

GENEL KİMYA

İlkeler ve modern uygulamalar

Petrucci • Harwood • Herring
8th Edition

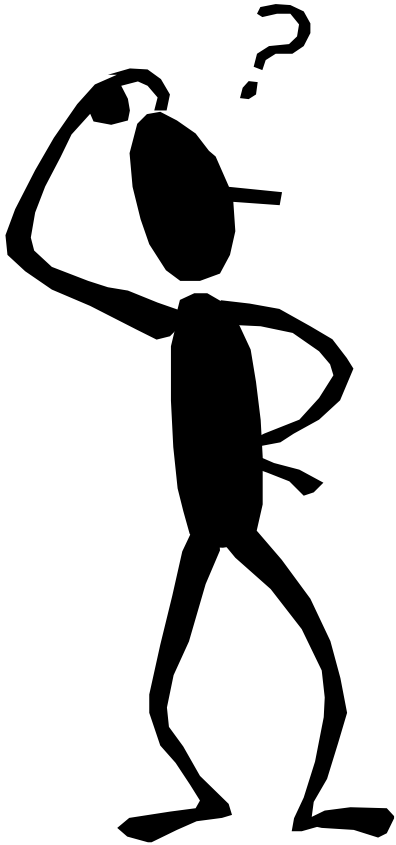


BÖLÜM 4: KİMYASAL TEPKİMELER

<http://cwx.prenhall.com/petrucci/chapter1/deluxe.html>

İçindekiler

- ❑ Kimyasal tepkimeler ve kimyasal eşitlikler
- ❑ Kimyasal eşitlik ve stokiyometri
- ❑ Çözeltide kimyasal tepkimeler
- ❑ Sınırlayıcı bileşenin belirlenmesi
- ❑ Tepkime stokiyometrisinde diğer konular



- ☐ Doğal gaz nasıl yanar?
- ☐ Demir malzemeler neden paslanır?
- ☐ Yumurta nasıl pişer?
- ☐ Neden çökelek oluşur?
- ☐ Karbonat üzerine limon suyu eklenince neden gaz çıkar?

Kimyasal tepkimeler ve kimyasal eşitlikler

Kimyasal tepkime: bir yada birkaç maddenin (tepkenler) yeni bir bileşik grubuna (ürünler) dönüştürülmesi işlemidir.

Kısaca, kimyasal değişimin meydana geldiği işlemlerdir.

Kimyasal tepkime olduğunu;

- ☐ Renk değişimi
- ☐ Gaz çıkışı
- ☐ Çökelek oluşumu
- ☐ Isı salınması
- ☐ Isı alınması (soğurulması)



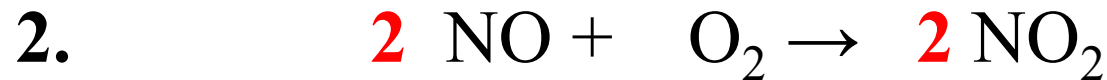
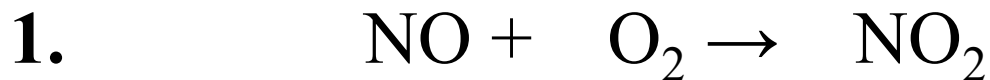
Kimyasal tepkimeler ve kimyasal eşitlikler

Kimyasal tepkimeler;

- ☐ Sembollerle yazılır,
- ☐ Kimyasal denge yazılır, bu amaçla tek yönlü veya çift yönlü ok işaretleri kullanılır.
- ☐ Asla denklem dışı formüller ilave edilmez.
- ☐ Formüller değiştirilmez.

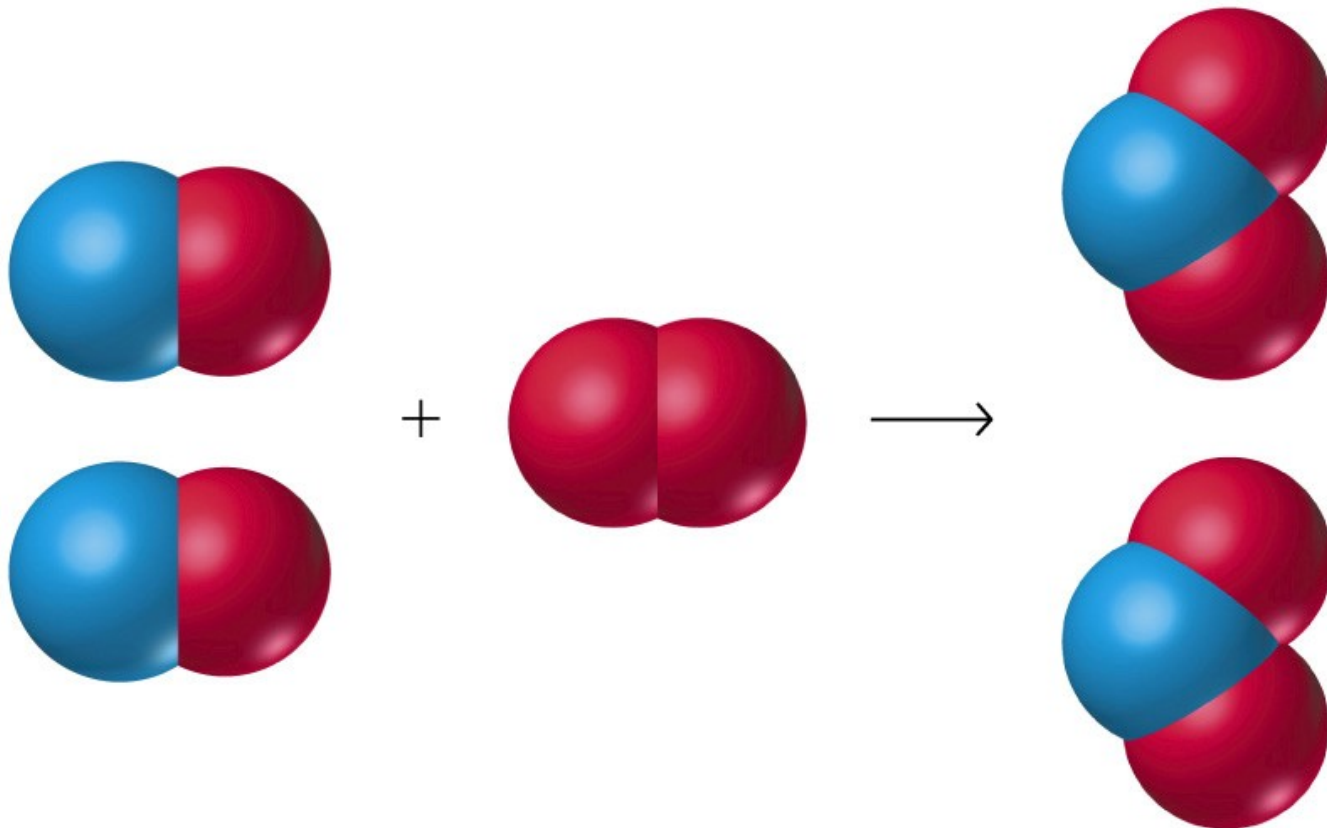
Kimyasal reaksiyon (tepkime)

Azot monoksit + oksijen $\rightarrow$ azot dioksit



DENKLEŞTİRİLMİŞ EŞİTLİKTE HERBİR ELEMENTİN TOPLAM ATOM SAYILARI REAKSİYONUN HER İKİ TARAFINDA DA AYNIDIR.

AZOT MONOKSİTİN OKSİJEN İLE REAKSİYONUNUN MOLEKÜLER GÖSTERİMİ

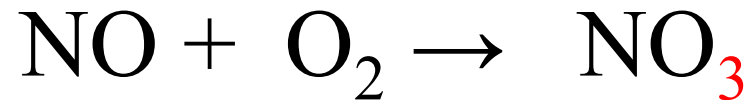


Denge eşitlikleri

- Dengeyi sağlamak için element eklemeyiniz.

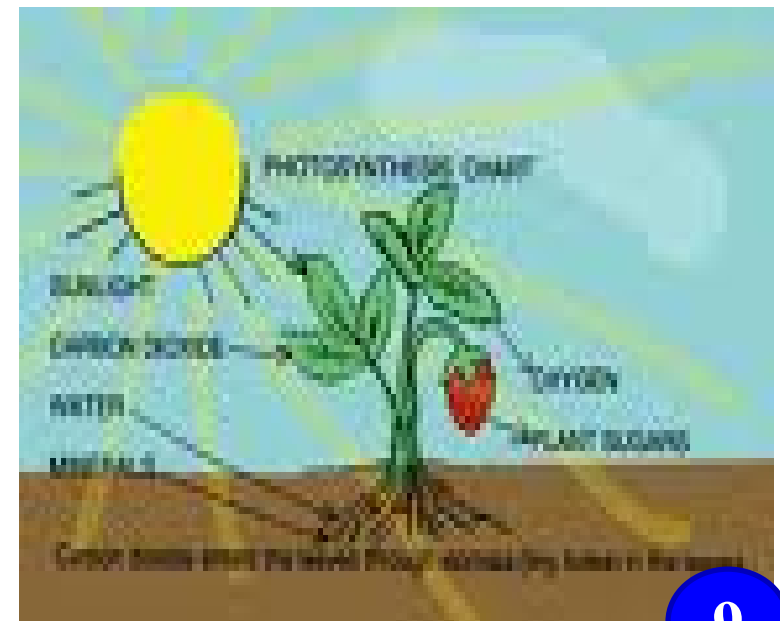
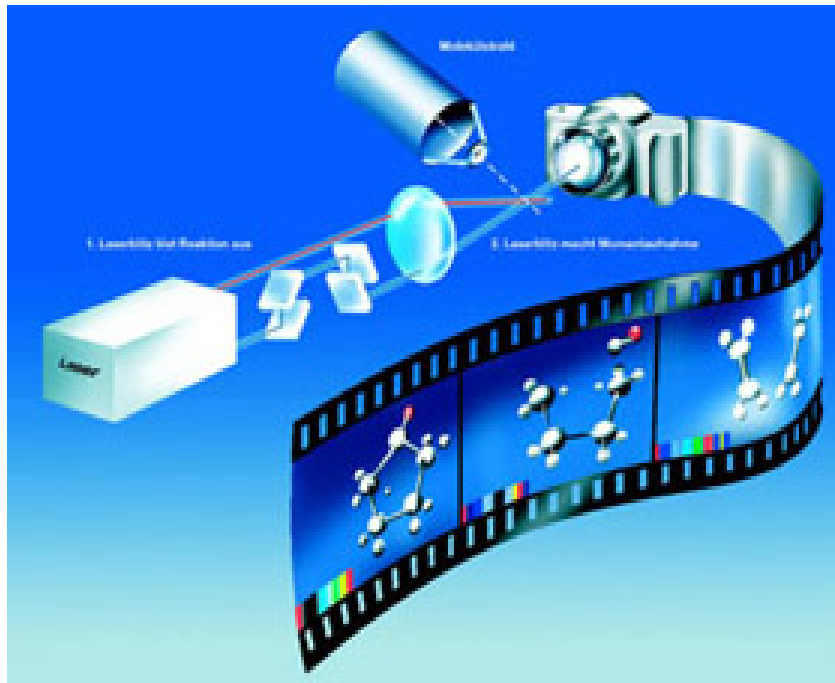


- Dengeyi sağlamak için asla bileşikleri değiştirmeyiniz.



