



## واکنش در محلول های آبی

### فصل چهارم



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

یک **محلول** مخلوط همگنی از دو ماده یا مواد بیشتری است.  
 ماده ای که در مقدار کمتری حضور داشته باشد **ماده حل شدنی**  
 نامیده می شود.  
 ماده ای که در مقدار بیشتری (بزرگتری) حضور داشته باشد **حلال**  
 نامیده می شود.

<u>Solution</u>	<u>Solvent</u>	<u>Solute</u>
نوشابه (l)	H <sub>2</sub> O	Sugar, CO <sub>2</sub>
هوا (g)	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> , Ar, CH <sub>4</sub>
لحیم (s)	Pb	Sn



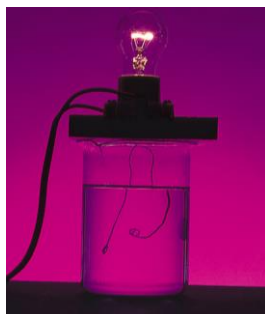
aqueous solutions  
of KMnO<sub>4</sub>

یک **الکترولیت** ماده ای است که وقتی در آب حل می شود، محلولی می دهد که می تواند رسانا (هادی جریان برق) باشد.

یک **غیر الکترولیت** جریان برق را وقتی که در آب حل می شود هدایت نمی کند.



nonelectrolyte



weak electrolyte

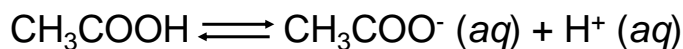
strong electrolyte  
3

عامل انتقال جریان برق در محلول؟

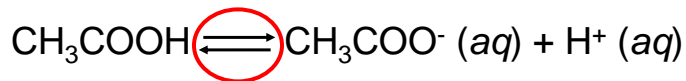
تفکیک 100% - الکترولیت قوی



کاملاً تفکیک نمی شود - الکترولیت ضعیف



یونیزاسیون استیک اسید

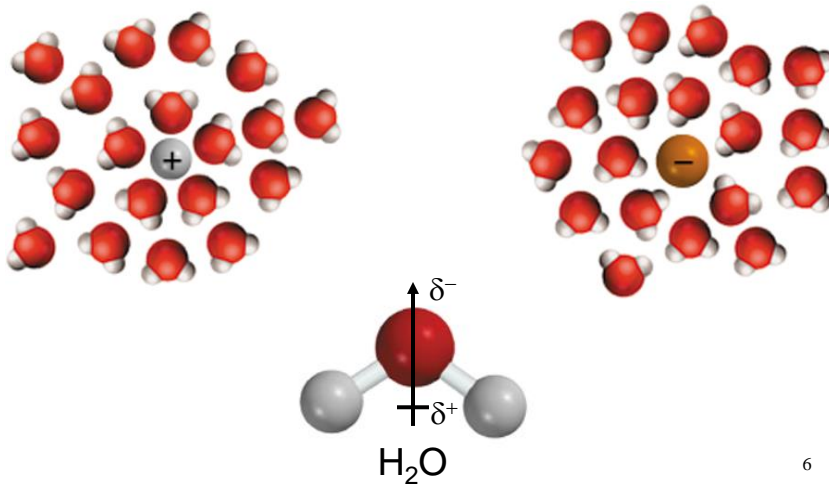


یک واکنش برگشتی: یعنی واکنش می تواند در دو جهت اتفاق افتد.

استیک اسید یک الکترولیت ضعیف است به علت اینکه در آب به طور کامل یونیزه نمی شود.

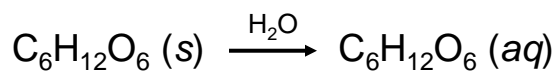
5

فرایندی که در آن هر یون به وسیله مولکول های آب در وضعیت خاص آرایش یافته اند را **آبدار شدن** (آبپوشی) می نامند.



6

چرا غیرالکترولیت ها جریان برق را هدایت نمی کنند؟



**TABLE 4.1** Classification of Solutes in Aqueous Solution

Strong Electrolyte	Weak Electrolyte	Nonelectrolyte
HCl	CH <sub>3</sub> COOH	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO (urea)
HNO <sub>3</sub>	HF	CH <sub>3</sub> OH (methanol)
HClO <sub>4</sub>	HNO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (ethanol)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> *	NH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (glucose)
NaOH	H <sub>2</sub> O <sup>†</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (sucrose)
Ba(OH) <sub>2</sub>		
Ionic compounds		

\*H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> has two ionizable H<sup>+</sup> ions.

