

2.ÜNİTE

1. BÖLÜM (Gazların Özellikleri ve Gaz Yasaları)

Gazlar, maddenin katı ve sıvı hâline göre en düzensiz ve en yüksek enerjili hâlidir. Katı ve sıvı hâle göre gaz hâlde tanecikler arası boşluk çok fazla, tanecikler arası çekim kuvveti en azdır. Gazlar saydamdır ve çoğunluğu renksizdir. Gazların belirli bir hacimleri ve sınırlı yüzeyi olmadığından bulundukları kabı doldurarak kabın şeklini alır ve hacmi kabın hacmi ile aynıdır. Gaz tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yaparlar, kabın her yerine aynı basıncı uygularlar. Gazlar basınç uygulanarak sıkıştırılabilir ve sıcaklık artışı ile genleşebilir. Bütün gazlar birbiriyle her oranda homojen olarak karışır.

Gaz taneciklerinin davranışları sıcaklığa, mol sayısına (miktarına), hacmine ve basıncına bağlı olarak değişir.

Sıcaklık: Taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür. Genellikle Celsius ölçeğine (°C) göre hazırlanmış termometrelerle ölçülür. Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır. Mutlak sıcaklığın birimi Kelvin'dir (K). Kelvin ile Celsius ölçekleri;

$$T (K) = t (°C) + 273$$

bağıntısı ile birbirine dönüştürülür.

Mol sayısı: Gazın miktarı ile ilgili büyüklüktür. Sabit sıcaklıkta bir gazın mol sayısının değişimi, basıncını ya da hacmini doğru orantılı olarak etkiler.

Hacim: Gazların katı, sıvılar gibi belirli ve sabit bir hacimleri yoktur. Gazın hacmi bulunduğu kabın hacmine eşittir. Gazların hacimleri sıcaklık ve basınçtan etkilendiği için gazların hacimleri verilirken sıcaklık ve basınç koşulları da belirtilmelidir.

Basınç: Bir gazın basıncı (P), gazın uyguladığı kuvvetin (F), kuvvetin uygulandığı alana (A) bölümüdür. SI birim sisteminde basınç birimi Pascal (Pa) dir. Ancak gazlarda basınç birimi olarak genellikle atmosfer (atm) kullanılır. Atmosfer basıncı, atmosferdeki gazlar tarafından uygulanan basınçtır ve P_{atm} veya P_0 ile gösterilir. Barometre ile ölçülür. Standart atmosfer basıncı (1 atm), deniz seviyesinde ve 0 °C'ta 760 mm Hg'dır.

Gazların; özelliklerini, basınç, hacim, miktar ve sıcaklıkla ilişkilerini açıklayan yasalar "gaz yasaları" olarak bilinir.

Boyle Yasası: Sıcaklığı ve mol sayısı sabit olan bir gazın hacmi ile basıncının ters orantılı olarak değişir. Başka bir deyişle bir gazın basıncı ile hacminin çarpımı sabit bir değere eşittir.

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \dots\dots\dots = P_nV_n = \text{Sabit.}$$

Charles Yasası: Basıncı ve mol sayısı sabit tutulan bir gazın hacmi, mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots\dots\dots = \frac{V_n}{T_n} = \text{sabit}$$

Gay Lussac Yasası: Hacmi ve mol sayısı sabit tutulan bir gazın basıncı, mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots\dots\dots = \frac{P_n}{T_n} = \text{sabit}$$

Avogadro Yasası: Aynı sıcaklık ve basınçta (aynı koşullarda) bulunan gazların mol sayıları ile hacimleri doğru orantılıdır.

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} = \dots\dots\dots = \frac{n_n}{V_n} = \text{sabit}$$

2. BÖLÜM

(İdeal Gaz Yasası)

İdeal gaz yasası; bir gazın basınç, sıcaklık, hacim ve madde miktarı özelliklerinin birbirine göre ilişkisini ifade eden bir hâl eşitliğidir.

Gaz yasalarının matematiksel ifadeleri bir eşitlik altında birleştirilerek ideal gaz denklemi elde edilir. İdeal gaz denkleminin matematiksel ifadesi dört değişken (P, V, T ve n) arasındaki ilişkiyi verir ve

$$PV = nRT \quad \text{şeklindedir.}$$

Burada R orantı sabitidir ve **ideal gaz sabiti** olarak bilinir.