Kimyasal tepkimeleri yazarken dikkatli
olmazsak neler olur ?





Chloroplast: function / Summation equation of photosynthesis

Photosynthesis



Drag the molecules required for photosynthesis into the chloroplast.

Denklem denkleştirilmesindeki stratejiler

- 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 denkleştiriniz.
- Katsayılar tam sayı yada kesirli sayı olabilir. Bir denklem bir yada daha çok kesirli katsayı ile denkleştirilebilir. Bu durumda, tüm katsayıları uygun bir çarpanla çarparak kesirli sayıdan kurtulabilirsiniz.

ÖRNEK

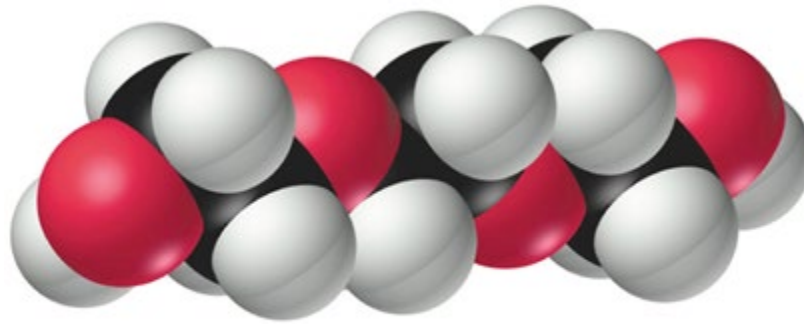
Amonyak ve oksijenin reaksiyonunu denkleştiriniz.



Örnek 4-2

C-H-O içeren bir bileşiğin yanma reaksiyonunun eşitliğinin yazılması ve denkleştirilmesi:

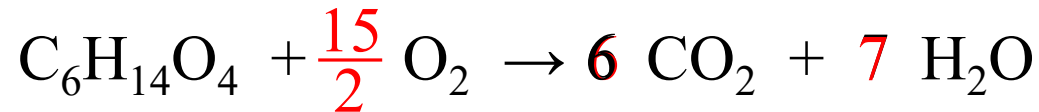
Sıvı trietilen glikol, $C_6H_{14}O_4$, vinil ve poliüretan plastikleri için çözücü olarak kullanılır. Bu bileşiğin tam yanmasını yazarak denklemi denkleştiriniz.



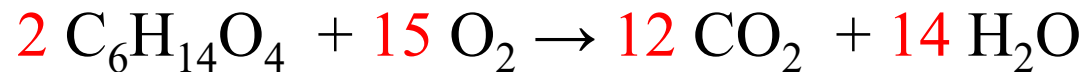
Trietilen glikol

Örnek 4-2 devamı

Kimyasal denge:



1. C dengesi
2. H dengesi
3. O dengesi
4. 2 ile çarpma



Bütün elementleri kontrol ediniz.

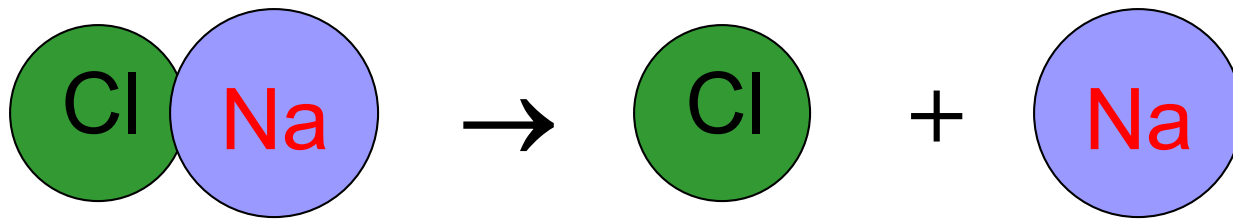


Bozunma tepkimesinde bir madde, daha basit bileşiklere parçalanır.

Sentez tepkimesinde ise, basit maddelerden, daha karmaşık maddeler elde edilir.

Bozunma (Decomposition) tepkimesi

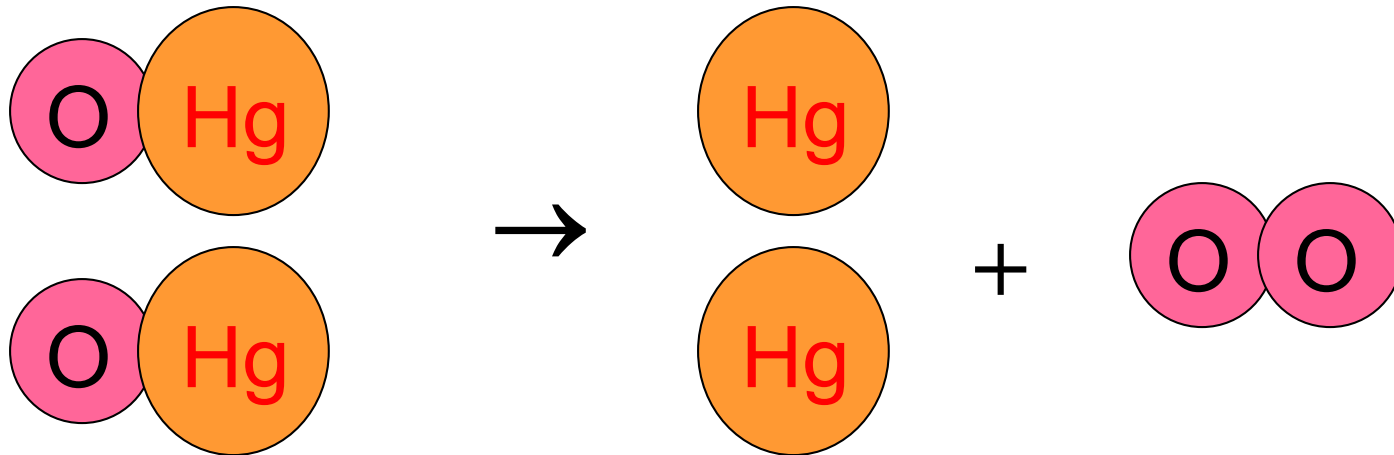
Örneğin: NaCl



Genelleme: $AB \rightarrow A + B$

Bozunma (digestion) tepkimesi

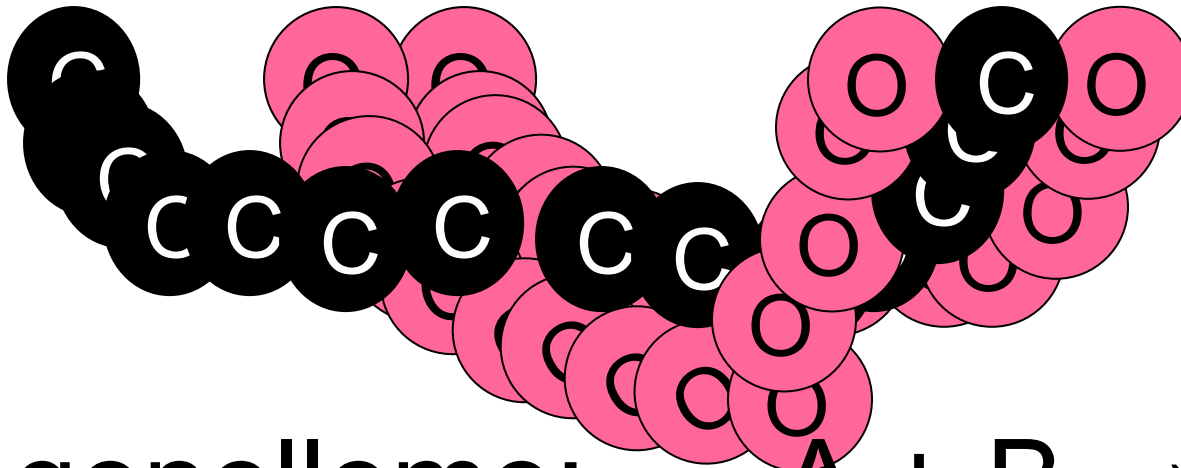
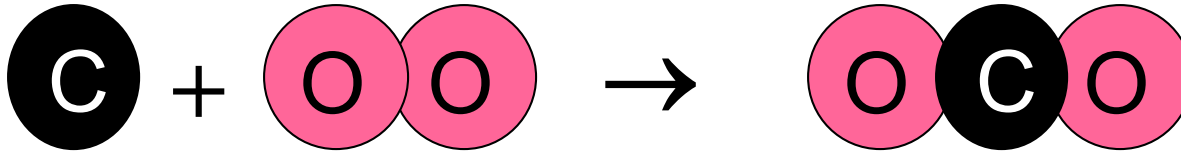
Örneğin; 2HgO