<sup>†</sup>Pure water is an extremely weak electrolyte.

7

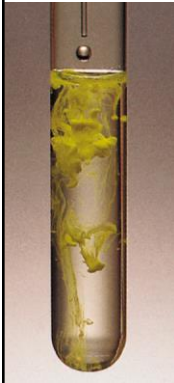
## انواع واکنش های شیمیایی

- واکنش های رسوبی
- واکنش های اسید و باز
- واکنش های اکسایش-کاهش

8

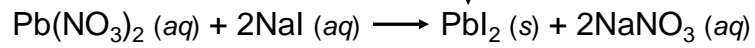
## واکنش های رسوبی

یک رسوب عبارت است از جامدی نامحلول که از محلول جدا می شود.

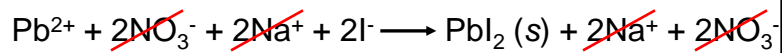


PbI<sub>2</sub>

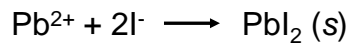
precipitate



معادله مولکولی



معادله یونی

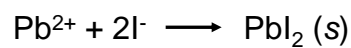
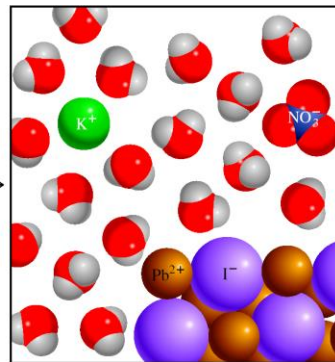
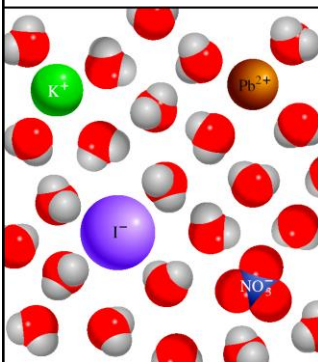


معادله یونی خالص

Na<sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> are یون های ناظر

9

## تشکیل رسوب سرب (II) یدید



PbI<sub>2</sub>

10

**حلالیت** بیشترین مقدار ماده حل شونده که می تواند در مقدار معینی از حلال در یک دمای مشخصی حل شود.

**TABLE 4.2 Solubility Rules for Common Ionic Compounds in Water at 25°C**

Soluble Compounds	Insoluble Exceptions
Compounds containing alkali metal ions ( $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Rb}^+$ , $\text{Cs}^+$ ) and the ammonium ion ( $\text{NH}_4^+$ )	
Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), and chlorates ( $\text{ClO}_3^-$ )	
Halides ( $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ )	Halides of $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , and $\text{Pb}^{2+}$
Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	Sulfates of $\text{Ag}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , and $\text{Pb}^{2+}$
Insoluble Compounds	Soluble Exceptions
Carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), chromates ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), sulfides ( $\text{S}^{2-}$ )	Compounds containing alkali metal ions and the ammonium ion
Hydroxides ( $\text{OH}^-$ )	Compounds containing alkali metal ions and the $\text{Ba}^{2+}$ ion

11

## Section 4.5

### Precipitation Reactions

قوانین ساده برای حلالیت

[Return to TOC](#)

## Section 4.5

## Precipitation Reactions



## Concept Check

Which of the following ions form compounds with  $\text{Pb}^{2+}$  that are generally **soluble** in water?

