

GAZLARIN DİFÜZYONU (YAYILMASI)

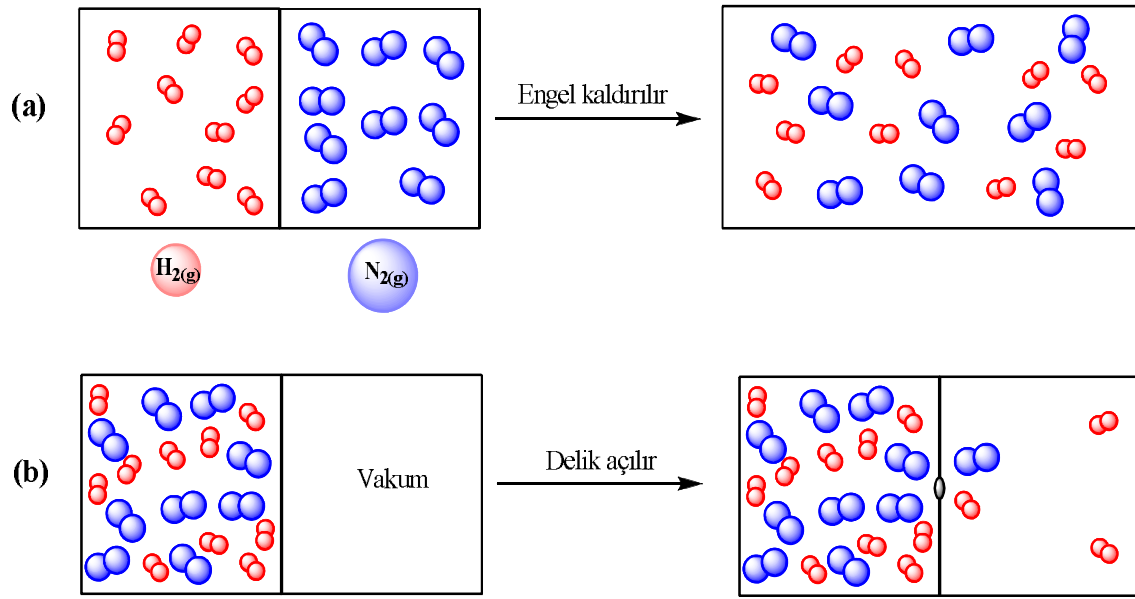
Deneyin Amacı: Gazların Difüzyon Hızını Belirlemek

Temel Bilgiler

Difüzyon (yayılma) yüksek konsantrasyonlu ortamdan düşük konsantrasyonlu ortama maddelerin hareket etme eğilimi olarak tanımlanır. Eğer kap içindeki gaz heterojen olarak dağılmışsa, gaz molekülleri bunu giderecek yönde ve kabın her tarafında konsantrasyonu eşit yapacak şekilde hareket ederek içinde buldukları hacmin tamamını işgal ederler. Bu olaya “*Gazların Difüzyonu*” denir. İki veya daha fazla gazın difüzyonu (yayılması), moleküllerin karışmasıyla sonuçlanır ve kapalı bir kap içinde kısa sürede homojen bir karışıma dönüşür. Difüzyon bir konsantrasyon farkından dolayı başlatılabildiği gibi basınç veya sıcaklık farkından dolayı da başlatılabilir.

Herhangi bir kap içinde basıncı dış basınçtan daha büyük bir gaz olduğu zaman kapta bulunabilecek çok küçük bir delikten kabın iç basıncı dış basınca eşit olana dek gaz dışarıya doğru yayınarak kaçır. İşte bir gazın çok küçük bir delikten sızarak kaçmasına özel olarak *efüzyon (dışa yayılma)* adı verilir. İkisi de yayınlık anlamına gelen difüzyon ile efüzyon arasındaki tek fark efüzyonda gazın küçük bir delikten sızarak kaçıp yayılmasıdır.

İki gaz karışımının difüzyonu ve efüzyonu şekilde görülmektedir. Efüzyon(dışa yayılma) hızı doğrudan molekül hızları ile orantılıdır. Bu, yüksek hızlı moleküllerin düşük hızlı moleküllerden daha hızlı yayılması demektir.



Şekil 13.1 $H_{2(g)}$ ve $N_{2(g)}$ gazlarının yayılımı (a) birbiri içinde yayılma (*difüzyon*) (b) küçük bir delikten yayılma (*efüzyon*)

Birbiriyle temasta olan iki farklı gazın molekülleri aynı şartlarda (sıcaklık, basınç ve hacim aynı) olsalar bile, kendiliklerinden karşılıklı yayılarak homojen bir karışım oluştururlar. Gaz molekülleri bu hareketleri, sahip oldukları kinetik enerjileri sayesinde gerçekleştirirler. Kinetik enerji aşağıdaki formülle verilmektedir.