Genelleme: $\text{AB} \rightarrow \text{A} + \text{B}$

Sentez tepkimesi

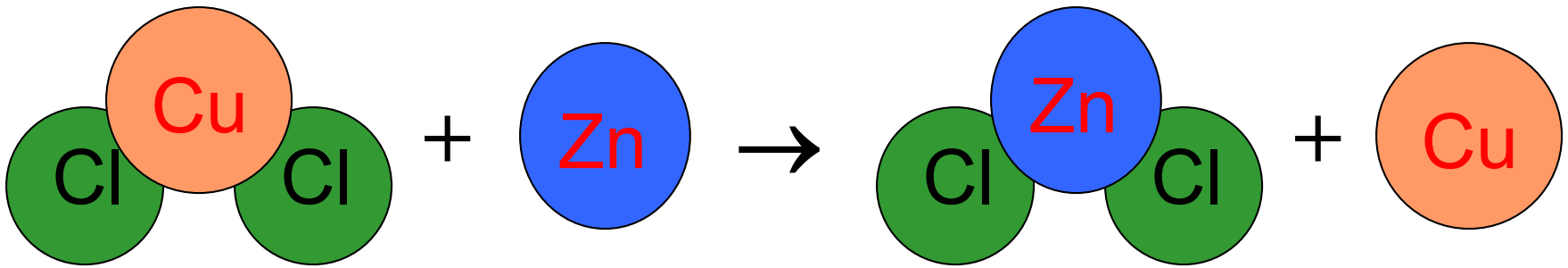
Örneğin; $C + O_2$



genelleme: $A + B \rightarrow AB$

Tekli yer değıştirme tepkimesi

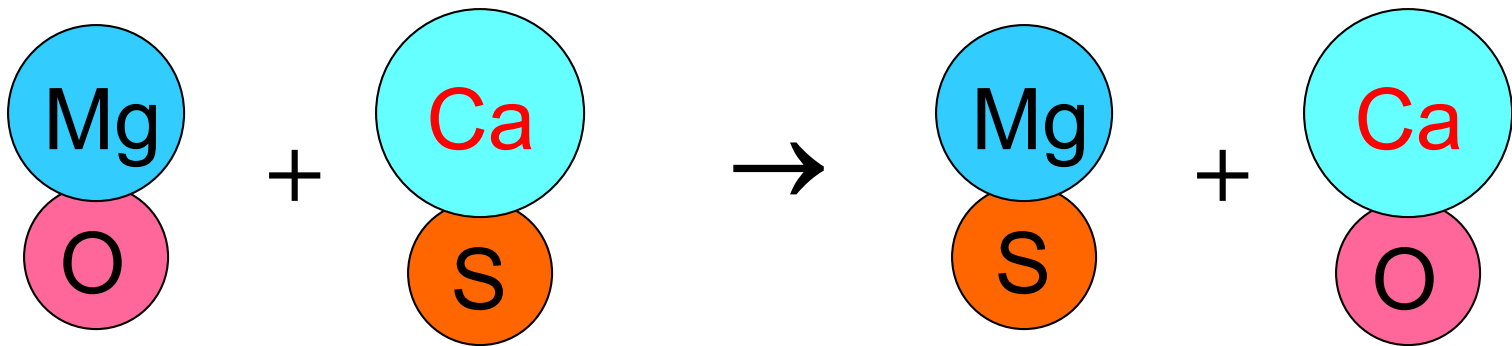
Örneğın: $\text{Zn} + \text{CuCl}_2$



Genelleme: $\text{AB} + \text{C} \rightarrow \text{AC} + \text{B}$

Çiftli yer değiştirme tepkimesi

Örneğin: $\text{MgO} + \text{CaS}$



Genelleme: $\text{AB} + \text{CD} \rightarrow \text{AD} + \text{CB}$

Kimyasal Eşitlik ve Stokiyometri

Yunanca *stoicheion* element anlamına gelir.

Formüller ve tüm kimyasal denklemler için sayısal ilişkileri içerir.

Stokiyometrik faktör; mol esasına göre, tepkimeye katılan herhangi iki maddenin miktarları ile ilgilidir.

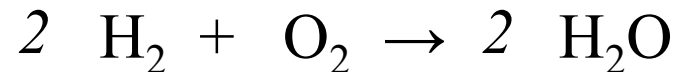
Örnek 4-3

Tepken ve ürünlerin mol sayıları arasındaki ilişki;

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

Kimyasal dengeyi yaz:

Kimyasal eşitliği denkleştir

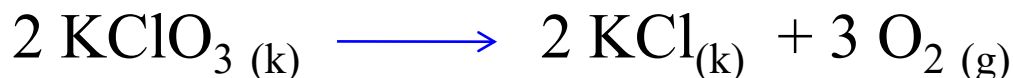


Stokiyometrik faktör ve mol oranlarına göre

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

Örnekler

1- 1,76 mol KClO_3 bozunmasından aşağıdaki denkleme göre kaç mol O_2 elde edilir?



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

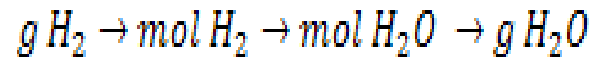
2- 1,00 kg Ag_2O bozunmasından kaç mol Ag elde edilir? (
Ag:107,870 g/mol, O = 15,999 g/mol)



$$1 \text{ kg Ag}_2\text{O} \times 1000 \text{ g} / 1 \text{ kg} \times 1 \text{ mol Ag}_2\text{O} / 231,739 \text{ g} \times 4 \text{ mol Ag} / 2 \text{ mol Ag}_2\text{O} = 8,63 \text{ mol Ag}$$

Örnek 4-4

Aşırı O_2 ile 4,16 g H_2 nin tepkimesinden oluşan H_2O kütlesini hesaplayınız?



$$g H_2O = 4,16 g H_2 \times \frac{1 mol H_2}{2,016 g H_2} \times \frac{2 mol H_2O}{2 mol H_2} \times \frac{18,02 g H_2O}{1 mol H_2O} = 37,2 g H_2O$$



Son kontrol:

Tüketilen her bir H_2 'ye karşılık 1 mol H_2O oluşur. H_2O 'nun kütlesi H_2 'nin kütlesinden büyük olduğundan H_2O kütlesi (37,2 g) H_2 'nin kütlesinden (4,16 g) büyük olmalıdır.

Örnek 4-5

Tepkimeye göre, 6,86 g H₂ nin tamamen yanması durumunda kaç g O₂ (g) tüketilir? Hesaplayınız.



$$g \text{ O}_2 = 6,86 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2,016 \text{ g H}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{32,00 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 54,4 \text{ g O}_2$$

$$6,86 + 54,4 = 61,26 \text{ g su}$$

Son kontrol:

2 mol H₂'ye karşılık 1 mol O₂ tüketilir. O₂'nin mol kütlesi H₂'nin mol kütlesinden büyük olduğundan tüketilen O₂'nin kütlesinin (54,4 g) H₂'nin kütlesinden (6,86 g) büyük olacaktır.

Stokiyometrik hesaplamalar



Dönüşüm hesaplamalarında,

- ❑ Hacim
- ❑ Yoğunluk
- ❑ Yüzde bileşim

gibi dönüşüm faktörleri kullanılabilir.

Denklemden elde edilen uygun STOKİYOMETRİK
FAKTÖRÜ kullanmalıyız.

Örnek 4-6

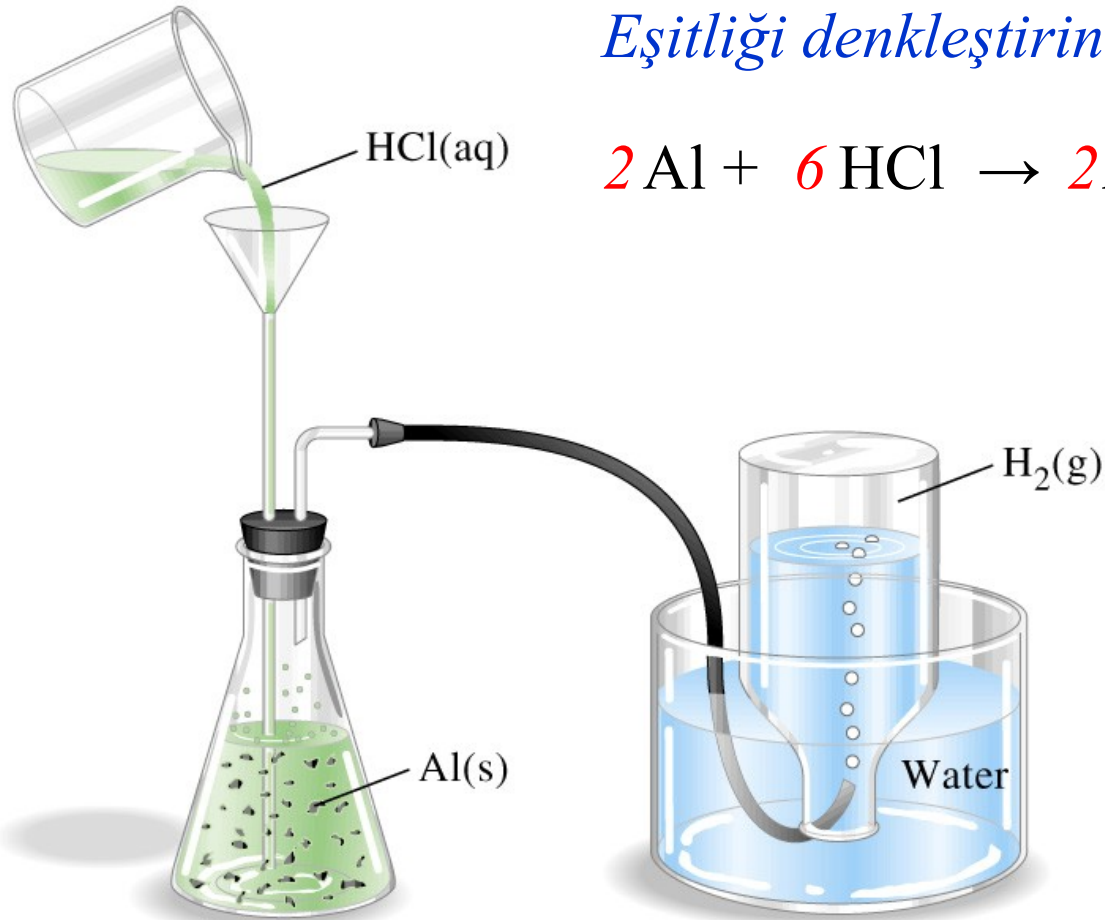
Stokiyometrik hesaplamalarda hacim, yoğunluk ve yüzde bileşim gibi dönüşümlerin kullanılması;

Uçak yapımında kullanılan bir alaşım kütlece % 93,7 Al ve % 6,3 Cu içermektedir. Alaşımın yoğunluğu $2,85 \text{ g/cm}^3$ ve $0,691 \text{ cm}^3$ alaşım parçası aşırı miktarda HCl(aq) ile tepkimeye giriyor. Eğer Cu tepkimeye girmediği varsayılır ve Al tamamının HCl ile reaksiyona girdiği kabul edilirse, elde edilen H_2 'nin kütlesi ne olur? Hesaplayınız.