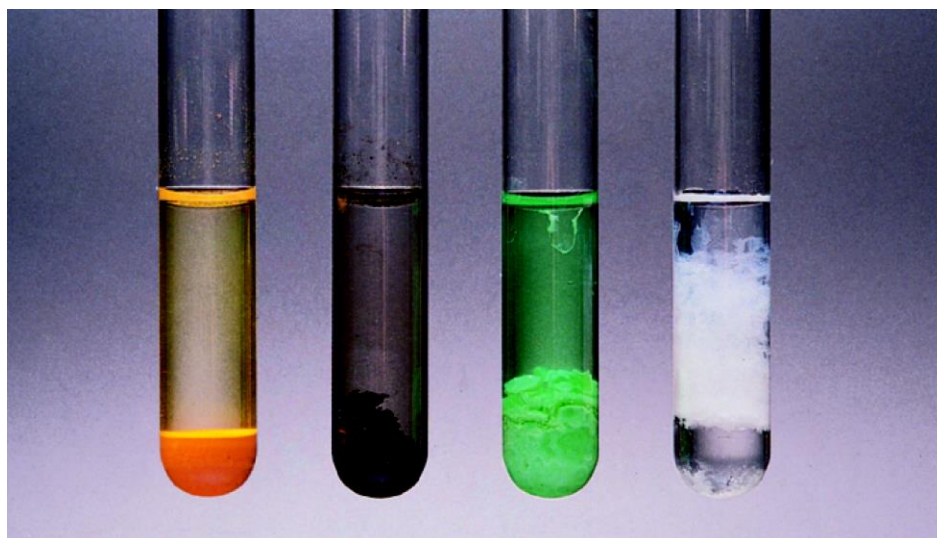
- a)  $\text{S}^{2-}$
- b)  $\text{Cl}^-$
- c)  $\text{NO}_3^-$
- d)  $\text{SO}_4^{2-}$
- e)  $\text{Na}^+$

[Return to TOC](#)

Copyright © Cengage Learning. All rights reserved.

13

## مثال هایی از ترکیبات نامحلول



CdS

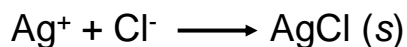
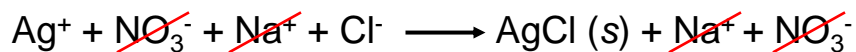
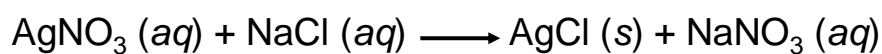
PbS

 $\text{Ni}(\text{OH})_2$  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 

14

## نوشتن معادله یونی خالص

معادله یونی خالص را برای واکنش بین نقره نیترات و سدیم کلرید بنویسید.



15

### Section 4.6

## Describing Reactions in Solution



### Concept Check

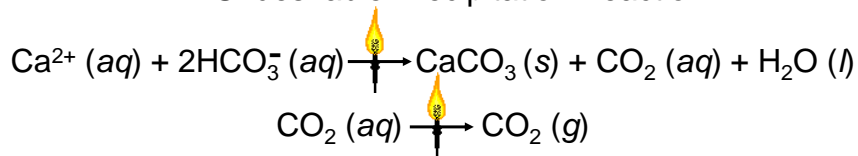
معادله مولکولی، معادله یونی و معادله یونی خالص را برای واکنش بین کبالت (II) کلرید و سدیم هیدروکسید بنویسید.

[Return to TOC](#)

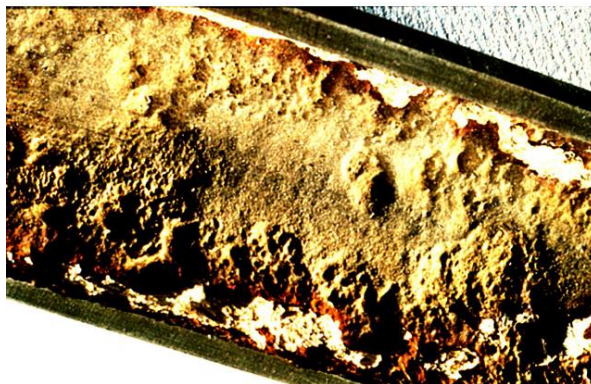


## Chemistry In Action:

An Undesirable Precipitation Reaction



**Boiler Scale Deposits**

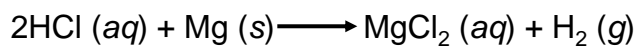


17

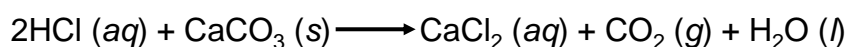
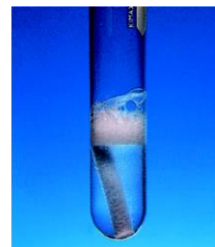
## خواص اسیدها

اسیدها ترش مزه اند. برای مثال ترش بودن سرکه به علت استیک اسید موجود در آن است، لیمو و سایر میوه های سیتریکی حاوی سیتریک اسید هستند. اسیدها باعث تغییر رنگ در رنگدانه های گیاهی می شوند.

اسیدها با فلزات خاصی واکنش می دهند، نظیر روی، منیزیم و آهن و گاز هیدروژن تولید می کنند.



اسیدها با کربنات و بی کربنات ها واکنش داده و گاز دی اکسید کربن تولید می کنند.



