

Bölüm 4: Kimyasal Tepkimeler

İçindekiler

- 4-1 Kimyasal Tepkimeler ve Kimyasal Eşitlikler
- 4-2 Kimyasal Eşitlik ve Stokiyometri
- 4-3 Çözeltide Kimyasal Tepkimeler
- 4-4 Sınırlayıcı Bileşenin Belirlenmesi
- 4-5 Tepkime Stokiyometrisinde Diğer Konular
- 4-6 İndirgenme Yükseltgenme Reaksiyonları

4-1 Kimyasal Tepkimeler ve Kimyasal Eşitlikler

Kimyasal tepkime, bir ya da bir kaç maddenin (**tepkenler**) yeni bir bileşik grubuna (**ürünlere**) dönüştürülmesi işlemidir. Diğer bir deyişle, kimyasal tepkime, kimyasal değişimin meydana geldiği bir **işlemdir**.

Bir tepkime olduğunu söyleyebilmek için bazı kanıtlara ihtiyaç vardır. Bunlar,

- Renk değişimi
- Çökelek oluşumu
- Gaz çıkışı
- Isı verilmesi veya soğutulması gibi olaylardır.

Kimyasal Reaksiyon

Elementlerin ve bileşiklerin yazılması için *simgeler* kullanılır. Bu simgeler bir kimyasal tepkime denkleminin kısaca yazılması için yardımcı olur. Tepkime denkleminde tepkenlerin formülleri *sol tarafa*, ürünlerin formülleri *sağ tarafa* yazılır: Denklemin iki tarafı bir ($\rightarrow$) ya da eşit ($=$) işareti ile birleştirilir. Böylece, tepkenlerin ürünlere dönüştüğü ifade edilmiş olur.

Azot monoksit + Oksijen $\rightarrow$ Azot dioksit

1. Adları, kimyasal formüller ile değiştirirseniz, aşağıdaki ifadeyi elde edersiniz.

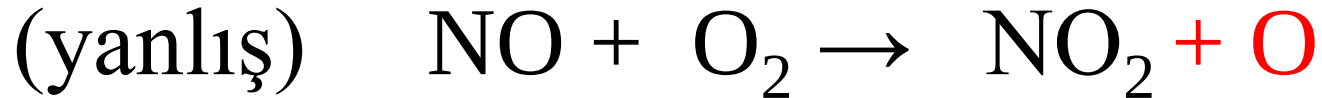


2. Kimyasal eşitliği elde etmek için atom sayılarını eşitleyiniz.

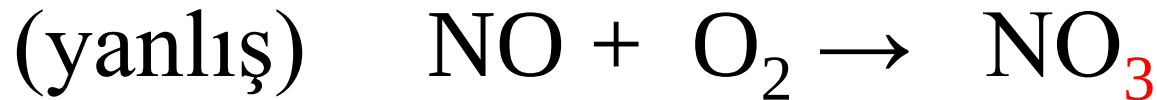


Denklem Denkleştirme

- *Asla denklem dışı formüller ilave edilmemelidir.*



- *Denklemi denkleştirmek amacıyla formüller değiştirilmemelidir.*



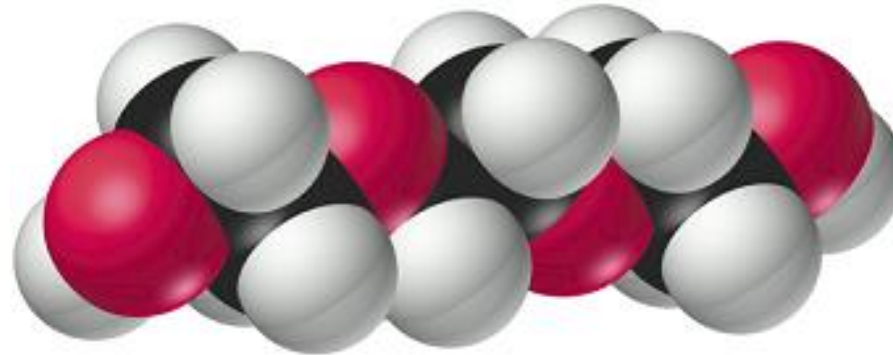
Denklem Denkleştirme

- Denklemin her iki tarafında birer bileşikte aynı element mevcutsa, *önce* onu denkleştiriniz.
- Giren madde veya oluşan ürünlerden biri serbest element olarak bulunuyorsa, onu *en son* denkleştiriniz.
- Bazı tepkimelerde, *belirli atom grupları* (örneğin, çok atomlu iyonlar) değişmeden kalır. Böyle durumlarda bu grupları *değiştirmeden* denkleştirebilirsiniz.
- Katsayılar *tamsayı ya da kesirli sayı* olabilir. Bir denklem bir ya da daha çok kesirli tamsayı ile denkleştirilebilir. Bu durumda, tüm katsayıları uygun bir çarpanla çarparak kesirli sayılardan kurtarabilirsiniz.

Örnek 4-2

Bir Eşitliğin Yazılıp Denkleştirilmesi: Karbon-Hidrojen-Oksijen İçeren Bir Bileşiğin Yanması

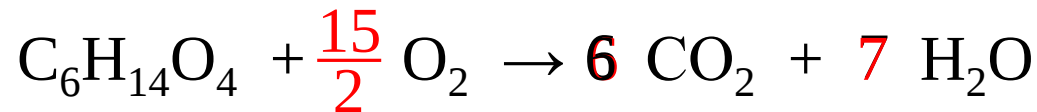
Sıvı trietilen glikol, $C_6H_{14}O_4$, vinyl ve poliüretan plastikleri için çözücü olarak kullanılır. Bu bileşiğin tam yanmasına ait denklemi yazıp denkleştiriniz.



