



# Bölüm 3 Hatırlatmalar

## Bölüm 4 Kimyasal Tepkimeler ve Stokiyometri

Doç. Dr. Yasemin G. İşgör

## Hatırlatma: Kütle, Mol ve Parça sayısının birbirine birimsel dönüşümleri

### Birimler:

- Kütle: g
- Mol birimi: mol
- Mol kütlesi: g/mol
- Parça sayısı:  $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  (Avogadro sayısı).

(Mol kütlesi x mol = kütle)

$$(g/mol) \times mol = g$$

mol x mol<sup>-1</sup> = sayı (yani: mol x Avogadro sayısı= molekül sayısı).

### Çevrim faktörlerinin kullanımı:

**g→mol** çevrimi için **Mol kütlesini**

Mol → **Molekül (sayısı)** çevrimi için **Avogadro sayısı** çevrim (dönüştürme) faktörü olarak kullanılır.

Eğer bir bileşikteki ürünler, tepkenler veya ürün-tepken arası ilişki çevrim faktörü olarak kullanılıyorsa buna **Stokiyometrik faktör** denir

## Hatırlatma:

### Yükseltgenme Basamağı Kuralları (oksidasyon sayısı kuralları)

Ana kural: Y.B.'lerin toplamı bileşik veya çok atomlu iyonun toplam yüküne eşittir  
Eğer iki kural birbiriyle çelişirse kurallardan küçük numaralı olan kural geçerlidir. (öncelik sıralamada önce yazılmış kurala verilir) (Petrucci, 10. baskı sayfa 85)

KURAL	Y.B.	ÖRNEKLER	
1	Serbest elementlerin atomları (bileşik yapmamış)	= 0 F <sub>2</sub> (g), F = 0; He (g), He = 0; S <sub>8</sub> (s), S = 0; Fe (s), Fe = 0; O <sub>2</sub> , O = 0; O <sub>3</sub> , O = 0	
2	Nötr bileşiklerde İyonlarda	=0 =İyon Yükü	
3	Tek atomlu iyonlar Grup-I Grup-II	= +1 = +2	Grup I iyonları Grup II iyonları
4	Florun Bileşiklerinde	Daima = -1	HF, F = -1; NaF, F = -1; OF <sub>2</sub> , F = -1
5	Hidrojen'in Bileşiklerinde	+1	H <sub>2</sub> O, H = +1, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H = +1; HCl, H = +1 NaH, H = -1; CaH <sub>2</sub> , H = -1; LiAlH <sub>4</sub> , H = -1
6	Oksijen'in Bileşiklerinde	-2	CO <sub>2</sub> , O = -2; P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> , O = -2; MgO, O = -2; O <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , O = -1; H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , O = -1; Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , O = -1;
7	Metallerle yaptığı ikili bileşiklerinde Grup7 Grup6 Grup5	-1 -2 -3	NaCl, Cl = -1; PCl <sub>5</sub> , Cl = -1; SnCl <sub>2</sub> , Cl = 1; ClO <sup>-</sup> , Cl = +1; ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Cl = +3; ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl = +5

# Bileşiklerin Adlandırılması

Adlandırmada Genel Sınıflandırma :

İnorganik Bileşiklerin adlandırılması:

- Metal-Ametal Bileşikleri
- Ametal-Ametal Bileşikleri
- İkili Asitler
- Çok atomlu İyonlar
- Oksiasitler
- Hidratlar

Organik Bileşiklerin adlandırılması:

- Hidrokarbonlar
- Fonksiyonel (işlevsel) Gruplar
- Biyomoleküllerin özel adlandırmaları (Protein, Lipit, Nükleik Asit, Karbonhidrat)