محلول های آبکی اسیدها جریان الکتریکی را هدایت می کنند.

18

## خواص بازها

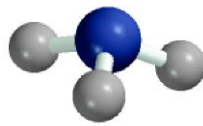
بازها تلخ مزه اند.

بازها خاصیت لیزی دارند. برای مثال صابون ها که حاوی بازها هستند، این خاصیت را از خود نشان می دهند.

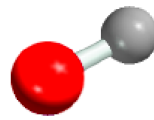
بازها باعث تغییر رنگ در رنگدانه های گیاهی می شوند.

محلول های آبیکی بازها جریان الکتریکی را هدایت می کنند.

مثال:

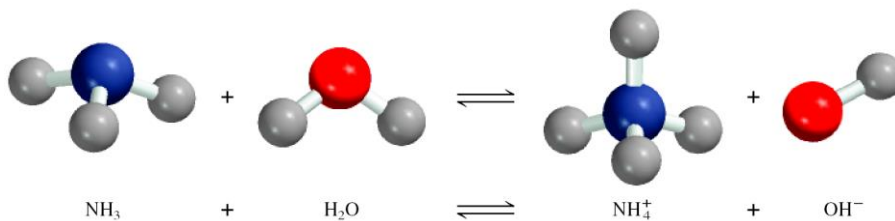
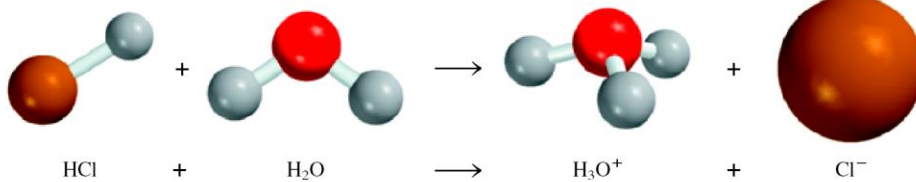


$\text{NH}_3$



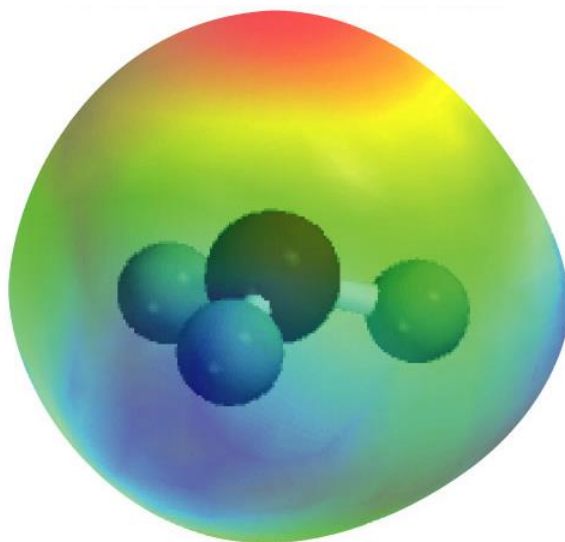
$\text{OH}^-$

19

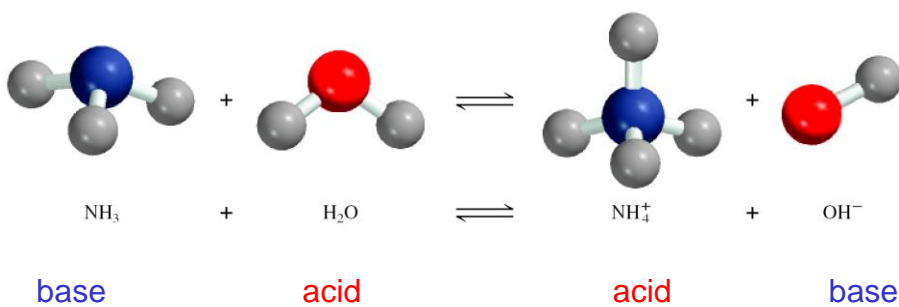


20

**Hydronium ion**, hydrated proton,  $\text{H}_3\text{O}^+$



21



22

**Monoprotic acids****Diprotic acids****Triprotic acids**

23

**TABLE 4.3****Some Common Strong and Weak Acids****Strong Acids**

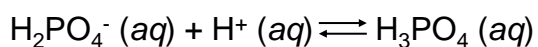
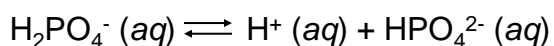
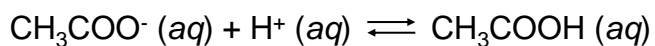
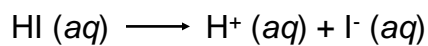
Hydrochloric acid	HCl
Hydrobromic acid	HBr
Hydroiodic acid	HI
Nitric acid	HNO <sub>3</sub>
Sulfuric acid	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Perchloric acid	HClO <sub>4</sub>