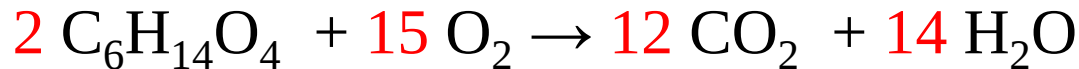
Trietilen glikol

Örnek 4-2

Kimyasal Denklem:



1. *C eşitliği.*
2. *H eşitliği.*
3. *O eşitliği.*
4. *2 ile çarpım*



Tüm elementlerin kontrolü.

4-2 Kimyasal Eşitlik ve Stokiyometri

- Yunancada *stoicheion* sözcüğü *element* anlamına gelir. Anlam olarak stokiyometri *element ölçüsü* demektir.
- *Formüller ve kimyasal denklemlerle* ilgili tüm sayısal ilişkileri içerir.
- *Stokiyometrik faktör*, *mol* esasına göre, tepkimeye katılan herhangi iki maddenin miktarları ile ilgilidir.

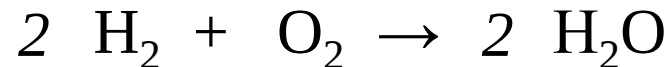
Örnek 4-3

Tepken ve Ürünlerin Mol Sayıları Arasındaki İlişki

2,72 mol H_2 aşırı O_2 içinde yakıldığında kaç mol H_2O oluşur?

Kimyasal Denklem:

Kimyasal Denklemi Denkleştirin:



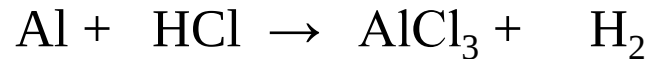
Denklemdaki stokiyometrik faktörü veya mol oranını kullanın:

$$n_{H_2O} = 2,72 \text{ mol } H_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } H_2} = 2,72 \text{ mol } H_2O$$

Örnek 4-6

Stokiyometrik Hesaplamada Hacim, Yoğunluk ve Yüzde Bileşim gibi İlave Ölçüm Faktörlerinin Kullanılması

Kütlece %28 lik HCl çözeltisinin yoğunluğu 1,14 g/mL dir. Aşağıdaki tepkimeye göre 1,87 g Al ile tepkime vermek üzere bu çözeltiden kaç mL almak gerekir? (Al: 27; HCl:36,5 g/mol)



$$n_{\text{Al}} = m/M_{\text{Al}} = 1,87/27 = 0,069 \text{ mol}$$

$$2 \text{ mol Al} \qquad 6 \text{ mol HCl}$$

$$0,069 \text{ mol} \qquad x \text{ mol HCl}$$

$$x = 0,207 \text{ mol HCl}$$

$$n_{\text{HCl}} = m/M_{\text{HCl}}$$

$$0,207 = m/36,5$$

$$m = 7,58 \text{ g HCl}$$

$$100 \text{ g HCl çöz.de} \quad 28 \text{ g HCl}$$

$$x \qquad 7,58 \text{ g HCl}$$

$$x = 27,05 \text{ g HCl}$$

$$d_{\text{HCl}} = m/V$$

$$1,14 = 27,05/V$$

$$V = 23,7 \text{ mL HCl}$$

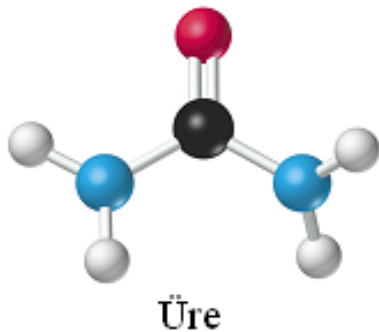
4-3 Çözeltide Kimyasal Tepkimeler

- Genel kimya laboratuvarlarındaki kimyasal tepkimelerin pek çoğu çözeltilerde gerçekleştirilir. Bunun bir nedeni, çözelti içinde, tepkenlerin karıştırılarak, *atomlar, iyonlar ve moleküller arasında* tepkime için gerekli olan *yakın temasın* sağlanabilmesidir.
- **Çözücü:** Çözelti bileşenlerinden biri olan **çözücü**, çözeltinin katı, sıvı ya da gaz halinde olup olmadığını belirler. Çözücünün sıvı su olduğu çözeltilere *sulu çözeltiler* denir.
- **Çözünen:** Çözeltinin diğer bileşenleri, çözücü içinde çözünmüş olan maddelerdir ve **çözünenler** adını alırlar. Sıvı su içinde NaCl çözüldüğünde oluşan çözelti NaCl(aq) şeklinde gösterilir ve burada *su çözücü, NaCl çözünendir*.

Molarite

$$\text{Molarite } (M) = \frac{\text{Çözünenin mol sayısı}}{\text{Çözeltinin hacmi } (L)}$$

Eğer 0.444 mol üre sulu çözeltinin 1.000 L' sinde çözünmüşse, çözeltinin molarite olarak derişimi,



$$c_{\text{üre}} = \frac{0.444 \text{ mol üre}}{1.000 \text{ L}} = 0.444 \text{ M CO(NH}_2)_2$$