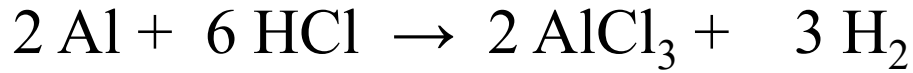
Örnek 4-6 devamı

Kimyasal dengeyi yazın:

Eşitliği denkleştirin:



Örnek 4-6 devamı



Stratejik plan:

cm^3 alaşım $\rightarrow$ g alaşım $\rightarrow$ g Al $\rightarrow$ mol Al $\rightarrow$ mol H_2 $\rightarrow$ g H_2

5 dönüştürme faktörü gerekli!

Denklemini yazalım ve hesaplayalım:

$$m_{\text{H}_2} = 0,691 \text{ cm}^3 \text{ alaşım} \times \frac{2,85 \text{ g alaşım}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{97,3 \text{ g Al}}{100 \text{ g alaşım}} \times$$

$$\frac{1 \text{ mol Al}}{26,98 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{2,016 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0,207 \text{ g H}_2$$

Örnek 4-7

Kütlece % 28,0'lık HCl çözeltisinin yoğunluğu 1,14 g/mL'dir.



Tepkimesine göre 1,87 g Al ile tepkime vermek üzere, bu çözeltiden kaç mL almak gereklidir?

$$g \text{ Al} \rightarrow \text{mol Al} \rightarrow \text{mol HCl} \rightarrow g \text{ HCl} \rightarrow g \text{ HCl çöz.} \rightarrow \text{mL HCl çöz.}$$

$$\begin{aligned} \text{mL HCl çöz.} &= 1,87 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{26,98 \text{ g Al}} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{36,46 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{100,0 \text{ g HCl çöz.}}{28,0 \text{ g HCl}} \\ &\quad \times \frac{1 \text{ mL HCl çöz.}}{1,14 \text{ g HCl}} = 23,8 \text{ mL HCl çöz.} \end{aligned}$$

4-7 Alternatif çözüm yolu

2 mol Al= 6 mol HCl tepkime veriyor.

$$n_{\text{Al}} = 1,87 / 26,98 = 0,0693 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{Al}} \times 6 / 2 = 0,2079 \text{ mol HCl}$$

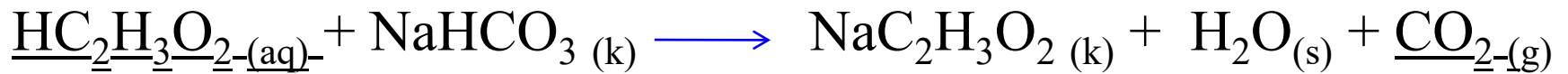
$$m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \times 36,46 \text{ g/mol} = 7,5811 \text{ g HCl}$$

% 28,0'lik olduğuna göre; $7,5811 \times 100/28 = 27,0753 \text{ g HCL çöz.}$

$d=1,14 \text{ g/mL olduğundan; } 27,0753 / 1,14 = 23,75 \text{ mL} \cong \mathbf{23,8 \text{ mL}}$

Örnek

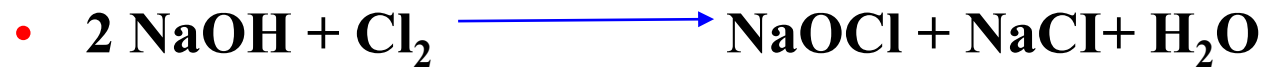
Bir sirke örneği kütlece % 4,0 $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ içermektedir. Bu sirke NaHCO_3 (yemek sodası) ile etkileşerek CO_2 veriyor.



5,00 mL sirke aşırı NaHCO_3 katısı ile etkileştirildiğinde kaç g karbondioksit gazı elde edilir? Kullanılan sirkenin yoğunluğu 1,01 g/mL'dir. Hesaplayınız.

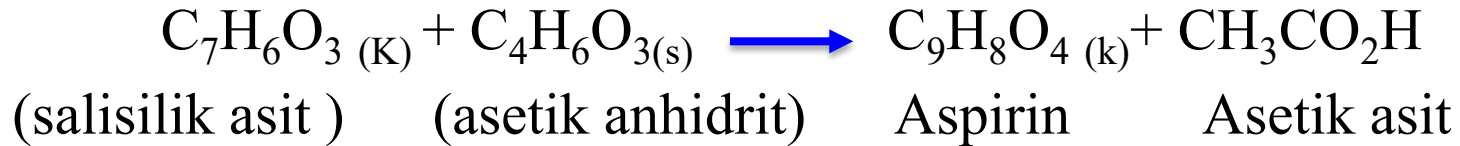
$$\begin{aligned} &5,00 \text{ mL sirke} \times 1,01 \text{ g} / 1 \text{ mL sirke} \times 4 \text{ g CH}_3\text{COOH} / 100 \text{ g sirke} \times \\ &1 \text{ mol CH}_3\text{COOH} / 60 \text{ g} \times 1 \text{ mol CH}_3\text{COOH} / 1 \text{ mol CO}_2 \times 44 \text{ g} / \\ &1 \text{ mol CO}_2 = 0,148 \text{ g CO}_2 \end{aligned}$$

- Evlerde çamaşır suyu olarak bilinen NaOCl sulu çözeltileri, sodyum hidrositin klorla tepkimesinden hazırlanır. 25 g Cl₂ ile tepkimeye girmek için kaç gram NaOH gereklidir?



- $25 \text{ g Cl}_2 \times 1 \text{ mol Cl}_2 / 70,9 \text{ g} \times 2 \text{ mol NaOH} / 1 \text{ mol Cl}_2 \times 40 \text{ g} / 1 \text{ mol} =$
28,2 g NaOH

- Aspirin, aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi, salisilik asidin asetik anhidritle tepkimesinden hazırlanır.



4,50 g salisilik asitle tepkimeye girmesi için kaç gram asetik anhidrit gereklidir?

$$\begin{aligned} &4,50 \text{ g salisilik asit} \times 1 \text{ mol} / 138 \text{ g} \times 1 \text{ mol asetik anhidrit} / 1 \text{ mol} \\ &\quad \text{salisilik asit} \times 102 \text{ g} / 1 \text{ mol} = \\ &\quad 3,326 \text{ g asetik anhidrit} \end{aligned}$$

- Hidrazin, N_2H_4 , bir zamanlar roketleri ateşleyici olarak kullanıldı, oksijen ile tepkimeye girer: (N=14 , H=1, O=16)



14,5 g N_2H_4 ile tepkimeye girmesi için kaç gram O_2 gereklidir ?

- $14,5 \text{ g } \text{N}_2\text{H}_4 \times 1 \text{ mol} / 32 \text{ g} \times 1 \text{ mol } \text{O}_2 / 1 \text{ mol } \text{N}_2\text{H}_4 \times 32 \text{ g} / 1 \text{ mol} =$

14,5 g O_2



0,5 mol AgBr ile oluşan su ? $0,5 \text{ mol AgBr} \times 2 \text{ mol H}_2\text{O} / 2 \text{ mol AgBr} = 0,5 \text{ mol}$



1,32 g Al ile reaksiyona girecek demir (II)oksit bileşiği kaç tanedir?

$$1,32 \text{ g Al} \times 1 \text{ mol} / 26,9815 \text{ g} \times 1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 / 2 \text{ mol Al} \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ tane Fe}_2\text{O}_3 / 1 \text{ mol} =$$

$$1,47 \cdot 10^{22} \text{ tane Fe}_2\text{O}_3$$



5,02.10²¹ tane Mg atomunun reaksiyona girmesi sonucu kaç gram H₂ gazı oluşur?

$$5,02.10^{21} \text{ tane Mg} \times 1 \text{ mol} / 6,02.10^{23} \text{ tane} \times 1 \text{ mol H}_2 / 1 \text{ mol Mg} \times 2,016 \text{ g} / 1 \text{ mol} =$$

$$\mathbf{0,0168 \text{ g H}_2}$$



32,8 g suyun reaksiyonu sonucu oluşacak fosforik asit kaç gramdır?

$$32,8 \text{ g H}_2\text{O} \times (1 \text{ mol} / 18 \text{ g}) \times (4 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 / 6 \text{ mol H}_2\text{O}) \times (98 \text{ g} / 1 \text{ mol}) =$$

$$\mathbf{119,05 \text{ g H}_3\text{PO}_4}$$



Çözeltide Kimyasal Tepkimeler

Kimyasal tepkimelerin pek çoğu çözeltilerde gerçekleşir. Bunun nedeni; çözelti içersinde, tepkenlerin karıştırılarak atomlar, iyonlar ve moleküller arasında tepkime için gerekli yakın temasın sağlanabilmesidir.