# Kimyasal Tepkimeler

## ➤ Sentez (birleşim, kombinasyon)

- İki veya daha fazla elementin atomu bir araya gelir.
- $A + X \rightarrow AX$

## ➤ Bozunma Tepkimesi

- $AX \rightarrow A + X$

## ➤ Tekli Yerdeğiştirme Tepkimesi

- $A + BX \rightarrow AX + B$
  - $BX + Y \rightarrow BY + X$
  - Metaller başka metallerle
  - Suyun hidrojeninin bir metalle
  - Asitin hidrojeninin bir metalle
  - Halojenlerin daha aktif halojenler ile yerdeğiştirmesi
- 
- **Yerdeğiştirme** tepkimesinde bir metal ancak kendinden daha aktif bir metal ile yer değiştirir.
  - **Aktivite serisi** denen metal aktiflik listesi kullanılarak hangi metalin hangi metalin yerine geçeceği veya hangi asit yapısındaki hidrojenin metalle yer değiştireceği belirlenebilir.
  - Aynı şekilde halojenler içinde aktiflik serisi mevcuttur

# Stokiyometri

- Eski Yunanca'da stoikhein = element ve metron = ölçmek anlamına gelen kelimelerin birleşiminden oluşmuştur.
- Basitçe **elementlerin ölçümü** anlamına gelir.
- kimyasal değişimlerin hesaplanabilmesi için elementlerin, bileşik ve atomlarının tepkimeye nasıl ve ne kadar girdikleri, tepkime sonunda nasıl bir bileşik yaptıkları ve bileşiklerdeki bileşim oranlarının bilinmesi gerekir.
- Bu hesaplamalar atomların sayısı ve birleşim oranıyla ilgili olduğundan tüm temel hesaplamalar **stokiyometri** başlığı altında açıklanmaktadır.
  - Öncelikle bir tepkimeyi denklem olarak ifade etmeli
  - Denklemi oluşturan ve tepkimeye girenler (tepken) ile tepkimeden çıkanları (ürünler) belirlemeli
  - Denklemdaki tepken ve ürünlerde bulunan tüm atomların denklemin iki tarafında eşit miktarda (sayısal eşitlik) dağılımı sağlanmalıdır.

# Stokiyometri: Kimyasal formüller ve eşitliklerle hesaplamalar yapmak

## → Kimyasal Eşitlikler

→ Kimyasal bileşiklerin ve tepkimelerin kantitatif değerlendirilmesine Stokiyometri denir.

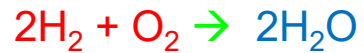
→ Lavoisier kimyasal tepkimelerde kütleinin korunduğunu bulmuştur.

Bu gözleme **Kütlenin korunumu yasası** denir.

→ **Kimyasal Eşitlikler (denklemler)** bir tepkimeyi tanımlar.

→ Eşitlikler 2 kısımdan oluşur:

- **Tepkenler** (tepkimeye girenler): eşitliğin (**okun**) sol tarafına yazılır
- **Ürünler** (tepkime sonucu açığa çıkanlar): eşitliğin (okun) sağ tarafına yazılır.



## Stokiyometri: Kimyasal formüller ve eşitliklerle hesaplamalar yapmak



→ Kimyasal eşitlikte 2 set sayı bulunur ve tam sayıdır:

→ Formüllerin önüne yazılan rakamlar Stokiyometrik sabit adını alır. Tepkenler ve ürünlerin birbirine oransal ilişkisini gösterir.

→ Formül içinde yer alan rakamlara alt indis (ya da indeks) denir. Molekül içerisinde bulunan atomların birbirlerine oranı hakkında bilgi verir.

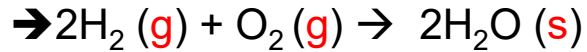
$\text{H}_2\text{O}$  : 1 su molekülünde 1 O ve 2 H atomu var

1 **mol** su molekülünde 1 **mol** O ve 2 **mol** H atomu var

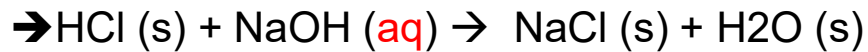
$2\text{H}_2\text{O}$  : 2 su molekülü var..= 2x2 H ve 2x1 O atomu var

2 mol su molekülü var = 2x2 mol H ve 2x1 mol O atomu var

→ Tepkime denklemi bir kimyasal eşitliktir. Dolayısıyla doğru bir tepkime denklemi yazabilmek tepkenler ve ürünlerin içinde bulunduğu maddesel durumun da ifadesini gerektirir.