Örnek 4-9

25 mL etanol ($d=0,789$ g/mL) üzerine yeterince saf su ilave edilerek 250 mL'lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin etanol derişimini hesaplayınız? ($M_{\text{etanol}} = 46$ g/mol)

$$d_{\text{etanol}} = m/V$$

$$0,789 \text{ g/mL} = m/25 \text{ mL}$$

$$m = 19,725 \text{ g}$$

$$n_{\text{etanol}} = m/M_{\text{etanol}}$$

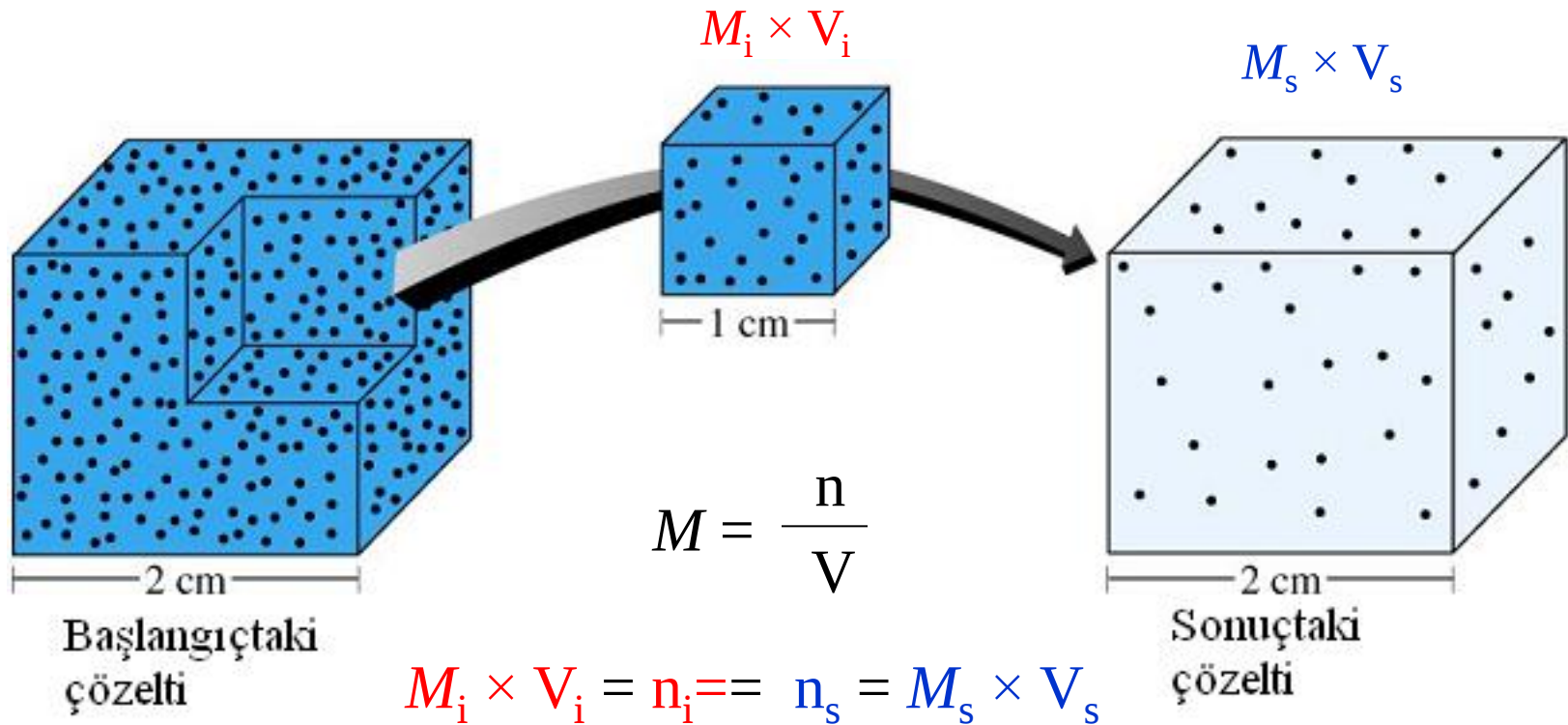
$$n_{\text{etanol}} = 19,725/46$$

$$n_{\text{etanol}} = 0,428 \text{ mol}$$

$$M = \frac{\text{Çözünenin mol sayısı}}{\text{Çözeltinin hacmi (L)}}$$

$$M = n / V = 0,428 \text{ mol} / 0,25 \text{ L} = 1,71 \text{ M}$$

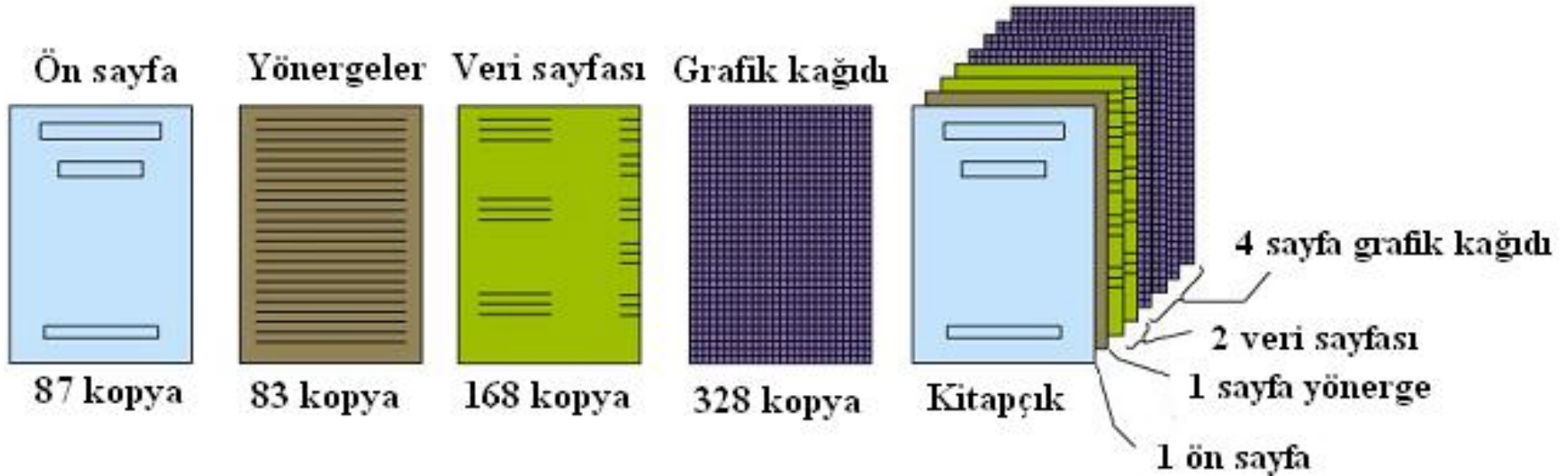
Çözeltinin Seyreltilmesi



$$M_s = \frac{M_i \times V_i}{V_s} = M_i \frac{V_i}{V_s}$$

4-4 Sınırlayıcı Bileşenin Belirlenmesi

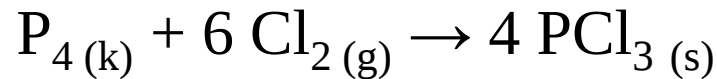
- Çöktürme tepkimeleri gibi birçok tepkimelerde, bir kısım tepkenlerin aşırısı kullanılarak, bir tepken tamamen ürünlere dönüştürülebilir. Tamamen tükenen maddeye *sınırlayıcı bileşen* denir ve bu bileşen, oluşan ürünlerin miktarlarını belirler.



Örnek 4-12

Bir Tepkimede Sınırlayıcı Bileşenin Bulunması

Fosfor triklorür, PCl_3 , benzin katkı maddesi, pestisit (böcek öldürücü) ve daha bir çok ürünün eldesinde kullanılan ticari bir bileşiktir. Fosfor ve klorun doğrudan doğruya birleşmesinden oluşur.



323 g $\text{Cl}_{2(g)}$ ve 125 g $\text{P}_{4(k)}$ 'un tepkimesinden kaç gram $\text{PCl}_3(s)$ oluşur?

Strateji:

Tepkenlerin başlangıç mol oranları ile birleşme mol oranlarını karşılaştırın.

Örnek 4-12

$$n_{\text{Cl}_2} = 323 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70,91 \text{ g Cl}_2} = 4,56 \text{ mol Cl}_2$$

$$n_{\text{P}_4} = 125 \text{ g P}_4 \times \frac{1 \text{ mol P}_4}{123,9 \text{ g P}_4} = 1,01 \text{ mol P}_4$$