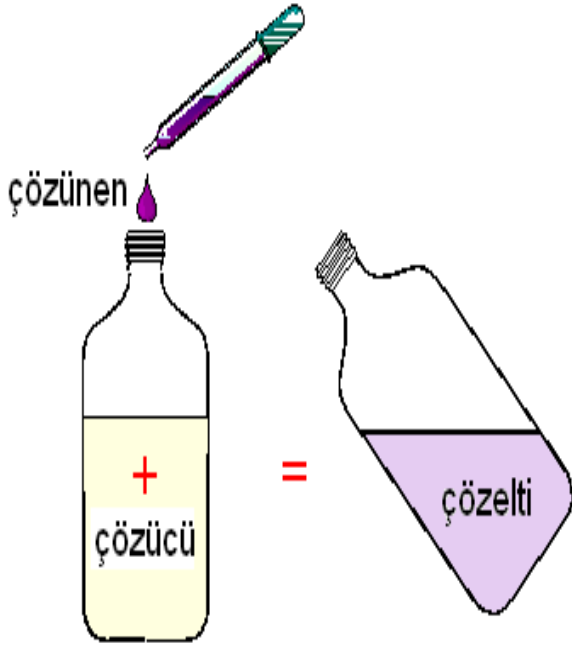
Stokiyometri ile geçerli olan bilgiler burada da geçerlidir.



Çözücü ve çözünen

ÇÖZÜCÜ: Miktarı fazla olan maddedir.

Çözeltinin katı, sıvı ve gaz halinde olup olmadığını belirler.

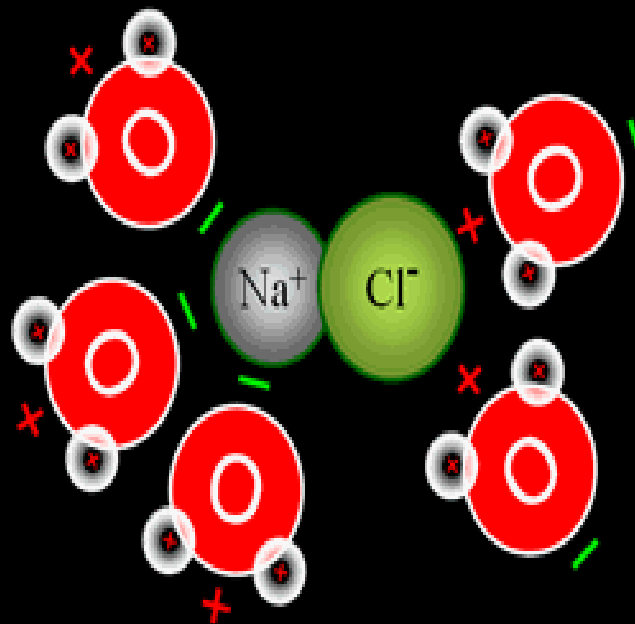


ÇÖZÜNEN: Miktarı az olan maddedir.

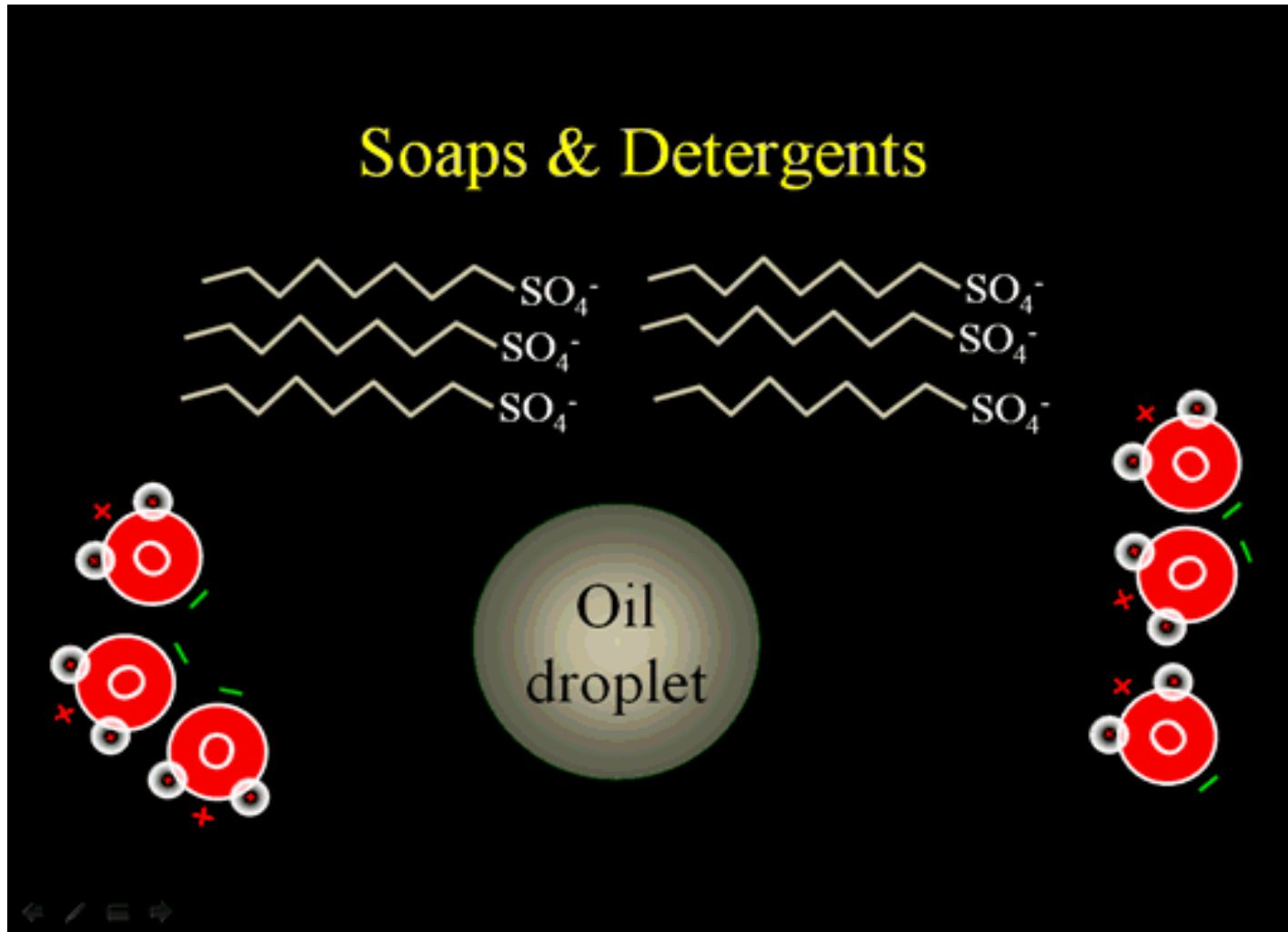
Çözücü içerisinde çözünen maddedir.

Su en yaygın çözücüdür

Water: the Universal Solvent



Deterjan suda nasıl çözünür?

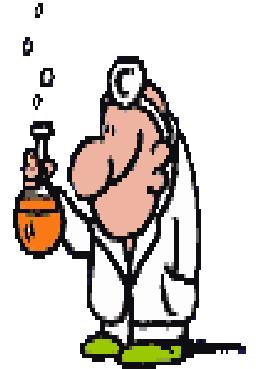


Molarite

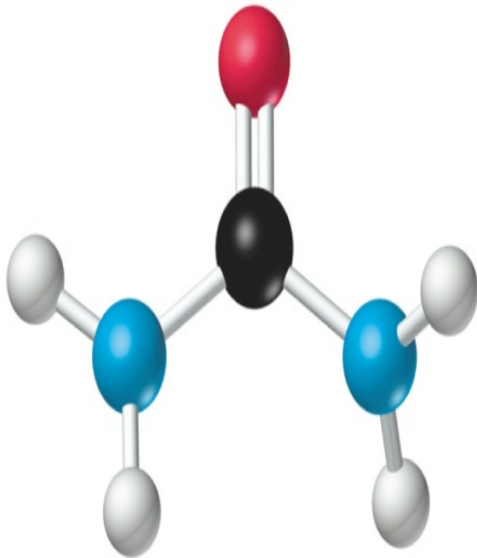
Çözeltinin derişimini (konsantrasyonu) belirten birimlerden biridir.

Bir litre (L) çözeltide çözünmüş maddenin mol sayısını veren derişim birimi MOLARİTE'dir.

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



0,444 mol üre yeterli miktarda saf su ile çözülerek 1 L'ye tamamlandığında, çözeltinin derişimini M olarak hesaplayınız.



