden 1 atmosfer fazladır (çünkü her 10 metre derine indiğimizde basınç 1 atmosfer artar). Suyun kap içinde zaten bir miktar sıkışmış olduğunu varsayalım. Örneğin, başlangıçta kabın tepesindeki basınç 5 atm, dolayısıyla dibindeki basınç da 6 atm. Olacaktır. Öyleyse dipteki balon 6 atm. basınç altında. İpi kestik ve balon yükselerek en tepeye ulaştı. Balonun bu süreçte ısınmadığını, dolayısıyla aynı sıcaklıkta kaldığını varsayalım. O zaman, balonun fark edilemeyecek kadar çok az genişlediği için, üzerindeki basınç yine aynı olmalı. Bu durumda, kabın tepesindeki basınç 6 atm., dibindeki de 7 atm. olacaktır. Yani, balonun yükselmesi suyun her yerindeki basıncı 1 atm. artırmış durumda. Neden basınç artıyor? Çünkü balon suyun biraz daha sıkışmasını sağlıyor. Su ne kadar sıkışıyor? Sıkıştırılabilirlik oranına göre hacmi 100.000'de 4,6 oranında azalıyor. Balon ne kadar genişliyor? Bunu hesaplamak için, kabın esneme payını, kabın hacmini ve balonun ilk hacmini bilmek gerekiyor. Ama, eğer kap çok büyük, balon da çok küçük değilse, balonun genişlemesinin ihmal edilebilecek kadar küçük olduğunu (dolayısıyla verdiğimiz çözümün yaklaşık geçerli olduğunu) tespit edebilirsiniz.

Karışıklık, "sıvıların sıkıştırılmaz" olmasını kesin bir yargı saymaktan kaynaklanıyor. Halbuki, buradaki "sıkıştırılmaz" ifadesi sadece, pratikte karşılaşılabileceğimiz durumlarda sıkışmanın ihmal edilebileceğini söylüyor. Aslına bakarsanız, sıvı veya katı olsun bütün maddeler sıkıştırılabilir. Ama bunları gözle fark edebileceğimiz derecede sıkıştırabilmek için olağanüstü büyük basınçlar, günlük hayatımızda karşılaşmamızın imkanı olmayacak derecede büyük basınçlar uygulamak gerekir.

Örnek olarak suyu ele alalım: Suyun üzerindeki basıncı 1 atmosfer artırırsak, hacmi sadece 100.000'de 4,6 oranında azalır. Biz bu kadar küçük oranda bir sıkışmayı fark edemeyiz ama hassas ölçüm aletleriyle bu oranı (sıkıştırılabilirlik) ölçmek mümkün. Suyu daha büyük oranda sıkıştırabilmek için çok daha büyük basınçlar uygu-

Yarı iletken malzemelerde sıcaklık arttıkça dirençlilik azalıyor. İletkenlerde ise sıcaklık arttıkça dirençlilik artıyor. Bunun sebebi nedir?

Faik Öztürk

Katılardaki elektronları iki gruba ayırabiliriz. Bunlardan birincisi, bir atoma (veya moleküle) bağlı olup oradan ayrılmayan valans elektronları. İkincisi de, tek bir atoma bağlı kalmayıp, oradan oraya dolaşan serbest elektronlar. Elektrik iletkenliği, doğal olarak, serbest elektronlar tarafından sağlanır. Katıya bir gerilim uygulandığında, valans elektronları buldukları yerde kalmaya devam ederler. Buna karşın, serbest elektronlar katı içinde oluşan elektrik alanın etkisiyle sürüklenirler ve bildiğimiz elektrik akımına yol açarlar.

İletkenlerde, sıcaklık ne olursa olsun, mutlak sıfırda bile, bol miktarda serbest elektron vardır; dolayısıyla bunlar her gerilim altında akım oluşturur. Serbest elektronlar, katının kristal ağındaki düzensizliklere (yabancı bir atom veya yerli bir atomun bulunması gereken ortalama konumdan uzaklaşması) çarparak yollarından saptıkları için, bu düzen-

sizlikler direnci artırıyor. Artan sıcaklıkla, katının atomlarının ısı enerjisi artar ve bu da daha çok saçılmaya, yani daha çok dirence yol açar.

Yalıtkanlarda bütün elektronlar valans elektronudur; dolayısıyla bunlarda akım meydana gelmez. Yarı-iletkenlerde aslında yalıtkanlardır (en azından en düşük sıcaklık olan mutlak sıfır noktasında). Yani bunların da bütün elektronları valans elektronudur. Ama, bu elektronları dışarıdan küçük bir miktar enerji vererek serbest hale geçirmek mümkün. Yani, az bir enerjiyle bu elek-

tronlar, bağlı oldukları atomlardan ayrılarak katı içinde serbestçe dolaşmaya başlıyorlar. Bir çok tipik yarı-iletken söz konusu enerji, katının taşıdığı ısı enerjiden (atomların rasgele hareketi şeklinde görünen enerji) sağlanabiliyor. Dolayısıyla katının sıcaklığını artırdığımızda, ortamda daha çok ısı enerjisi olduğu için, daha çok sayıda elektron serbest hale geçiyor. Kısacası, yarı-iletkenlerde sıcaklığın artmasıyla, serbest elektronların sayısı artıyor. Daha çok sayıda elektron iletime katıldığı için de, sıcaklık arttıkça iletkenlik artıyor (direnç azalıyor).

Peki, sıcaklığın artması yarı-iletkenlerdeki elektronların saçılmasını artırıyor mu (metallerde olduğu gibi)? Aslında artırıyor, ama serbest elektron sayısındaki artış bundan çok daha baskın. Bu nedenle toplam iletkenliğin arttığını görüyoruz.

Metallerde artan sıcaklık valans elektronları serbest hale geçirmiyor mu? Evet, metallerde de bazı valans elektronları serbest hale geçiyor ama ortamda zaten bol miktarda serbest elektron olduğu için bunların sayısındaki artış oransal olarak ihmal edilebilecek kadar küçük kalıyor. Dolayısıyla saçılmanın sıcaklıkla artması, direncin davranışını belirlemede daha baskın bir rol oynuyor.