$$\chi = \frac{n_{\text{Cl}_2}}{n_{\text{P}_4}} \quad \begin{array}{ll} \chi_{\text{gerçek}} & = 4,55 \text{ mol Cl}_2/\text{mol P}_4 \\ \chi_{\text{teorik}} & = 6,00 \text{ mol Cl}_2/\text{mol P}_4 \end{array}$$

Klor gazı sınırlayıcı reaktiftir.

Örnek 4-12

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol P}_4 & 6 \text{ mol Cl}_2 & \\ x \text{ mol} & 4,56 \text{ mol Cl}_2 & \\ \hline x = 0,76 \text{ mol P}_4 & & \end{array}$$

$$n_{\text{P}_4} = m/M_{\text{P}_4}$$

$$0,76 = m/123,9$$

$$m = 94,1 \text{ g P}_4$$

4-5 Tepkime Stokiyometrisinde Diğer Konular

Kimyasal tepkimenin hesaplanan sonucu tam gözlenene uygun olmayabilir. Bir tepkimede elde edilen ürün miktarı, kaçınılmaz olarak beklenenden az olabilir. Yine, gereksinim duyulan kimyasal bileşiğin üretim yöntemi, tek bir basamaktan çok, bir kaç basamaklı bir tepkime dizisini içerebilir.

Teorik, Gerçek ve Yüzde Verim

Bir kimyasal tepkimede oluşan ürünün *hesaplanan miktarı*, tepkimenin *teorik verimi* olarak adlandırılır. *Gerçekten* oluşan ürünün miktarına ise *gerçek verim* adı verilir. *Yüzde verim* ise aşağıdaki formülle bulunur.

$$\text{Yüzde Verim} = \frac{\text{Gerçek Verim}}{\text{Teorik Verim}} \times 100$$

Örnekler..

Örnek: Üre $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ gübre olarak kullanılır ve yıllık üretimi milyonlarca kg'dır. Tepkime denklemini söyledir.



Başlangıçta verilen tepkime karışımı 3 mol NH_3 ; 1 mol CO_2 oranına sahiptir. Tepkimeye giren her mol CO_2 'e karşılık 47,7 g üre oluşursa
a) kuramsal b) gerçek c) yüzde tepkime verimini hesaplayınız.

Örnek: Üre $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ gübre olarak kullanılır ve yıllık üretimi milyonlarca kg'dır. Tepkime denklemini söyledir.