**Weak Acids**

Hydrofluoric acid	HF
Nitrous acid	HNO <sub>2</sub>
Phosphoric acid	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Acetic acid	CH <sub>3</sub> COOH

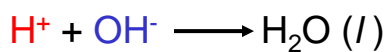
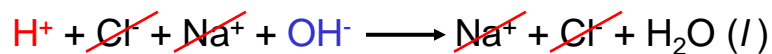
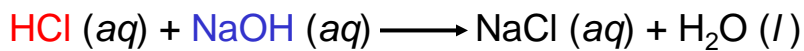
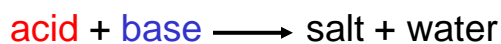
24

Identify each of the following species as a Brønsted acid, base, or both. (a) HI, (b)  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , (c)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$



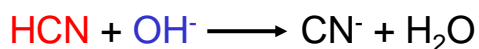
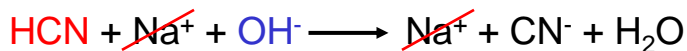
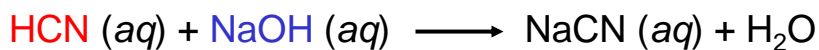
25

## واکنش خنثی شدن



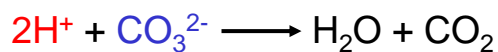
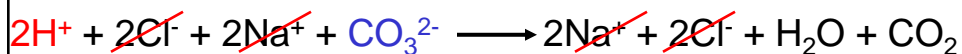
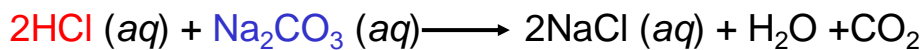
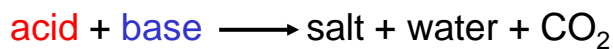
26

واکنش خنثی شدن شامل یک الکترولیت ضعیف



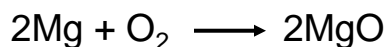
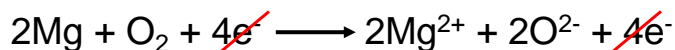
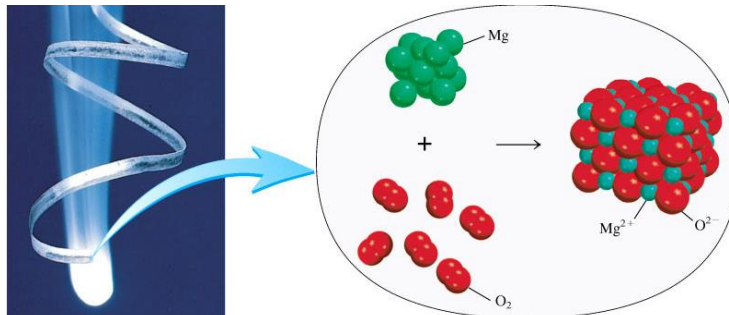
27

واکنش خنثی شدن و تولید یک گاز

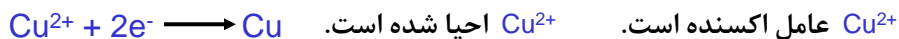
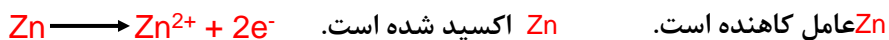
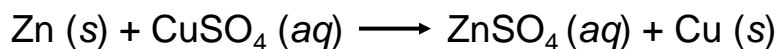


28

## واکنش های اکسایش-کاهش (واکنش های انتقال الکترون)



29

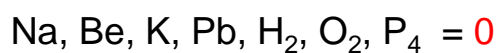


سیم مسی با نیترات نقره واکنش می دهد و تولید فلز نقره می کند. عامل اکسنده در این واکنش چیست؟

30

## عدد اکسایش

بار اتم در یک ترکیب مولکولی (یا یک ترکیب یونی)، در صورتی که الکترون ها کاملاً رد و بدل شوند.