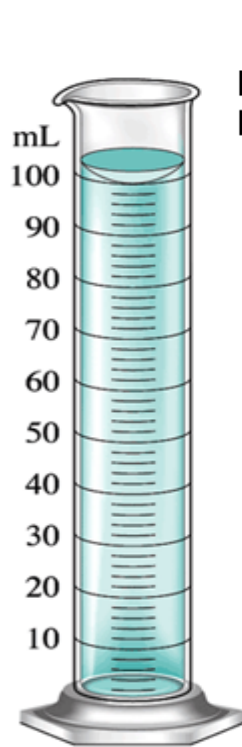
Urea

$$c_{\text{üre}} = \frac{0,444 \text{ mol üre}}{1,000 \text{ L}} = 0,444 \text{ M CO(NH}_2)_2$$

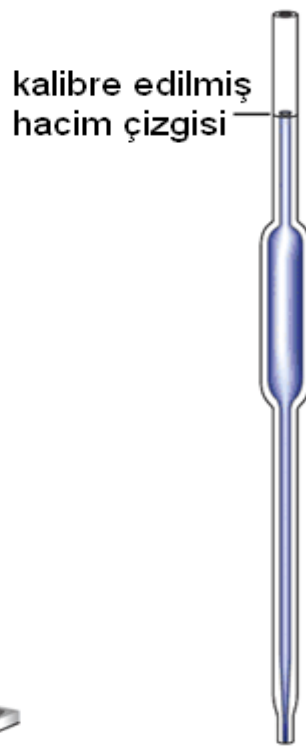
$$\frac{0,444 \text{ mol üre}}{0,500 \text{ L}} = 0,888 \text{ M CO(NH}_2)_2$$

Çözelti hazırlama

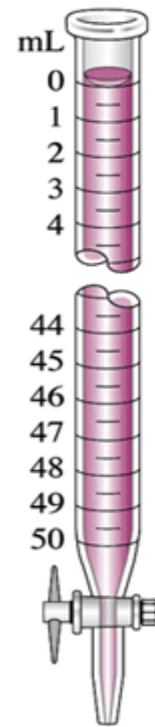
1- Kullanılacak malzemeler



100-mL
mezür



25-mL pipet



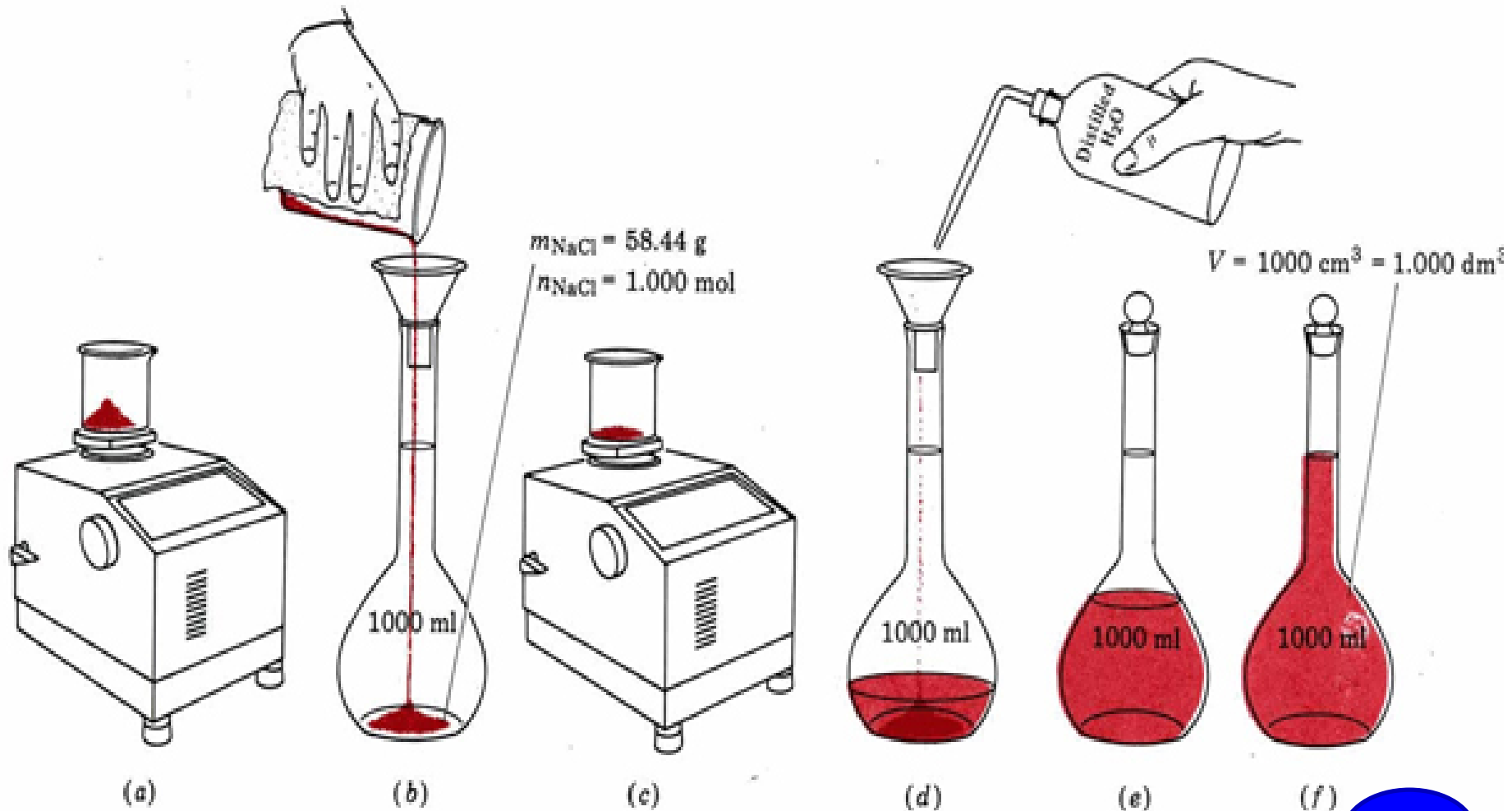
50-mL
büret



250-mL
ölçü kabı veya
balon joje

Çözelti hazırlama

2- Tartım, Çözme ve Çözelti tamamlama



Örnek 4-8

25 mL etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($d=0,789 \text{ g/mL}$), üzerine yeterince saf su eklenerek 250,0 mL'lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin etanol derişimini hesaplayınız.

$$\text{mol etanol} = 25 \text{ mL etanol} \times \frac{0,789 \text{ g etanol}}{1 \text{ mL etanol}} \times \frac{1 \text{ mol etanol}}{46,07 \text{ g etanol}} = 0,428 \text{ mol etanol}$$

$$\text{Molarite (M)} = \frac{0,428 \text{ mol etanol}}{0,250 \text{ L çöz.}} = 1,71 \text{ M etanol}$$

Örnek 2: 22,3 g aseton [$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$] örneğinden 125 mL'lik çözelti hazırlanıyor. Asetonun molaritesini hesaplayınız.

Örnek 3: 15 mL asetik asit [CH_3COOH] ($d=1,048 \text{ g/mL}$), yeteri kadar suda çözülerek 500 mL'ye tamamlanıyor. Çözeltideki asetik asit molaritesini hesaplayınız.

Örnek

Molaritesi bilinen bir çözeltide çözünen kütlelerinin hesaplanması;

Tam 0,2500 L ve 0,250 M sulu K_2CrO_4 çözeltisi hazırlanmak isteniyor. Gerekli K_2CrO_4 kütlesi nedir?

Stratejik plan: Hacim $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ kütle

2 çevirme faktörü!

Denklem yazılması ve hesaplama:

$$m_{K_2CrO_4} = 0,2500 \text{ L} \times \frac{0,250 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} \times \frac{194,02 \text{ g}}{1,00 \text{ mol}} = 12,1 \text{ g}$$

Örnekler

- 1- 25 °C'de NaNO_3 ile doymuş bir çözelti 10,8 M NaNO_3 içeriyor. Aynı sıcaklıkta bu çözeltinin 125 mL'sinde kaç gram NaNO_3 bulunur?
- 2- 355 mL 0,455 M Na_2SO_4 çözeltisi hazırlamak için kaç gram $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ gerekmektedir?

????????????????

konsantre
portakal suyu

+

üç eşit kap su



kariřtır



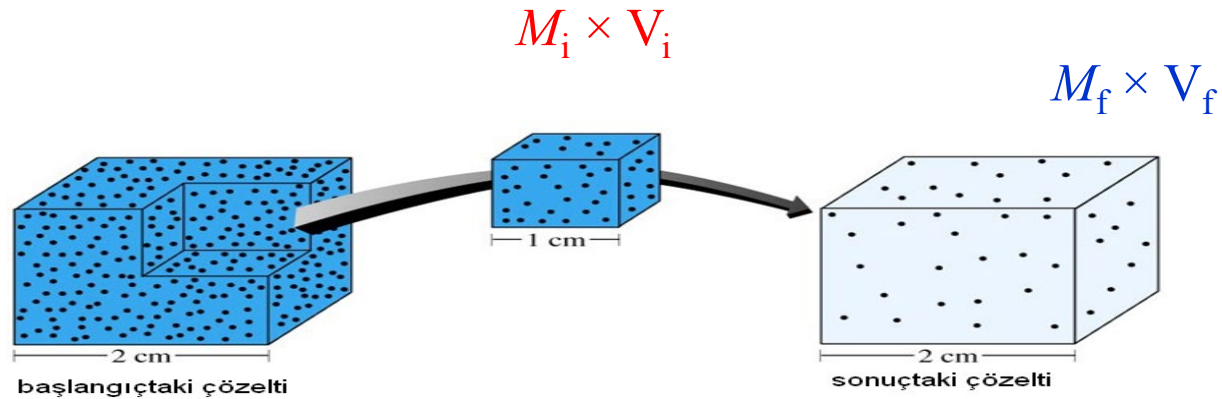
1 kap portakal suyu +

3 kap su

=

4 kap portakal suyu

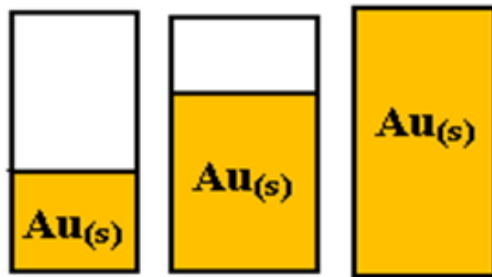
Çözeltinin seyreltilmesi



$$M = \frac{n}{V}$$

$$M_i \times V_i = n_i = n_f = M_f \times V_f$$

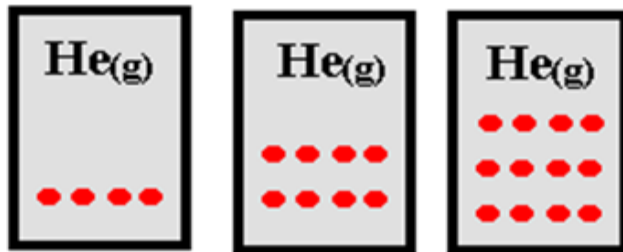
$$M_f = \frac{M_i \times V_i}{V_f} = M_i \frac{V_i}{V_f}$$



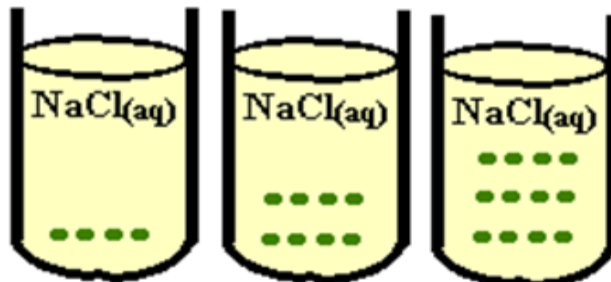
AYNI MOLARİTE !