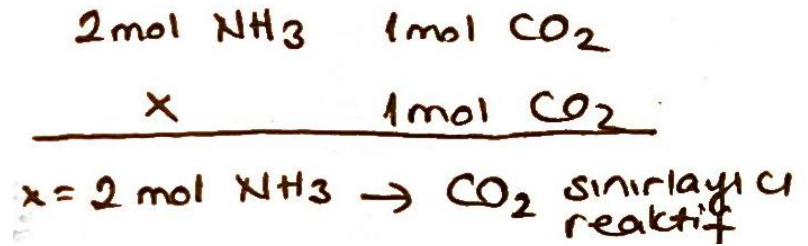
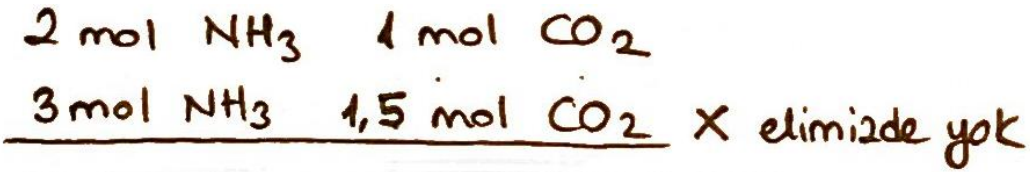


Başlangıçta verilen tepkime karışımı 3 mol NH_3 ; 1 mol CO_2 oranına sahiptir. Tepkimeye giren her mol CO_2 'e karşılık 47,7 g üre oluşursa
a) kuramsal b) gerçek c) yüzde tepkime verimini hesaplayınız.

Örnek: Üre $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ gübre olarak kullanılır ve yıllık üretimi milyonlarca kg'dır. Teptime denklemini söyledir.



Başlangıçta verilen teptime karışımı 3 mol NH_3 ; 1 mol CO_2 oranına sahiptir. Teptimeye giren her mol CO_2 'e karşılık 47,7 g üre oluşursa
a) kuramsal b) gerçek c) yüzde teptime verimini hesaplayınız.



a) Kuramsal verim : 1 mol CO_2 1 mol üre
1 mol üre = 60,1 g

b) 47,7 g $\rightarrow$ gerçek verim

$$\text{c) \% verim} = \frac{47,7}{60,1} \times 100 = \% 79,4$$

Örnek: Sikloheksanol $C_6H_{11}OH$, sülfürik asit veya fosforik asit ile ısıtıldığı zaman, siklohekzen, C_6H_{10} dönüşür. Tepkimenin yüzde verimi %83 olduğuna göre, 25 g sikloheksen elde etmek için, ne kadar sikloheksanol kullanmak gerekir.

Örnek: Sikloheksanol $C_6H_{11}OH$, sülfürik asit veya fosforik asit ile ısıtıldığı zaman, sikloheksene, C_6H_{10} dönüşür. Tepkimenin yüzde verimi %83 olduğuna göre, 25 g sikloheksen elde etmek için, ne kadar sikloheksanol kullanmak gerekir.



$$\text{kuramsal verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{yüzde verim}} \times 100 = \frac{25 \times 100}{83} = 30 \text{ g}$$

30 g C_6H_{10} elde etmek için gereken $C_6H_{11}OH = ?$

1 mol $C_6H_{11}OH$	1 mol C_6H_{10}
100 g	82 g C_6H_{10}
x	30 g

$$x = 37 \text{ g } C_6H_{11}OH$$

Nicel ve Yan Tepkimeler, Yan Ürünler

- **Nicel Tepkimeler:** Pek çok tepkimede gerçek verim hemen hemen teorik verime eşit olur ve böyle tepkimelere *nicel tepkimeler* denir.
- **Yan Tepkimeler:** Çoğu zaman, tepkimeye giren maddeler, beklenenden başka tepkimeler de verebilir. Bu tepkimelere *yan tepkimeler*, oluşan ürünlere de *yan ürünler* denir.

Ardışık Tepkimeler ve Eşzamanlı Tepkimeler

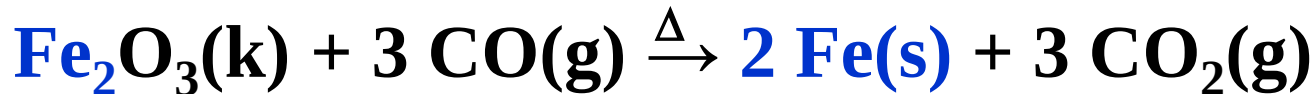
- **Ardışık Tepkimeler:** Bir ürünü elde etmek için art arda gerçekleştirilmesi gereken tepkimeler dizisine *ardışık tepkimeler* denir.
- **Eşzamanlı Tepkimeler:** İki ya da daha fazla madde bağımsız olarak, birbiri ile aynı zamanda ayrı tepkimeler oluşturuyorsa, bu tepkimelere *eşzamanlı tepkimeler* denir.

Net Tepkimeler ve Ara Ürün

- **Net Tepkimeler:** Genellikle, art arda oluşan kimyasal tepkimeleri birleştirebilir ve tepkime dizisinin türünü simgeleyen bir tek kimyasal eşitlik elde edebiliriz. Bu birleştirilmiş tepkimeye *net tepkime* ve bu net tepkimenin eşitliğine *net eşitlik* denir.
- **Ara Ürün:** Çok basamaklı bir tepkimenin bir basamağında üretilip diğer basamağında tüketilen herhangi bir bileşiğe *ara ürün* adı verilir.

4-6 Yükseltgenme-İndirgenme (Redoks): Bazı Genel İlkeler

- **Demir cevherleri**, demir içeriği fazla olan minerallerdir. Bunlardan biri olan hematit Fe_2O_3 bildiğimiz demir pasına kimyasal olarak çok benzer. Hematitten demir metali yüksek fırında elde edilir.



- **Yükseltgenme ve indirgenme mutlaka birlikte olur;**

Fe^{3+} , metalik demire indirgenir.

$\text{CO}(\text{g})$, karbon dioksit'e yükseltgenir.

Yükseltgenme Basamakları

Metaller elektron vermeye yatkındır.