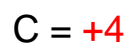


31 4.4

What are the oxidation numbers of all the elements in  $\text{HCO}_3^-$  ?



$$3 \times (-2) + 1 + ? = -1$$



32



**اعداد اکسایش عنصرها در ترکیبهايشان**

1 1A <b>H</b> +1 -1																	18 8A <b>He</b>
2 2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18
3 <b>Li</b> +1	4 <b>Be</b> +2											5 <b>B</b> +3	6 <b>C</b> +4 -4	7 <b>N</b> +5 +4 +3 +2 +1 -3	8 <b>O</b> +2 -1 -2	9 <b>F</b> -1	10 <b>Ne</b>
11 <b>Na</b> +1	12 <b>Mg</b> +2											13 <b>Al</b> +3	14 <b>Si</b> +4 -4	15 <b>P</b> +5 +3 -3	16 <b>S</b> +6 +4 +2 -2	17 <b>Cl</b> +7 +6 +5 +4 +3 +2 +1 -1	18 <b>Ar</b>
		3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B						
19 <b>K</b> +1	20 <b>Ca</b> +2	21 <b>Sc</b> +3	22 <b>Ti</b> +4 +3 +2	23 <b>V</b> +5 +4 +3 +2	24 <b>Cr</b> +6 +5 +4 +3 +2	25 <b>Mn</b> +7 +6 +4 +3 +2	26 <b>Fe</b> +3 +2	27 <b>Co</b> +3 +2	28 <b>Ni</b> +2	29 <b>Cu</b> +2 +1	30 <b>Zn</b> +2	31 <b>Ga</b> +3	32 <b>Ge</b> +4 -4	33 <b>As</b> +5 +3 -3	34 <b>Se</b> +6 +4 -2	35 <b>Br</b> +5 +3 +1 -1	36 <b>Kr</b> +4 +2
37 <b>Rb</b> +1	38 <b>Sr</b> +2	39 <b>Y</b> +3	40 <b>Zr</b> +4	41 <b>Nb</b> +5 +4	42 <b>Mo</b> +6 +5 +4 +3	43 <b>Tc</b> +7 +6 +4 +3	44 <b>Ru</b> +8 +6 +4 +3	45 <b>Rh</b> +4 +3 +2	46 <b>Pd</b> +4 +2	47 <b>Ag</b> +1	48 <b>Cd</b> +2	49 <b>In</b> +3	50 <b>Sn</b> +4 +2	51 <b>Sb</b> +5 +3 -3	52 <b>Te</b> +6 +4 -2	53 <b>I</b> +7 +5 +3 +1 -1	54 <b>Xe</b> +6 +4 +2
55 <b>Cs</b> +1	56 <b>Ba</b> +2	57 <b>La</b> +3	72 <b>Hf</b> +4	73 <b>Ta</b> +5	74 <b>W</b> +6 +4	75 <b>Re</b> +7 +6 +4	76 <b>Os</b> +8 +4	77 <b>Ir</b> +4 +3	78 <b>Pt</b> +4 +2	79 <b>Au</b> +3 +1	80 <b>Hg</b> +2 +1	81 <b>Tl</b> +3 +1	82 <b>Pb</b> +4 +2	83 <b>Bi</b> +5 +3	84 <b>Po</b> +2	85 <b>At</b> -1	86 <b>Rn</b>

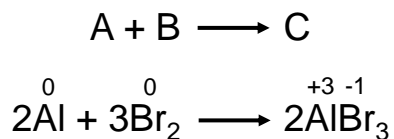
33

What are the oxidation numbers of all the elements in each of these compounds?

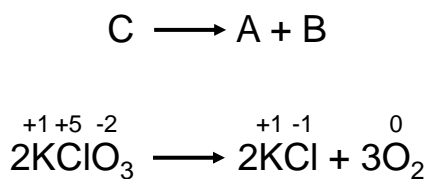


## انواع واکنش های اکسایش- کاهش

### واکنش ترکیبی



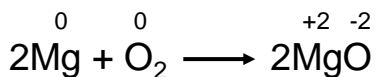
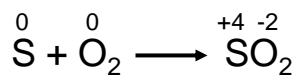
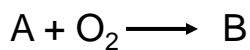
### واکنش تجزیه ای