→ Bazen maddenin su ortamında çözünmesi gerekir, bu durumda sulu anlamına gelen aqua (aq) kelimesinin kısaltması katı (k), sıvı (s) ve gaz (g) fazları gibi denklemde yazılarak belirtilir.





## Tepkime Denklemlerinin yazılması ve denkleştirilmesi

- Tepkime denklemi ya da kimyasal eşitlik bir tepkimenin nasıl gerçekleştiğini en basit şekilde ifade etmeye yarar.
- Kimyasal bileşik ve elementlerin adları yerine sembolleri kullanılır (CO, C, KClO<sub>3</sub> gibi).
- Tepkimeyi başlatanlar (Tepkenler veya Reaktanlar) ile tepkime sonunda açığa çıkanların (ürünler) birbirinden ayırt edilmesi için arada tepkime yönünü gösteren ok kullanılır.
  - $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$
- Bileşikteki veya moleküldeki alt indis sayıları bileşikteki atomların birim sayıda kaç element atomu içerdiğini gösterir.
- H<sub>2</sub>O : 1 molekül su = 1 oksijen atomu + 2 hidrojen atomu
- H<sub>2</sub>O : 1 **mol** su = 1 **mol** oksijen atomu + 2 **mol** hidrojen atomu
- Kimyasal eşitlikler yazıldığında tepkimeye giren maddelerin kütle ağırlıklarının toplamı ürünlerin toplam kütle ağırlığına eşit olmalıdır (Kütlenin korunumu yasası)
- Kütleyle bağlı olarak kimyasal eşitliğin iki tarafının denkleştirilmesi zordur. Ancak atomların toplam miktarı tepkime öncesi ve sonrası değişmeyeceğinden mol miktarlarına göre denkleştirme yapabiliriz (kimyasal tepkimelerde bir atom başka atoma dönüşemez: dalton atom teorisi)

## Tepkime Denklemlerinin yazılması ve denkleştirilmesi

→ Oksijen gazı ve hidrojen gazının yüksek enerjili bir ortamda suyu oluşturma tepkimesi basitçe şöyle yazılır  
(Hatırlatma: oksijen ve hidrojen element formları diatomik moleküldür ve gaz fazındadır)



Tepkenler      Ürünler

Tepkenler: (2 mol O atomu + 2 mol H atomu)

Ürünler: (1 mol O atomu + 2 mol H atomu) = 1 mol H<sub>2</sub>O

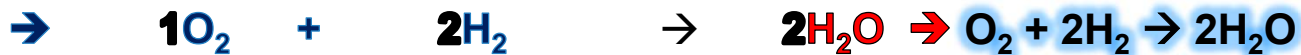
→ Tepkenlerdeki oksijeni ½ oranda tepkimeye sokarsak :

→ ½ (2 mol O atomu) + 2 mol H atomu → (1 mol O atomu + 2 mol H atomu )


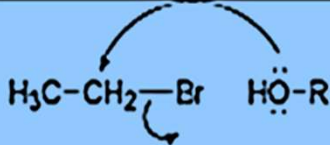










→ Kimyasal eşitlikte bir tepkimeye giren ve çıkan bileşik ve elementlerin ne kadar oranda tepkimeye gireceği bilgisini sağlayan ve eşitliği denkleştirmemizi sağlayan katsayılara **stokiyometrik katsayılar** denir.

→ [ ½ O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O ] x 2 ile tam sayılı yazılmış ve denkleştirilmiş bir kimyasal eşitlik elde ederiz:



Okların durumuna göre bir tepkime hakkında fikir sahibi olabiliriz:

Ok türü	Okun şekli	Okun anlamı	Örnek
Çift kuyruklu ok		Bir çift elektron aktarıldığını gösterir	
Tek kuyruklu ok		Tek bir elektron aktarıldığını gösterir	
Tek yönlü reaksiyon oku		Reaksiyonun tek yönlü yürüdüğünü gösterir	
Çift yönlü reaksiyon oku (tautomer oku)		Reaksiyonun dengede olduğunu gösterir	
Rezonans oku		Rezonans formlarını gösterir	

## Tepken ve Ürün Mol sayıları arasındaki ilişki



Tepkime denkleminde 2 mol  $\text{KClO}_3 \rightarrow 2$  mol  $\text{KCl}$  ve 3 mol  $\text{O}_2$  oluşuyor

**SORU:** Yukarıdaki tepkimeye göre, 1,76 mol potasyum kloratın bozunmasından kaç mol  $\text{O}_2$  elde edilir?

$\text{KClO}_3$  ün mol miktarı  $\rightarrow \text{O}_2$  mol miktarı hesaplanacak.