AYNI MOLARİTE !



FARKLI MOLARİTE !!!!!



FARKLI MOLARİTE !!!!!

Örnek 4-10

Seyreltme ile çözelti hazırlama,

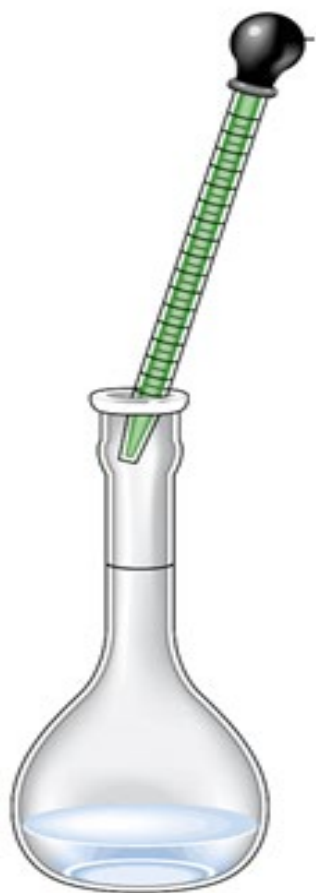
Kimyasal analiz işleminde 0,0100 M K_2CrO_4 çözeltisine ihtiyaç duyulmaktadır. Laboratuvar ortamında mevcut olan 0,250 M K_2CrO_4 çözeltisinden 250 mL 0,0100 M K_2CrO_4 çözeltisi nasıl hazırlanır?

Stratejik plan:

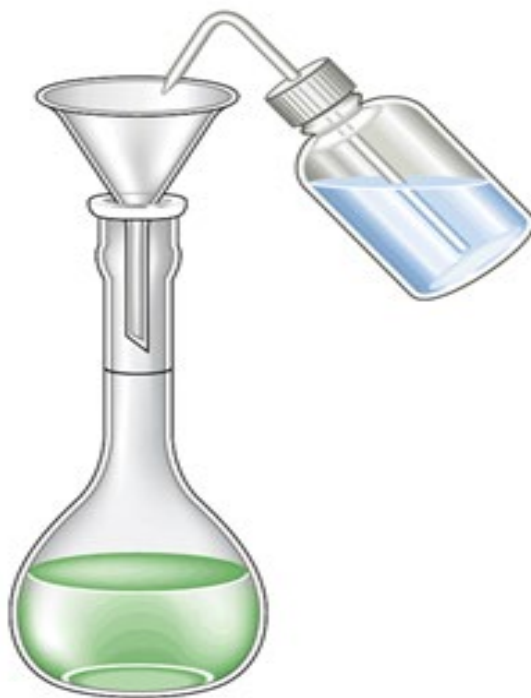
$$M_f = M_i \frac{V_i}{V_f} \qquad V_i = V_f \frac{M_f}{M_i}$$

Hesaplama:

$$V_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = 0,2500 \text{ L} \times \frac{0,0100 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} \times \frac{1,000 \text{ L}}{0,250 \text{ mol}} = 0,0100 \text{ L}$$



(a)



(b)



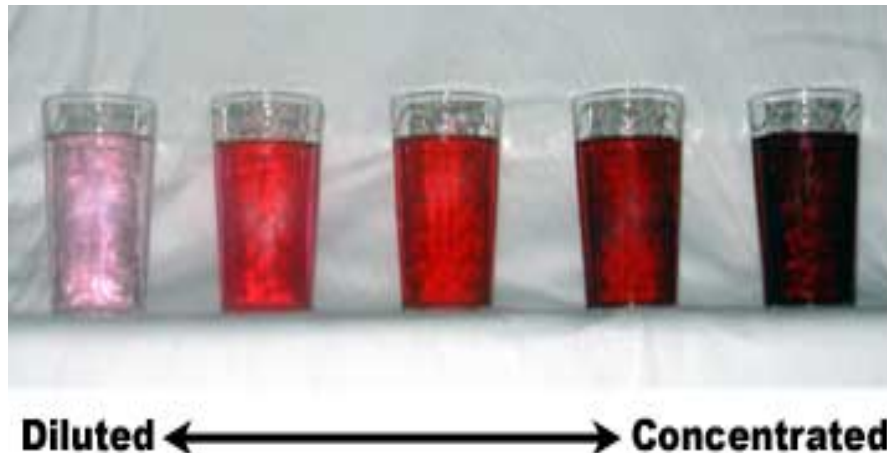
(c)

Çözeltiler için kullanılan terimler

STOK ÇÖZELTİ: Konsantre olarak hazırlanmış çözeltilerdir.

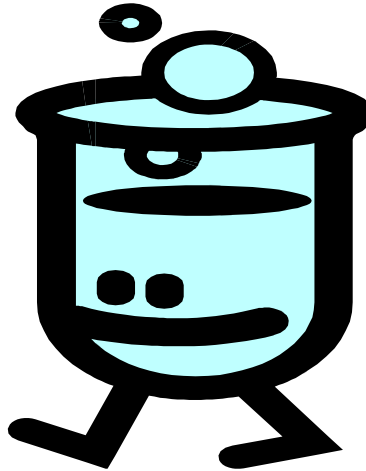
DERİŞİK ÇÖZELTİ: Çözünen ve çözücü oranının yüksek olduğu çözeltilerdir. (5 M NaCl)

SEYRELTİK ÇÖZELTİ: Çözünen ve çözücü oranı düşük çözeltilerdir. (0,01 M NaCl)



Çözelti tepkimelerinin stokiyometrisi

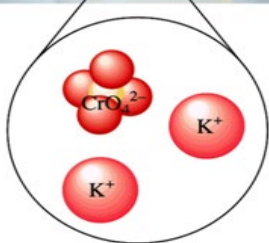
Belli molaritede bir çözüeltiden belirli hacimde bir çözelti aldığımızda, çözünenin mol sayısı belirlenmiş olur.



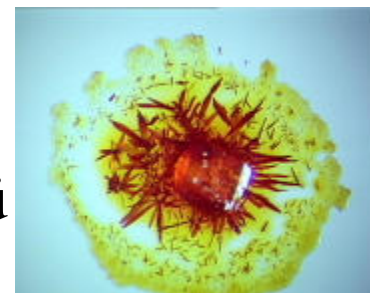
Stokiyometrik hesaplamalarda mol yerine hacimler ve molarite de kullanılabilir.

Örnek

Aşırı AgNO_3 (aq) içersine 0,250 M 25,00 mL K_2CrO_4 çözeltisi ekleniyor çöken Ag_2CrO_4 (k) kütlesi nedir?



Mikroskop görüntüsü



$$g \text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 25 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0,250 \text{ mL } \text{K}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol } \text{K}_2\text{CrO}_4} \times \frac{331,7 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}$$

$$= 2,07 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4$$

Grafik kağıdı ile; $328 / 4 = 82$ kitapçık

Veri sayfası ile; $168 / 2 = 84$ kitapçık

Yönerge sayfası ile; 83 kitapçık

Ön sayfa ile; 87 kitapçık oluşturulabilir.

82 kitapçık oluşturulabileceği ve **SINIRLAYICI BİLEŞEN** bu sistem için grafik kağıdır.



Örnek 4-12

Fosfor triklorür, PCl_3 , benzin katkı maddesi, pestisit ve birçok ürünün eldesinde kullanılan ticari bir bileşiktir. Fosfor ve klorün doğrudan birleşmesi ile oluşur.



323 g Cl_2 ve 125 g P_4 tepkimeye girdiğinde kaç g PCl_3 oluşur?

Plan: başlangıç mol oranı ile birleşme mol oranlarını karşılaştıralım.

Örnek 4-12 devamı

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

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

$$\chi = \frac{n_{\text{Cl}_2}}{n_{\text{P}_4}} \quad \begin{array}{l} \chi_{\text{birleşme}} = 4,55 \text{ mol Cl}_2/\text{mol P}_4 \\ \chi_{\text{başlangıç}} = 6,00 \text{ mol Cl}_2/\text{mol P}_4 \end{array}$$

Klorür gazı sınırlayıcı bileşendir.

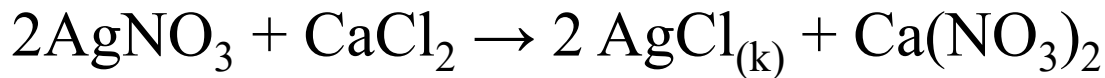
$$g \text{ PCl}_3 = 323 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70,91 \text{ g Cl}_2} \times \frac{4 \text{ mol PCl}_3}{6 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{137,3 \text{ g PCl}_3}{1 \text{ mol PCl}_3} = 417 \text{ g PCl}_3$$

ÖRNEK

75 g AgNO_3 ve 50 g CaCl_2 den kaç gram $\text{AgCl}_{(k)}$ oluşur? (Ag: 107,8, Ca: 40 Cl: 35,5 g/mol)

Yanıt: Kimyasal tepkimelere katılan maddeler ortama birbirine eşdeğer miktarlarda konulmamışsa, tepkime denklemine göre daha az olan madde ürün oluşumunu kısıtlar, bu maddeye SINIRLAYICI BİLEŞEN adı verilir.

Önce tepkime denklemi yazılarak denkleştirilmelidir



$$75\text{gAgNO}_3 \times \frac{1\text{molAgNO}_3}{169,8\text{gAgNO}_3} \times \frac{1\text{molAgCl}}{1\text{molAgNO}_3} \times \frac{143,3\text{gAgCl}}{1\text{molAgCl}} = 63,3\text{gAgCl}$$

$$50\text{gCaCl}_2 \times \frac{1\text{molCaCl}_2}{111\text{gCaCl}_2} \times \frac{2\text{molAgCl}}{1\text{molCaCl}_2} \times \frac{143,3\text{gAgCl}}{1\text{molAgCl}} = 129,10\text{gAgCl}$$

Sınırlayıcı bileşen AgNO_3 olup onun izin verdiği kadar (63,3 g) AgCl oluşur.