1																18																											
1A																8A																											
1																2																											
H																He																											
1.00794																4.0026																											
2																13																											
2A																3A																											
3		4												5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18			
Li		Be												B		C		N		O		F		Ne		Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar			
6.941		9.01218												10.811		12.011		14.0067		15.9994		18.9984		20.1797		22.9898		24.3050		26.9815		28.0855		30.9738		32.06		35.4527		39.948			
11		12		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18									
Na		Mg		3B		4B		5B		6B		7B		8B		9B		10B		11B		12B		Al		Si		P		S		Cl		Ar									
22.9898		24.3050																						26.9815		28.0855		30.9738		32.06		35.4527		39.948									
19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36									
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr									
39.0983		40.078		44.9559		47.88		50.9415		51.9961		54.9381		55.847		58.9332		58.693		63.546		65.39		69.723		72.61		74.9216		78.96		83.80											
37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54									
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe									
85.4678		87.62		88.9059		91.224		92.9064		95.94		(98)		101.07		102.906		106.42		107.868		112.411		114.818		118.710		121.757		127.60		131.29											
55		56		57		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86									
Cs		Ba		*La		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn									
132.905		137.327		138.906		178.49		180.948		183.84		186.207		190.23		192.22		195.08		196.967		200.59		204.383		207.2		208.980		(209)		(210)		(222)									
87		88		89		104		105		106		107		108		109		110		111		112				114				116				118									
Fr		Ra		*Ac		Rf		Db		Sg		Bh		Hs		Mt																											
(223)		(226.025)		(227.028)		(261)		(262)		(263)		(262)		(265)		(266)		(269)		(272)		(272)				(287)				(289)				(293)									
*Lanthanide series																58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71	
																Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu	
																140.115		140.908		144.24		(145)		150.36		151.965		157.25		158.925		162.50		164.930		167.26		168.934		173.04		174.967	
†Actinide series																90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103	
																Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr	
																232.038		231.036		238.029		237.048		(244)		(243)		(247)		(247)		(251)		(252)		(257)		(258)		(259)		(260)	

Ametaller elektron almaya yatkındır.

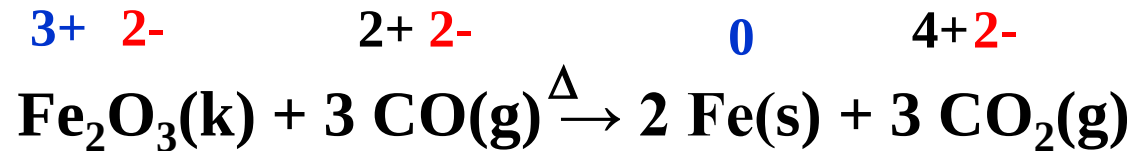


İndirgeyiciler

Yükseltgeyiciler

Yükseltgenme basamağı, bir atomun bileşiklerinde verdiği, aldığı ya da bağ yapmakta kullandığı elektron sayısıdır.

- Yükseltgenme basamaklarını belirleyin;



Fe^{3+} , metalik demire indirgenir.

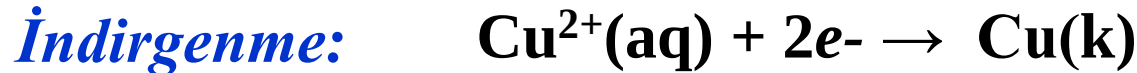
$\text{CO}(\text{g})$, karbon diokside yükseltgenir.

Yükseltgenme ve İndirgenme

- Yükseltgenme;
 - Bazı elementlerin Y.B. reaksiyonda *artar*,
 - Elektronlar eşitliğin *sağ* tarafındadır.
- İndirgenme;
 - Bazı elementlerin Y.B. reaksiyonda *azalır*,
 - Elektronlar eşitliğin *sol* tarafındadır.

Yarı Tepkimeler

- Reaksiyon iki yarı tepkime ile gösterilir;



İndirgenme Yükseltgenme (Redoks) Eşitliklerinin Denkleştirilmesi

Bir kimyasal tepkimede kaybedilen elektron sayısı ile kazanılan e- sayısı birbirine eşit olmalıdır. Bu amaçla, elementlerin ve bileşiklerin içindeki atomların yükseltgenme sayıları saptanır.

Bunun için;

- 1)** Element halindeyken tüm atomların yükseltgenme sayıları sıfırdır (H_2 , Cu, C).
- 2)** Basit iyonlardaki (tek atomlu) atomların yükseltgenme sayısı, iyonun yüküne eşittir.
 Mg^{2+} (+2), Cl^{1-} (-1).

3) Bileşiklerin büyük çoğunluğunda hidrojenin yükseltgenme sayısı (+1)'dir.

(H_2O , HCl , HNO_3).

Elektron kaybetme eğilimleri hidrojeninkinden büyük olan atomlarla yaptığı az sayıda bileşikte, hidrojenin yükseltgenme sayısı (-1)'dir.

(NaH , MgH_2 , CaH_2 gibi metal hidrürler).

4) Oksijenin bileşiklerinde yükseltgenme sayısı (-2)'dir.
(H_2O , CO_2 , Fe_2O_3 , N_2O_5).

Ancak peroksitlerinde yükseltgenme sayısı (-1)'dir.

(H_2O_2 , BaO_2 , Na_2O_2).

5) Bütün bileşiklerinde alkali metallerin yükseltgenme sayısı (+1)'dir. (Li_2O , NaCl , KBr).

Toprak alkalilerinde ise (+2)'dir.

(BeO , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , BaSO_4).

6) Bileşiklerde, elementlerin yükseltgenme sayılarının toplamı sıfırdır.