Tepkime denkleminde 2 mol  $\text{KClO}_3 \rightarrow 3$  mol  $\text{O}_2$  kimyasal değişimi oluyor.

Tepkimeye 2 mol değil 1,76 g  $\text{KClO}_3$  ile başlıyoruz:

$$? \text{ mol } \text{KClO}_3 = 1,76 \text{ mol } \text{KClO}_3 \times \frac{3 \text{ mol } \text{O}_2}{2 \text{ mol } \text{KClO}_3} = 2,64 \text{ mol } \text{O}_2$$

**Çalışma Sorusu (Ç.S.) :** 1.00 kg gümüş (I) oksitinin bozunmasından kaç mol  $\text{Ag}$  (gümüş) üretilir?



## Tepken ve Ürün Kütleleri arasındaki ilişki



Tepkime denkleminde 2 mol  $\text{KClO}_3 \rightarrow 2$  mol  $\text{KCl}$  ve 3 mol  $\text{O}_2$  oluşuyor

**SORU:** Yukarıdaki tepkimeye göre, 490 gram (g) potasyum kloratın bozunmasından kaç gram  $\text{O}_2$  elde edilir?

K: 39, Cl: 35.5, O: 16 g/mol

$\text{KClO}_3$  g miktarı  $\rightarrow$   $\text{KClO}_3$  mol miktarı  $\rightarrow$   $\text{O}_2$  mol miktarı  $\rightarrow$   $\text{O}_2$  g miktarı hesaplanacak.

**Çevrim Faktörü=**  $\text{KClO}_3$  mol kütlesi  
=122,5 g/mol

**Çevrim Faktörü=**  $\text{O}_2$  mol kütlesi  
= 32 g/mol

Tepkime denkleminde 2 mol  $\text{KClO}_3 \rightarrow 3$  mol  $\text{O}_2$  kimyasal değişimi oluyor.

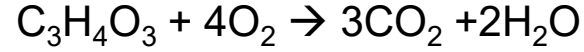
Tepkimeye 2 mol değil 490 g  $\text{KClO}_3$  ile başlıyoruz:

$$? \text{ gram } \text{O}_2 = 490 \text{ g } \text{KClO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{KClO}_3}{122.5 \text{ g } \text{KClO}_3} \times \frac{3 \text{ mol } \text{O}_2}{2 \text{ mol } \text{KClO}_3} \times \frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} = 192 \text{ g } \text{O}_2$$

**Stokiyometrik faktör (oran)**

**Çalışma Sorusu (Ç.S.) :** 1.00 kg gümüş (I) oksitinin bozunmasından kaç gram Ag (gümüş) üretilir?

## İki Tepkenin Kütleleri arasındaki ilişki



**SORU:** Yukarıdaki tepkimeye göre, 264 gram  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  bileşiği kaç gram  $\text{O}_2$  yakılırsa tamamen tükenir?

C: 12, H: 1, O: 16 g/mol

$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  g miktarı  $\rightarrow$   $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  mol miktarı  $\rightarrow$   $\text{O}_2$  mol miktarı  $\rightarrow$   $\text{O}_2$  g miktarı hesaplanacak.

**Çevrim Faktörü** =  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  mol kütlesi  
= 88 g/mol

**Çevrim Faktörü** =  $\text{O}_2$  mol kütlesi  
= 32 g/mol

**Stokiyometrik faktör (oran)**

Tepkime denkleminde 1 mol  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 \rightarrow 4$  mol  $\text{O}_2$  kimyasal değişimi oluyor.

Tepkimeye 2 mol değil 490 g  $\text{KClO}_3$  ile başlıyoruz:

$$? \text{ gram } \text{O}_2 = 264 \text{ g } \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3}{88 \text{ g } \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3} \times \frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} = 384 \text{ g } \text{O}_2$$