0°C (273,15 K) ve 1 atm basınçta, gerçek gazların çoğu ideal gaz gibi davranır. Bu deneysel şartlar altında, 1 mol ideal gaz 22,414 L hacim kapladığına göre, R'nin sayısal değeri;

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,414 \text{ L}}{1 \text{ mol} \cdot 273,15 \text{ K}} = 0,082057 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

şeklinde hesaplanır.

İdeal gaz denklemi, bir gaz örneğinin P, V, T ve n değerlerinden birini hesaplamada kullanılır. P, V, T ve n değerlerinden en az biri değiştiği zaman ideal gaz denklemi için ilk ve son koşullar dikkate alınır. Bunun için ideal gaz denklemi iki durum için yazılarak oranlanır ve genel gaz denklemi elde edilir. Genel gaz denklemi;

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

şeklinde matematiksel olarak ifade edilir. Bu denklemde $n_1 = n_2$ ise (kaptaki gaz miktarının değişmediği durumlarda) gazın ilk ve son durumdaki basınç, hacim, sıcaklık arasındaki ilişki;

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

şeklinde olur.

İdeal gaz denkleminde mol sayısı (n) yerine m/MA yazıldığında gazların mol kütleleri hesaplanabilir.

$$PV = nRT \quad PV = \frac{m}{M_A} RT \quad PM_A = \frac{m}{V} RT$$

$d = m/V$ olduğundan eşitlikte m/V yerine d (özkütle) yazıldığında

$$PM_A = dRT \quad \text{veya} \quad M_A = \frac{dRT}{P}$$

formülü elde edilir.

3. BÖLÜM

(Gazlarda Kinetik Teori)

Kinetik Teori Varsayımları:

Gazlar bulundukları kapta birbirlerine oldukça uzakta bulunan, her yöne doğru hızlı, sürekli, doğrusal ve zikzaklı hareket eden taneciklerden oluşmuştur.

Gaz taneciklerinin hacmi bulundukları kabın hacmi yanında önemsenmeyecek kadar küçük olduğundan ihmal edilebilir. Bu nedenle kap hacmi gaz hacmi olarak alınır.

Gaz tanecikleri rastgele hareketleri sırasında birbirleriyle çarpışır. Bu çarpışmalar dışında birbirleri ile etkileşmedikleri, yani aralarında itme ve çekme kuvvetlerinin olmadığı kabul edilir. Kendi aralarında esnek çarpışmalar yaparak sadece bir tanecikten diğerine enerji aktarılır ve toplam enerjide bir değişme olmaz.

Gaz tanecikleri rastgele hareketleri sırasında bulundukları kabın iç yüzeylerine çarpmaları sonucu kaba bir basınç uygular. Bu çarpmalar esnek çarpışma olup sadece taneciklerin yeri ve hızını değiştirir

Bütün gazların belirli bir sıcaklıkta ortalama kinetik enerjileri sabit olup birbirine eşittir. Gazın ortalama kinetik enerjisi, cinsine bağlı olmayıp sadece sıcaklıkla değişir.

Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri (E_k) mutlak sıcaklıkla (T) doğru orantılıdır.

Bu varsayımlara göre aralarında itme ve çekme kuvvetleri olmayan, molekül hacimlerinin sıfır olduğu, birbirleriyle ve kabın yüzeyleriyle esnek çarpışmalar yapan molekül topluluklarına **ideal gaz** denir. Bu varsayımlara tam olarak uyan bir gaz yoktur. Ancak gerçek gazlar düşük basınç ve yüksek sıcaklıkta ideale yaklaşır.

Difüzyon

Gaz moleküllerinin başka gaz molekülleri ile kinetik özelliklerinden dolayı yavaş yavaş karışmasına difüzyon (yayılma) denir.

Graham Difüzyon Yasası: Kinetik Teori'ye göre sıcaklıkları eşit olan iki farklı gazın ortalama kinetik enerjileri de eşittir ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

Bir maddenin molekül kütlesi mol kütlesi ile orantılı olduğundan yukarıdaki ifade;

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_{A_2}}{M_{A_1}}}$$

şeklinde yazılabilir.