Çözelti tepkimelerinin stokiyometrisi

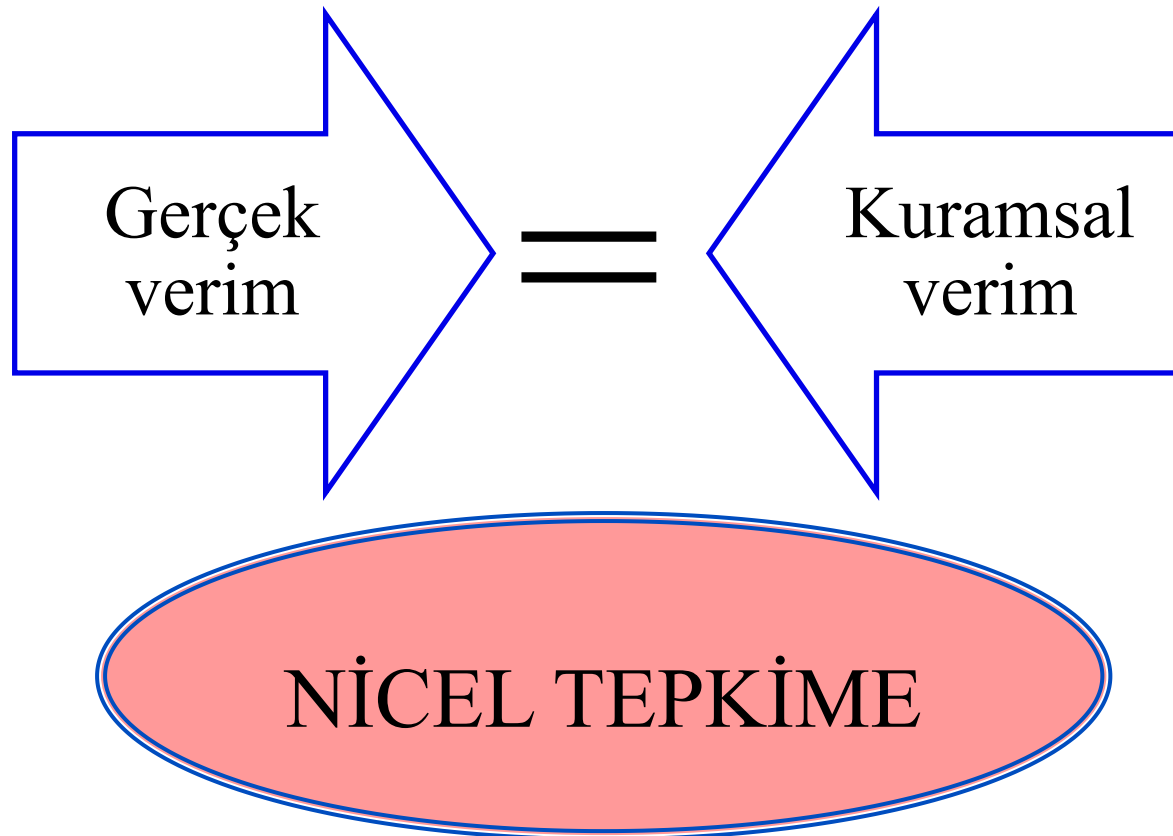
Kimyasal tepkimenin hesaplanan sonucuna gözlenen sonuç tam olarak uymayabilir.

Kuramsal verim bir kimyasal tepkimede oluşan *ürünün* hesaplanan miktarıdır.

Gerçek verim tepkime sonucunda oluşan ürünün miktarıdır.

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

Verim



**BU TEPKİMELER NİCEL KİMYASAL ANALİZLERDE
KULLANILIR.**

Tepkimeler ve verim

Bazı tepkimelerde, gerçek verim kuramsal verimden az olur ve yüzde verim düşük olur.

Bir kimyasal tepkime ürünü, nadiren saf olarak elde edilebilir. Saflaştırma işlemleri sırasında madde kaybı olabilir.

Tepkimeye giren maddeler, beklenenden başka tepkimelerde verebilir. Bu tepkimelere **YAN TEPKİMELER** ve oluşan ürünlere de **YAN ÜRÜNLER** denir.

Ardışık Tepkimeler, Eşzamanlı Tepkimeler ve Net Tepkimeler

Laboratuvar ve kimyasal üretim fabrikalarında, genelde **TEK BASAMAKLI** tepkimeler seçilir. Çünkü ürünler **YÜKSEK VERİMLİ** olur.

Ürünü oluşturmak üzere ardı ardına gerçekleşmesi gereken tepkimeler dizisine **ARDIŞIK TEPKİMELELER** denir.

İki yada daha fazla madde bağımsız olarak; birbiri ile aynı zamanda AYRI TEPKİMELELER oluşturuyorsa, **EŞZAMANLI TEPKİMELELER** denir.

Hesaplama yapılırken *stokiyometrik faktör* kullanılır.

Ardışık Tepkimeler, Eşzamanlı Tepkimeler ve Net Tepkimeler

Genel olarak ardı ardına oluşan kimyasal tepkimeleri birleştirebilir ve tepkime dizisinin türünü simgeleyen bir tek kimyasal tepkime yazılabilir.

Birleştirilmiş tepkimeye **NET TEPKİME** ve tepkimenin eşitliğine de **NET EŞİTLİK** adı verilir.

Çözüm için her tepkimeyi kullanmak yerine **NET TEPKİME** kullanılır.

Çok basamaklı bir tepkimenin bir basamağında üretilip diğer basamağında tüketilen herhangi bir bileşiğe **ARA ÜRÜN** adı verilir.

ÖRNEK

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



CEVAP:

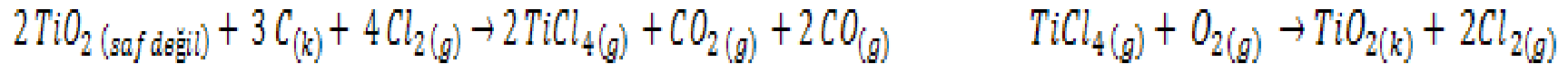
Kuramsal verimin % 83'ü kadar, yani 25 g C_6H_{10} elde etmeyi istiyoruz.

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

$$\begin{aligned} g C_6H_{11}OH &= 30 \text{ g } C_6H_{10} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{10}}{82,1 \text{ g } C_6H_{10}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{11}OH}{1 \text{ mol } C_6H_{10}} \times \frac{100,2 \text{ g } C_6H_{11}OH}{1 \text{ mol } C_6H_{11}OH} \\ &= 37 \text{ g } C_6H_{11}OH \end{aligned}$$

ÖRNEK

TiO₂ boyalarda beyaz renk verici olarak çok yaygın olarak kullanılır. Doğal TiO₂ renkli safsızlıklardan kurtarılmalıdır. Bir yöntemle; katı TiO₂ gaz halindeki TiCl₄ e dönüştürülür. Sonra tekrar katı hale döndürülür. Bu yöntemle 1,00 kg saf TiO₂ elde etmek için kullanılacak karbonun kütlesi nedir?



CEVAP:

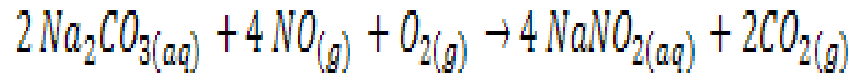
İşlem basamakları saf üründen başlanarak sondan geriye doğru işlem yapılarak tepken olan C' a ulaşılır.

$$\begin{aligned} g\ C &= 1,00\ kg\ TiO_2 \times \frac{1000\ g\ TiO_2}{1\ kg\ TiO_2} \times \frac{1\ mol\ TiO_2}{79,88\ g\ TiO_2} \times \frac{1\ mol\ TiCl_4}{1\ mol\ TiO_2} \times \frac{3\ mol\ C}{2\ mol\ TiCl_4} \times \frac{12,01\ g\ C}{1\ mol\ C} \\ &= 226\ g\ C \end{aligned}$$

ÖRNEK

1,50 M 225 mL $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ içinden 22,1 g NO ve aşırı miktarda O_2 geçiriliyor ve % 95 verimle NaNO_2 elde ediliyor. Oluşan NaNO_2 kütlesini hesaplayınız.

ÇÖZÜM: 1- Öncelikle tepkime eşitliği yazılır.



2- Sınırlayıcı bileşeni belirleyiniz.

$$\text{mol Na}_2\text{CO}_3 = 0,225 \text{ mL çöz.} \times \frac{1,50 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{\text{L çöz.}} = 0,338 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

$$\text{mol NO} = 22,1 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30,01 \text{ g NO}} = 0,736 \text{ mol NO}$$

$$\text{Deneysel oran } \frac{\text{mol NO}}{\text{mol Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,736}{0,338} = 2,18$$

Eşitlikteki oran ise 2:1 dir.

Deneysel oran eşitlikteki orandan fazla olduğundan NO fazladır. Sınırlayıcı bileşen Na_2CO_3 'dır.

54.sf ÖRNEK devamı

3- Kuramsal verimi belirleyelim.

***** Kuramsal verim hesaplanması, sınırlayıcı bileşen esas alınarak yapılır.

$$g \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0,338 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{4 \text{ mol NaNO}_2}{2 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{69,00 \text{ g NaNO}_2}{1 \text{ mol NaNO}_2} = 46,6 \text{ g NaNO}_2$$

4- Gerçek verimi belirleyelim.

$$\text{gerçek verim} = \frac{\% \text{ verim} \times \text{kuramsal verim}}{100} = \frac{95 \times 46,6 \text{ g NaNO}_2}{100} = 44,3 \text{ g NaNO}_2$$

Bölümle ilgili sorular