KMnO_4 ; $(+1) + x + 4(-2) = x (\text{Mn}) = +7$

7) Çok atomlu iyonlarda, atomların yükseltgenme sayıları toplamı, iyonun yüküne eşittir.

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; $2\text{Cr} + (-2).7 = -2$, $\text{Cr} = +6$

Redoks denklemleri denkleştirilirken; I. Elektron alışveriş denkliği II. İyon yükleri denkliği III. Atom sayıları denkliği sağlanır.

Örnek 2

Yükseltgenme Basamaklarının Belirlenmesi

Aşağıda altı çizilmiş elementlerin yükseltgenme basamaklarını bulunuz ?

a) P₄ b) Al₂O₃ c) MnO₄⁻ d) NaH

a) P₄ serbest elementtir. **P'nin Y.B. = 0**

b) Al₂O₃: O₃ -6'dır. (+6)/2=(+3), **Al'nin Y.B. = +3**

c) MnO₄⁻: net Y.B. = -1, O₄ -8'dir. **Mn'nin Y.B. = +7**

d) NaH: net Y.B. = 0, **Na +1**'dir ve **H'nin Y.B. = -1**

İndirgenme Yükseltgenme (Redoks) Eşitliklerinin Denkleştirilmesi

Elektron Transfer Yöntemi

Kural olarak alınan verilen elektron sayılarının eşit olması gerekir.

1. Her atomun yükseltgenme sayısını belirleyiniz.
2. Yükseltgenme sayısı değişen atomları bulup (yükseltgen, indirgen) bulup atom başına alınan verilen e- sayısını bulunuz
3. Bileşikte element atomu sayısı birden fazlaysa bileşik formülü başına verilen ve alınan e- sayısını bulunuz.
4. Alınan ve verilen e- sayısını yükseltgen ve indirgen atomlara uygun katsayılar yazarak eşitleyiniz.
5. Kütlenin korunumu kanununa göre diğer katsayıları bulunuz.

İndirgenme Yükseltgenme (Redoks) Eşitliklerinin Denkleştirilmesi

1) Yarı Reaksiyon Yöntemi (İyon-Elektron Yöntemi)

1. Yükseltgenme-indirgenme yarı-eşitliklerini ayrı ayrı yazınız ve denkleştiriniz.
2. Her iki yarı eşitlikteki katsayıları her ikisinde **aynı sayıda elektron** bulunacak şekilde ayarlayınız.
3. Denkleştirilmiş net eşitliği elde etmek için iki yarı tepkimeyi toplayınız (elektronlar birbirini götürsün).
4. **İyon yüklerinin denkliliğini** sağlayınız.
5. **Atom sayılarının denkliliğini** sağlayınız.

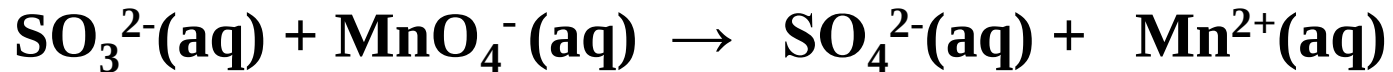
1.a) Asidik Çözeltide Redoks Eşitliklerinin Denkleştirilmesi

- Yükseltgenme ve indirgenme yarı-tepkimleri ile ilgili eşitlikleri yazınız.
- Elektron alışveriş denkliğini sağlayınız.
- Eşitlikleri alt alta toplayınız.
- İyon yükleri denkliğini sağlamak için asidik ortamdaki denkleme H^+ iyonu ekleyiniz.
- Atom sayılarını denkleştirmek için, denklemin gerekli yanına yeterli sayıda H_2O ekleyiniz (H ve O atomları esas alınabilir).

Örnek 3

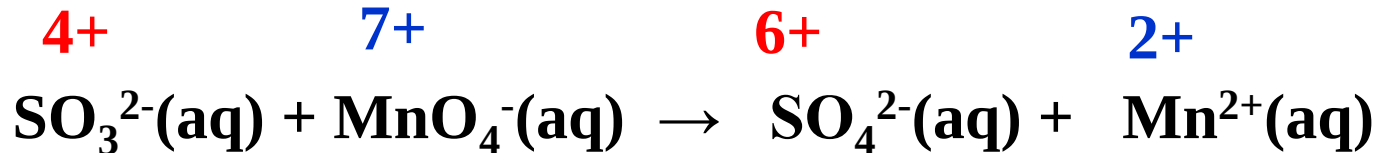
Redoks Tepkimelerinin Asidik Çözeltide Denkleştirilmesi

Aşağıdaki tepkime kağıt sanayi artık sularında sülfite iyonunun saptanmasında kullanılır. Bu tepkime için asidik çözeltide denkleştirilmiş eşitliği yazınız.

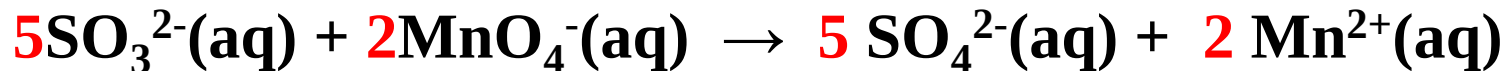
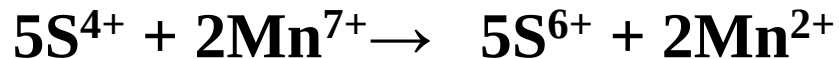
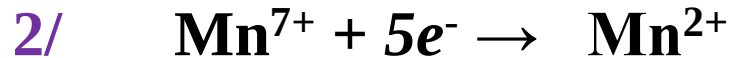
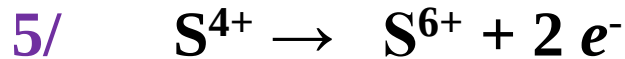