Aynı koşullardaki gazların özkütleleri (d) mol kütleleriyle doğru orantılı olduğundan gazların difüzyon hızları için eşitlik;

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_{A_2}}{M_{A_1}}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

şeklinde de yazılabilir.

Efüzyon

Difüzyon, bir gazın diğer bir gaz ile yavaş yavaş karıştığı bir işlem iken efüzyon (dışa yayılma) basınç altındaki bir gazın kabın bir bölmesinden diğer bölmesine küçük bir delikten geçerek yayıldığı işlemidir.

4. BÖLÜM

(Gaz Karışımları)

Bir gaz karışımında bulunan gazların her birinin kaba ayrı ayrı uyguladığı basınca **kısmi basınç** denir. Bir gazın kısmi basıncı o gazın aynı kapta tek başına yaptığı basınca eşittir. Dalton Kısmi Basınçlar Yasası'na göre bir gaz karışımının toplam basıncı, karışımın bileşenlerinin kısmi basınçlarının toplamına eşittir. Bir gazın kısmî basıncı;

$$P_X = P_T \frac{n_X}{n_T}$$

eşitliği ile hesaplanır.

Su ile tepkimeye girmeyen ve suda çözünmeyen gazlar, su içerisinde kabarcıklar oluşturup su üzerinde toplanır.

Gazların su üstünde toplanması yöntemi bir gaz karışımındaki her bir gazı saf olarak elde etmede kullanılır. Dalton'un Kısmi Basınçlar Yasası, su üzerinde toplanan gazların hacimlerini hesaplamakta da kullanılır.

5. BÖLÜM

(Gerçek Gazlar)

Gerçek gazların hangi koşullarda ideal ya da ideale yakın olduğu önemlidir. Gerçek gazlar uygun koşullarda ideal gaz yasasına yakın davranır.

Bir gazın ideal gaz koşulundan ne kadar saptığının ölçüsü sıkıştırılabilirlik faktörü ile belirlenir. Bir gazın sıkıştırılabilirlik faktörü PV/RT oranıdır. İdeal gaz bağıntısından ($PV = nRT$), 1 mol ideal gaz için bu oranın

$PV/RT = 1$ olduğu görülür. Gerçek bir gaz için, sıkıştırılabilirlik faktörü önemli ölçüde 1'den farklıdır.

- Gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçlarda ideallığe yaklaşır.
- Gerçek gazlar düşük sıcaklık ve yüksek basınçlarda ideallikten uzaklaşır.
- Aynı koşullarda MA değeri küçük olan gazlar ideale daha yakındır.
- Aynı koşullarda gazın polarlığı arttıkça gerçek gaz özelliği artarken ideallikten uzaklaşır.

İdeallikten sapma gazın cinsine, basınç ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak değişir. Aynı gaz için sıcaklık azaldıkça ve basınç arttıkça ideallikten sapma miktarı da artar.

Katı, sıvı ve gazın tek bir faz ya da bunlardan ikisi veya daha çoğunun dengede olduğu sıcaklık ve basınç koşullarının grafikte gösterimine faz diyagramı denir. Faz diyagramı, farklı basınç ve sıcaklıklarda hangi fazın daha kararlı olduğunu gösteren bir haritadır. Katı, sıvı ve gaz fazları arasındaki geçişler faz diyagramları grafikleri ile gösterilir. Bir faz diyagramı; maddenin hangi şartlar altında katı, sıvı ya da gaz fazında olacağını gösterir. Faz diyagramında üç eğrinin birleştiği noktaya üçlü nokta denir.

Faz diyagramlarını kullanarak dış basınç ile kaynama ve erime noktasının nasıl değişeceğini tahmin etmek mümkündür. Ayrıca faz diyagramlarını kullanarak sıcaklık ve basıncın değişimi ile faz değişiminin hangi yöne kayacağı da bulunabilir.

Her maddenin, uygulanan basınç ne kadar yüksek olursa olsun sıvılaştırılamadığı bir sıcaklık değeri vardır. Bir maddenin uygulanan basınçla sıvılaşabildiği en yüksek sıcaklığa **kritik sıcaklık (T_k)** denir. Kritik sıcaklık bir maddenin sıvı hâle bulunabileceği en yüksek sıcaklıktır ve bu sıcaklığın üzerindeki gaz sıvılaştırılmaz. Kritik sıcaklıkta sıvılaştırmanın sağlanabileceği en düşük basınç da **kritik basınç (P_k)** denir.