Kinetik Enerji

$$E_k = \frac{1}{2} mV^2$$

Gaz molekülleri V hızıyla (ortalama hız) “Brown Hareketi” yaparak sürekli hareket halindedirler. Gazların birbirleri içinde bu şekilde kendiliğinden dağılmasını difüzyon olarak ifade ettik.

Gazların difüzyonu **Graham Kanunu** ile ifade edilir. Bu kanun “gazların difüzyon hızları molekül ağırlıklarının karekökleriyle ters orantılıdır” şeklinde ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, aynı şartlarda molekül ağırlığı küçük olan gaz hızlı, molekül ağırlığı büyük olan gaz ise yavaş yayılır.

A ve B gibi iki gaz örneğini, aynı sıcaklık ve basınçta birbirinin aynı olan iki ayrı kapa konulduğunu varsayalım. Gazların kinetik kuramı, aynı sıcaklıktaki gazların aynı ortalama kinetik enerjiye sahip olacağını belirtir. Buna göre A gazı moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi (E_{kA}), B gazı moleküllerinin ortalama kinetik enerjisine (E_{kB}) eşittir.

$$E_{kA} = E_{kB}$$

A gazı (yada B gazı) moleküllerinin tümü aynı hızda hareket etmezler. V_A (yada V_B) simgesi ortalama kinetik enerjiye sahip bir molekülün hızını gösterir.

$$E_{kA} = \frac{1}{2} m_A V_A^2 \quad E_{kB} = \frac{1}{2} m_B V_B^2 \quad E_{kA} = E_{kB} \quad \frac{1}{2} m_A V_A^2 = \frac{1}{2} m_B V_B^2 \quad \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$$

Molekül kütlelerinin oranı, m_B/m_A , molekül ağırlıklarının oranı, M_B/M_A , ile aynı olduğundan yukarıdaki eşitlik aşağıdaki şekilde verilebilir.

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

Şimdi her bir kabın birbirinin aynı olan çok küçük birer deliğe sahip olduğunu kabul edelim. Gaz moleküllerinin bu delikten bir basınç altında yayılması işlemi efüzyon olarak tanımlamıştık. Efüzyon hızı, r , moleküler hız, V , ile orantılı olan, moleküllerin deliğe çarpma hızlarına eşittir. Daha hızlı hareket eden moleküller daha yavaş hareket eden moleküllere göre daha hızlı efüzleneceklerdir. Bu sebeple, V_A/V_B oranı efüzyon hızları oranı, r_A/r_B ile aynıdır.

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

Bu eşitlik Graham difüzyon veya efüzyon kanununun bir ifadesi olup 1828-1833 yılları arasında Thomas Graham tarafından deneysel olarak türetilmiştir.

Bu bağıntı gaz yoğunlukları cinsinden de ifade edilebilir.

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}$$

Uygulamalar

Gazların birbiri içinde yayılmasının bir çok pratik uygulaması vardır. Doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kokusuzdur ve ticari olarak çok az miktarda organik sülfür bileşiği, metil merkaptan (metantiyol), CH_3SH , gazı eklenerek kullanılır. Metil merkaptan kokuludur ve milyonda bir (ppm) oranında bile olsa anlaşılabilir. Tehlikeli patlamalara sebep olabilecek bir kaçak olduğunda, bu kokunun yayılması uyarıcı görevi görür.

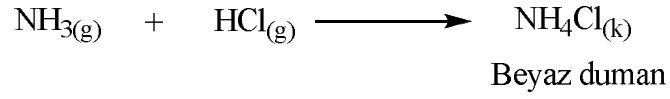
Graham kanunu bir elementin izotoplarının ayrılmasında kullanılır. Doğal uranyum % 0,7 ^{235}U ve % 99,3 ^{238}U izotopu içermektedir. Bu uranyum izotopları florla tepkimeye sokularak uranyum hekzaflorür, UF_6 , elde edilir. $^{235}\text{UF}_6$ ve $^{238}\text{UF}_6$ karışımı buharlaşma sıcaklığı olan 56°C 'ın üzerine ısıtıldıktan sonra bir gözenekli engelden geçirilir. $^{235}\text{UF}_6$ gazı $^{238}\text{UF}_6$ gazına göre $(352/349)^{1/2} = 1.004$ kez daha hızlı olduğundan işlem binlerce kez yinelenerek izotoplar birbirinden ayrılır. Bu işlem günümüzde nükleer santrallerde ^{235}U bakımından zenginleştirilmiş yakıt için kullanılmaktadır.

