



**Benim merak ettiğim konu şu: Gaz tanecikleri her yöne doğru gelişigüzel doğrusal hareket ediyorlar ve buldukları kabı tamamen dolduruyorlar diye biliyorum. Öyleyse kapalı bir kapta bulunan gaz taneciklerinin kabın dibine çökmesi gibi bir şey olmamalı diye düşünüyorum. Sonuçta gaz taneciklerinin difüzyonu diye bir şey var. Fakat havadan ağır bir gazın yere inmesi diye bir cümle kuruluyor ben bunu anlamıyorum. Tamam gazların özkütlesi var ama taneciklerin bir yere yığılması gibi bir şey olabilir mi? Çiğdem Berber**

Havadan yoğun gazlar yere inebilir, en azından bir süreliğine. Verdiğiniz bilgiler arasındaki görünüşte çelişkiyi ortadan kaldırmak için bir şekilde "zaman" faktörünü göz önüne almamız gerekiyor. Öncelikle, yoğunluğu yüksek olan gazların yere inmesi olgusunun, herkesin çok iyi bildiği "sıcak hava yukarıya çıkar, soğuk hava da aşağıya iner" kuralıyla çelişmediğini belirtelim. Bu kuralı da geçerli yapan sadece yoğunluk olduğundan, aynı mantığın bahsettiğin olguya da uygulanmaması için bir neden yok. Fakat bu kuralın geçerli olabilmesi için, söz konusu gazın en azından bir süreliğine atmosferdeki gazla karışmaması gerekir. Tipik örnek balonlar: İçerideki sıcak hava veya helyum, dışarıdaki atmosferle karışmadığı için kaldırma kuvvetinden uzun süre yararlanılabiliyor.

Gazların iki temel karışma mekanizması var. Bunlardan birincisi moleküllerin rasgele hareketleri nedeniyle ortaya çıkan difüzyon (yayınım). Difüzyonda, çarpışmalar nedeniyle moleküller zikzaklı yollar izler. Bu nedenle, belli bir mesafe kat eden bir molekülün, bir sonraki çarpışmadan sonra tam tersi yönde hareket etme olasılığı vardır. Moleküllerin hızları oldukça büyük olduğu için (saniyede 500 metre kadar), difüzyon küçük mesafelerde oldukça hızlı işleyen bir süreç. Örneğin, canlı hücrelerinin içindeki madde taşınmasında difüzyon çok etkili. Ama, büyük mesafeler



söz konusu olduğunda, moleküllerin çarpışmalar sonucu geri dönmesi nedeniyle difüzyon oldukça yavaş işler. Örneğin, havadaki tipik bir molekül 1 saniyede kabaca 1 cm yer değiştirir. Difüzyon hareketinde genel kural şu: Geçen zaman, alınan mesafenin karesiyle doğru orantılıdır. Yani, moleküllerin 10 cm uzağa ulaşabilmesi için, kabaca 100 saniye geçmesi gerekir. Dolayısıyla, metreler veya kilometreler söz konusu olduğunda, difüzyon çok yavaş işleyen bir süreç.

Bu da bizi ikinci karışma mekanizmasına getiriyor, yani türbülans. Türbülans, hareket eden akışkanlarda belli koşullarda ortaya çıkıyor. Türbülans, akışkanın hızının büyüklüğü ve yönü, kısa mesafelerde büyük oranda değişiklik gösterir. Bu hareketin en iyi örneği sigara dumanı: Önce yukarı doğru düz bir sütun şeklinde çıkan bir düzgün akış bölgesi görürüz. Sonra, bu hareket bir noktada yerini karmaşık türbülans hareketine bırakır. Bir başka örnek de suya hazır kahve atmanızda veya bunu kaşıkla karıştırdığınızda gö-

rülen hareket. Sadece türbülans hareketiyle iki farklı gazın tam anlamıyla bir karışması gerçekleşmez. Daha çok ebru desenlerindeki boyalar gibi, gazlar hacimlerini koruyarak girift şekillere girer. Fakat, bu aşamada gazların kapladığı bölge çok incelendiği için, difüzyon devreye girer ve hızlı bir şekilde tam anlamıyla karışmayı gerçekleştirir.

Bu iki mekanizmayla karışmanın gerçekleşebilmesi için belli bir süre gerekiyor. Bu sürenin ne kadar olduğu, doğal olarak havanın rüzgarlı olup olmamasına bağlı. Ama, en azından bu süre boyunca havadan yoğun olan gazlar yere çöker.

Konuyla ilgili bir başka soru şu: Tam olarak karışmış gazlarda ağır moleküllerin yere daha yakın olması söz konusu olabilir mi? Örneğin hava: Azot molekülleri mol başına 28 gram ağırlığında, oksijen molekülleri ise 32 gram. Bu nedenle, oksijen molekülleri aşağıya inip, azot molekülleri de yukarı çıkabilir mi? Aslında gazlarda böyle bir eğilim var, yani yerçekimi kuvvetinin etkisiyle, gaz molekülleri yere daha yakın yerlerde daha çok miktarda bulunuyorlar. Atmosfer basıncının yükselti ile değişmesi de bu nedenle. Yine aynı nedenden dolayı, molekülleri daha ağır olan gazlar da yere daha yakın olan yerlerde daha yüksek oranda bulunma eğilimindedir. Yani, sadece oksijen veya sadece azottan oluşan tabakalar yok, ama bunların birbirlerine sayıca oranı yükseltiye bağlı. Atmosfer için bu oldukça zayıf bir etki. Örneğin, oksijen-azot oranının yüzde bir oranında azalması için yaklaşık 600 metre yukarı çıkmanız gerekiyor.

Atmosferde yapılan ölçümler ise bu kadar zayıf bir ayrışmanın bile olmadığını gösteriyor. Yerden yaklaşık 80 km yukarıya kadar olan atmosfer tabakasında, oksijen ve azot oranları yükseltiye bağlı olmayıp homojen bir dağılım gösteriyor: Kuru hava için, hacimce % 78.084 oranında azot, % 20.946 oranında oksijen ve daha küçük miktarlarda diğer gazlar. Bu homojenlikten dolayı, atmosferin bu tabakasına homosfer deniyor.

Homojenliğin nedeni de atmosfer hareketleri. Burada da yukarıda bahsettiğimiz zaman faktörü önem kazanıyor. Tam olarak karışmış havadaki bazı oksijen moleküllerinin aşağıya inip, yere yakın yerlerde daha yüksek konsantrasyonları gerçekleştirebilmesi ancak difüzyon mekanizmasıyla mümkün. Fakat, söz konusu mesafeler çok büyük olduğu için bu süreç çok yavaş işliyor. Buna karşın, rüzgarlar, fırtınalar, yükselen sıcak hava gibi hava hareketleri sürekli meydana geliyor. Bunlar da difüzyonun zar zor ayırttığı havayı kısa zamanda tekrar karıştırıyorlar.

Fakat, 80 km'nin üzerinde bu tipten hava hareketleri olmadığı için, atmosferin heterosfer denilen bu bölgesinde böyle bir ayrışma gözlemleniyor. Yani burada difüzyonun atmosferdeki tabakalaşmayı gerçekleştirecek kadar yeterli zamanı var. Oksijen molekülleri bu yükseklikte atomlarına ayrıştığı için, heterosferin en alt tabakası azotça zengin bir bölgeden oluşuyor. Onun üstünde atomik oksijence zengin bir bölge, daha üstünde helyumca zengin bir bölge ve en üstte de (tahmin edebileceğiniz gibi) hidrojenca zengin bir bölge var.