Bulunduğu sıcaklıkta, hiçbir basınç altında sıvılaştırılamayan sıkıştırılabilir akışkanlara gaz denir. Gazların özelliklerini taşıyan ancak bulunduğu sıcaklıkta herhangi bir basınçta sıvılaşabilen akışkanlara buhar denir. Gaz ile buhar arasında bir dönüşüm yoktur. Kritik sıcaklığa ulaşıldığında buhar özelliği ortadan kalkar ve gaz özelliği başlar. Bu nedenle buharın sıcaklığı gazın kritik sıcaklığının altında olmalıdır.

Gaz molekülleri arasında çekim kuvvetleri arttıkça moleküller birbirine yaklaşır ve madde hâl değiştirerek sıvı hâle geçer. Gazların kaynama sıcaklığı moleküller arasındaki çekim kuvvetlerine bağlıdır. Bu çekim kuvvetlerinin şiddeti arttıkça gaz daha yüksek sıcaklıkta sıvılaşır.

Gaz soğutulduğunda moleküllerin ortalama hızı azalır. Gazlar aniden genişletildiklerinde moleküller birbirinden uzaklaşır ve ortalama hızları azalır. Gaz genişletildiğinde moleküller arası çekim kuvvetlerinin yenilmesi için gereken enerji moleküllerin öz ısılarından karşılanır. Böylece gaz soğur. Hızla genişletilen gazların kendilerini soğuttukları bu olay Joule-Thomson olayı olarak bilinir. Joule-Thomson etkisi bazı ticari buzdolaplarında gazları sıvılaştırmak için kullanılır.

Sıvılaştırılacak gaz sıkıştırılır ve gaz keleşbeğı adı verilen küçük bir delikten bu gazın genişlemesine izin verilir. Gaz genişletildiğinde soğur ve soğuyan gaz girişteki sıkıştırılmış gazın üzerinden dolaştırılır. Bu temas ile giren gaz, genişmeden önce soğutulur daha fazla soğuması sağlanır. Gaz sıkıştırılarak bu döngü sürekli tekrarlanırsa gaz sıcaklığı gittikçe düşer ve bir sıvı vermek üzere yoğunlaşır.

Maddenin sıvı hâlden gaza, gaz hâlden sıvıya geçiş özelliğinden yararlanılarak soğutucular yapılmıştır. Ortamdan ısı alarak buharlaşan ve ortam sıcaklığını düşüren maddelere soğutucu akışkanlar denir. Her madde soğutucu akışkan olarak kullanılmaz. Soğutucu akışkan olarak kullanılan maddenin basınçla sıvılaştırılabilmesi ve üzerindeki basınç kaldırıldığında genişleyerek buhar hâline geçmesi gerekir.

Soğutma sistemleri iki temel kurala göre çalışır. Birincisi genleşen gazın soğuması ve yeterince soğuyan gazların sıvılaşmasıdır. İkincisi farklı sıcaklıktaki iki nesneden sıcak olanın soğuyup soğuk olanın ısınmasıdır. Bu kurallara göre genleşen gaz ortamdan ısı alır, sıkışan gaz ortama ısı verir. Günlük hayatta kullanılan buzdolapları, klimalar ve daha büyük tesislerde kullanılan ısı pompaları soğutma çevrimi ile çalışır.

Soğutucu akışkanların özellikleri

- Kritik sıcaklığı ve kritik basıncı yüksek, kaynama noktası düşük olmalıdır.
- Patlayıcı, yanıcı ve zehirli olmamalıdır.
- Çevreye zarar vermemelidir.
- Uygulanabilir bir basınçla sıvılaşmalı, basınç kaldırılınca buharlaşmalıdır.
- Kimyasal olarak aktif olmamalıdır.
- Kolay bulunur ve ekonomik olmalıdır.
- Oda koşullarında buhar hâlinde olmalıdır.
- Enerji tüketimi az olmalıdır.
- Soğutucudaki gaz kaçağının tespitine imkân veren özellikte olmalıdır.