35

## Types of Oxidation-Reduction Reactions

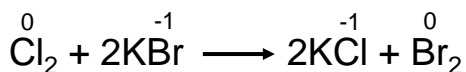
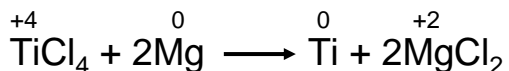
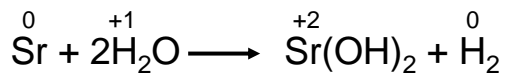
### واکنش سوختن



36

## Types of Oxidation-Reduction Reactions

### واکنش جابجایی



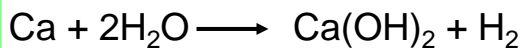
37

## سری فعالیت برای فلزات

Reducing strength increases

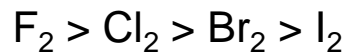
Li → Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	React with cold water to produce H <sub>2</sub>
K → K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	
Ba → Ba <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Ca → Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Na → Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	
Mg → Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	React with steam to produce H <sub>2</sub>
Al → Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup>	
Zn → Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Cr → Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup>	
Fe → Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Cd → Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	React with acids to produce H <sub>2</sub>
Co → Co <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Ni → Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Sn → Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Pb → Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
H <sub>2</sub> → 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup>	Do not react with water or acids to produce H <sub>2</sub>
Cu → Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Ag → Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	
Hg → Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Pt → Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
Au → Au <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup>	

### واکنش جابجایی هیدروژن

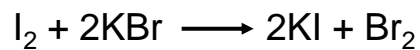
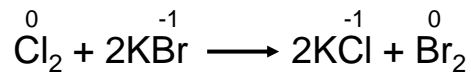


38

## سری فعالیت برای هالوژن ها



### واکنش جابجایی هالوژن



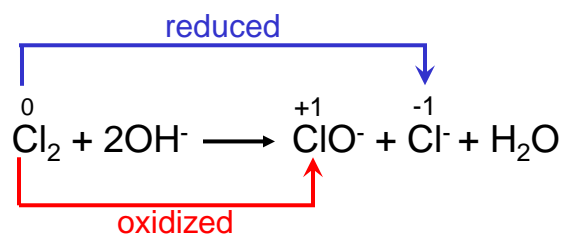
39

## انواع واکنش های اکسایش-کاهش

### واکنش تسهیم نامتناسب

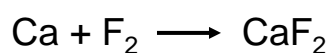
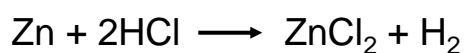
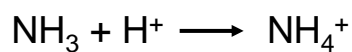
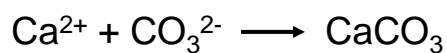
یک عنصر همزمان اکسید و احیا می شود.

مثال:



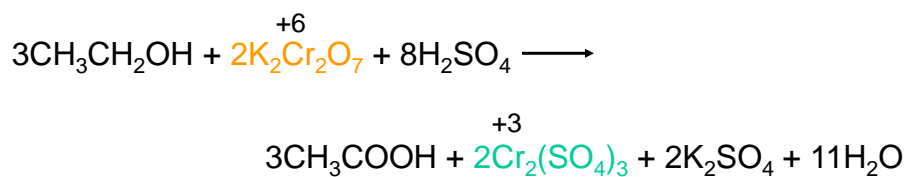
40

واکنش های زیر را دسته بندی کنید.



41

### Chemistry in Action: Breath Analyzer



42

## استوکیومتری محلول ها

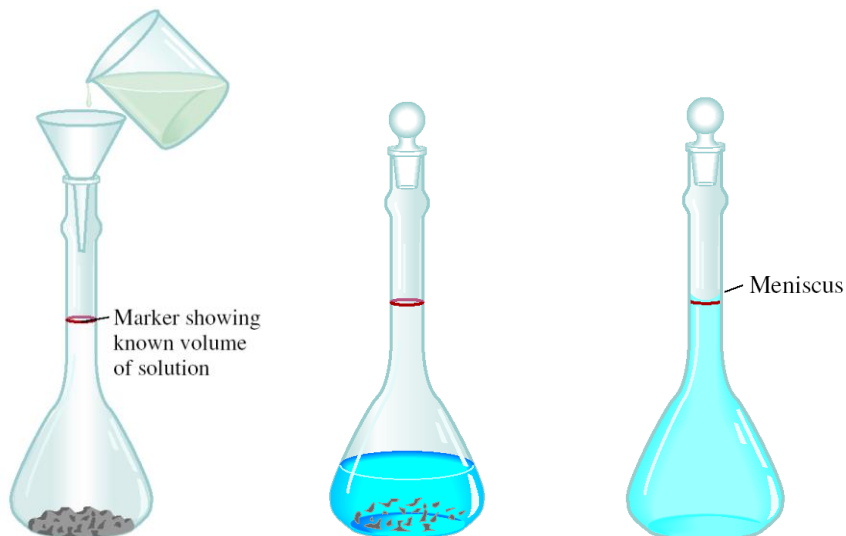
غلظت یک محلول مقداری از ماده حل شدنی است که در یک مقدار کمی و معین از حلال یا محلول حضور داشته باشد.