Gerekli aletler ve Kimyasal Malzemeler

Cam boru (30-50cm)	Derişik HCl
Pamuk	Derişik NH_3 (veya NH_4OH çözeltisi)
Mantar	
Cetvel	
Damlalık	

Deneyin Yapılışı

1-2 cm çapında ve 30-50 cm boyundaki temiz bir cam boru alınır. Cam boru masaya paralel olacak şekilde bir spora tutturulur. Cam borunun her iki ucuna yetecek miktarda pamuk alınır. Bir damlalıkla pamuklardan birine derişik HCl, diğerine de derişik NH_3 'tan 4-8 damla damlatılır. Bu pamuklar cam borunun her iki ucuna aynı anda yerleştirilir ve mantar tıpa ile kapatılır. Bir kronometre veya saat tutulur. Cam boruda beyaz bir duman görülünceye kadar beklenir. İlk beyaz halkanın (duman) görüldüğü yer işaretlenir. Dumanın iyi görülebilmesi için cam borunun arkasına koyu renkli bir cisim konur. Kronometre durdurulur ve beyaz halkanın oluşması için geçen süre kaydedilir. Beyaz halkanın oluştuğu yer ile pamuklar arasındaki mesafe ölçülür.



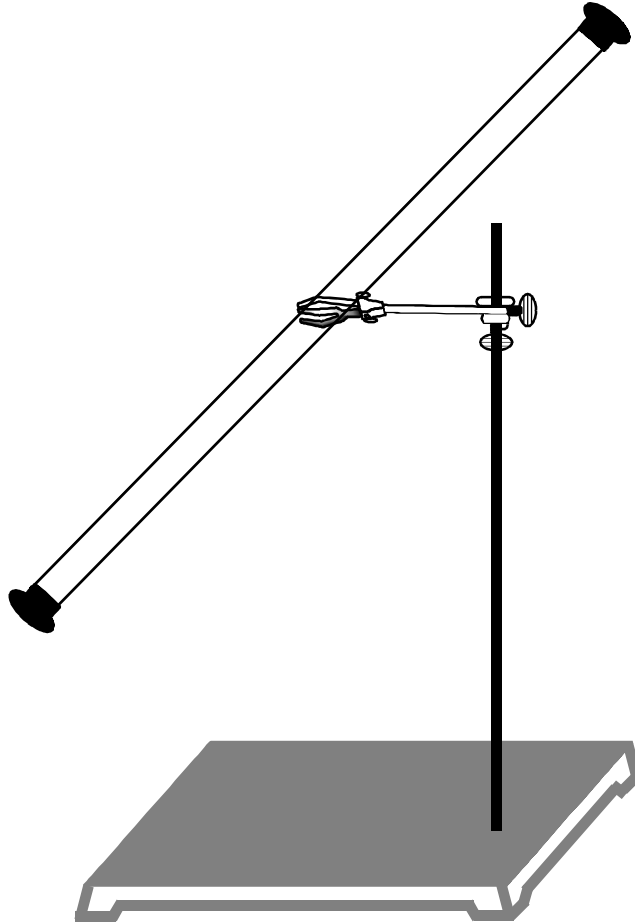
$$\frac{\text{NH}_3\text{'ün aldığı yol}}{\text{HCl'nin aldığı yol}} = \sqrt{\frac{\text{HCl'nin moleköl kütlesi}}{\text{NH}_3\text{'ün moleköl kütlesi}}}$$

formülü kullanılarak NH_3 ve HCl 'nin difüzyon hızları bulunur. Çıkan sonuç teorik değer ile karşılaştırılır.

Veriler :

HCl 'in aldığı yol :cm

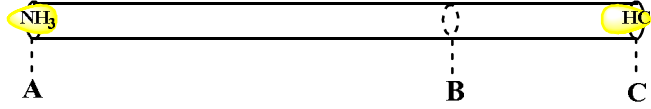
NH_3 'ün aldığı yol :cm



Şekil 13.2 Deney Düzenegi

Değerlendirme Soruları:

- 1) Şekildeki düzenekte difüzyon deneyi yapıldığında 40 s sonra B noktasında beyaz bir duman oluşuyor. AB uzunluğu 30 cm ve AC uzunluğu 50 cm olduğuna göre deneysel hatayı hesaplayınız. (N: 14 g/mol , Cl: 35,5 g/mol , H: 1 g/mol)



- 2) 65 cm uzunluğundaki bir cam borunun A ucundan hidrojen gazı, B ucundan ise azot gazı aynı anda gönderiliyor. 12,5 s sonra B ucundan 39 cm'lik bir mesafede tepkime gerçekleşiyor. Azot gazının molekül ağırlığı 17 g/mol olduğuna göre, hidrojen gazının molekül ağırlığını ilgili formülü türeterek hesaplayınız.