Örnek 3

Yükseltgenme Basamaklarını Belirleyin:



Yarı-Tepkimeleri Yazın:



Tep. Giren iyon yükleri toplamı: $5(-2) + 2(-1) : -12$

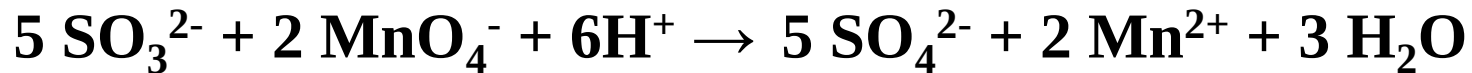
Ürünlerin iyon yükleri toplamı: $5(-2) + 2(+2) : -6$

Örnek 3

Yük denkliği için asidik ortam olduğundan H^+ ekleyin:



Atom sayılarını denkleştirmek için H_2O ekleyin:



Doğrulayın:

	R: -6	Ü: -6
S	5	5
O	23	23
Mn	2	2
H	6	6

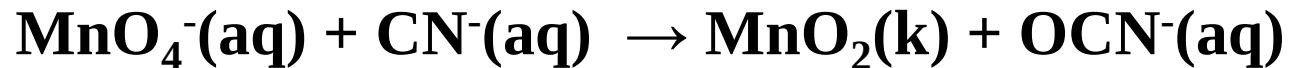
1.b) Bazik Çözeltide Redoks Eşitliklerinin Denkleştirilmesi

- Yükseltgenme ve indirgenme yarı-tepkimeleri ile ilgili eşitlikleri yazınız.
- Elektron alışveriş denkliğini sağlayınız.
- Eşitlikleri alt alta toplayınız.
- İyon yükleri denkleğini sağlamak için asidik ortamdaki denkleme OH^- iyonu ekleyiniz.
- Atom sayılarını denkleştirmek için, denklemin gerekli yanına yeterli sayıda H_2O ekleyiniz (H ve O atomları esas alınabilir).

Örnek 4

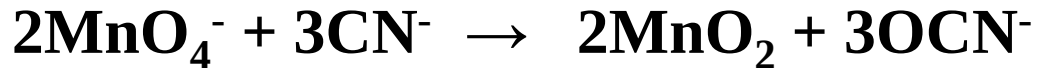
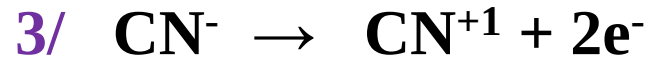
Redoks Tepkimelerinin Bazik Çözeltide Denkleştirilmesi

Bazik bir çözeltide siyanür iyonunun permanganatla siyanata yükseltgenme tepkimesi eşitliğini denkleştiriniz. Bu tepkimede permanganat iyonu, $\text{MnO}_2(\text{k})$ 'ye indirgenmektedir.



Örnek 4

Yarı-Tepkimeleri Yazın:



Yük denkliği için bazik ortam olduğundan OH⁻ ekleyin:



Atom sayılarını denkleştirmek için H₂O ekleyin:

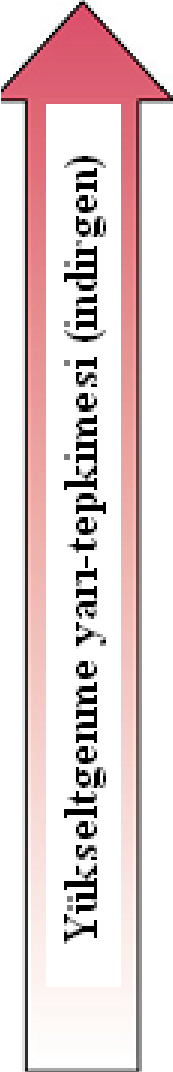
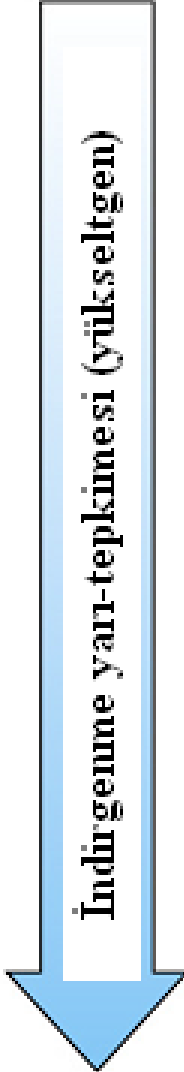


Doğrulayın: R: -1 Ü: -1

Yükseltgenler-İndirgenler

- Yükseltgen (Yükseltgeyen):
 - Redoks tepkimesinde yükseltgenme basamağı azalan bir element içerir.
 - Elektron kazanır (yarı-eşitliğin sol yanında elektronlar bulunur).
- İndirgen (İndirgeyen):
 - Redoks tepkimesinde yükseltgenme basamağı artan bir element içerir.
 - Elektron kaybeder (yarı-eşitliğin sağ yanında elektronlar bulunur).

Azotun Yükseltgenme Basamakları

Bileşik veya İyon	Yükseltgenme Basamağı		
NO_3^-	+5	 Yükseltgenme yarı-tepkimesi (indirgen)	 İndirgenme yarı-tepkimesi (yükseltgen)
N_2O_4	+4		
NO_2^-	+3		
NO	+2		
N_2O	+1		
N_2	0		
NH_2OH	-1		
N_2H_4	-2		
NH_3	-3		

Bu türler daha fazla yükseltgenemez

Bu türler daha fazla indirgenemez