$$M = \frac{\text{مول های ماده حل شدنی}}{\text{یک لیتر محلول}} = \text{مولاریته}$$

What mass of KI is required to make 500. mL of a 2.80 M KI solution?

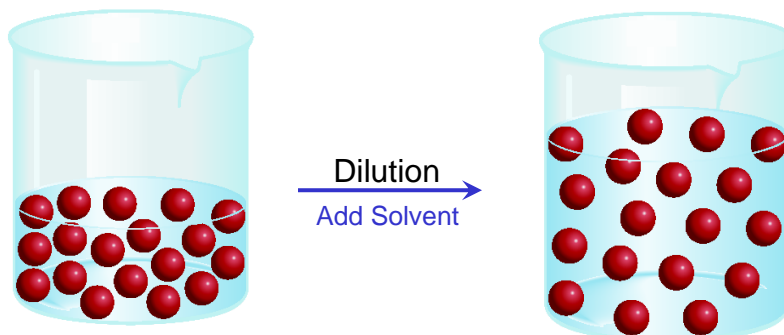
43

## تهیه محلول با مولاریته معلوم



44

رقیق سازی، روشی است که برای تهیه محلول‌ها با غلظت کمتر از یک محلول غلیظ به کار می‌رود.



مول‌های ماده حل‌شده قبل از  
رقیق شدن (i)

=

مول‌های ماده حل‌شده  
بعد از رقیق شدن (f)

$$M_i V_i$$

=

$$M_f V_f$$

45

How would you prepare 60.0 mL of 0.200 M  $\text{HNO}_3$  from a stock solution of 4.00 M  $\text{HNO}_3$ ?

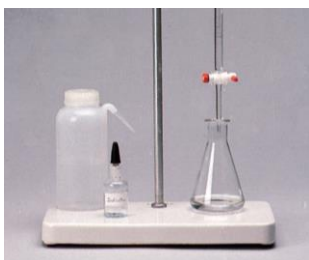
46

## تیتراسیون

در یک تیتراسیون یک محلول با غلظت دقیقا معلوم که محلول استاندارد نامیده می شود، به تدریج به محلول دیگر با غلظت مجهول اضافه می شود تا اینکه واکنش بین دو محلول کامل شود.

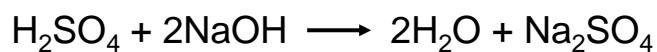
**نقطه اکی والان:** نقطه ای که در آن واکنش کامل است.

**شناساگر:** ماده ای که در (یا نزدیک) نقطه اکی والان تغییر رنگ می دهد.

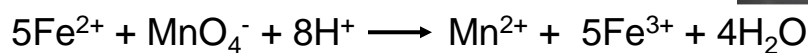


تیتراسیون می تواند در تجزیه واکنش های زیر استفاده شود:

واکنش های اسید-باز



واکنش های ریدوکس



48



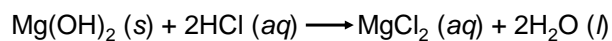
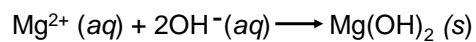
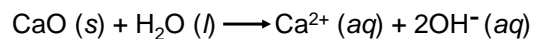
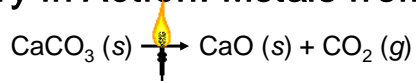
What volume of a 1.420 *M* NaOH solution is required to titrate 25.00 mL of a 4.50 *M* H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution?

49

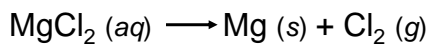
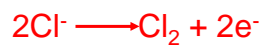
16.42 mL of 0.1327 *M* KMnO<sub>4</sub> solution is needed to oxidize 25.00 mL of an acidic FeSO<sub>4</sub> solution. What is the molarity of the iron solution?

50

## Chemistry in Action: Metals from the Sea



**Magnesium Hydroxide**



51