Medical Chemistry
كيمياء السنة التحضيرية

Chapter 5

Acids and Bases

الاحماض والقاعدات

د/ سالى : تدريس الطالبات اللغة الانجليزية الكيمياء الفيزياء
تتوفر ملخصات مترجمة للاحياء و الكيمياء والفيزياء
0583761260

Dr/Sally 0583761260

Lecture 11

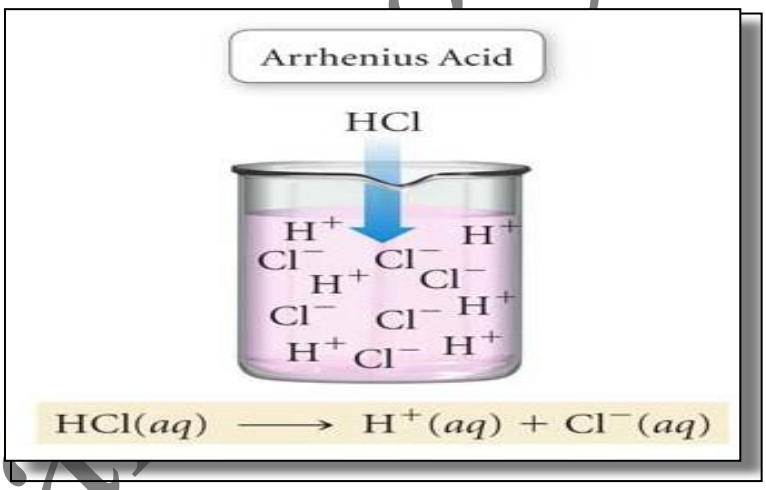
Definition of acids according to Arrhenius تعريف الحمض طبقا لارهينيوس

✓ **Acids** are the substances which produce Hydronium ions (H_3O^+) in aqueous solutions.

الاحماض هى المواد التى تنتج ايونات الهيدرونيوم الموجبة فى المحاليل المائية

$$H_2O_{(l)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$$H^+_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)}$$



Dr/Sa 0583761260

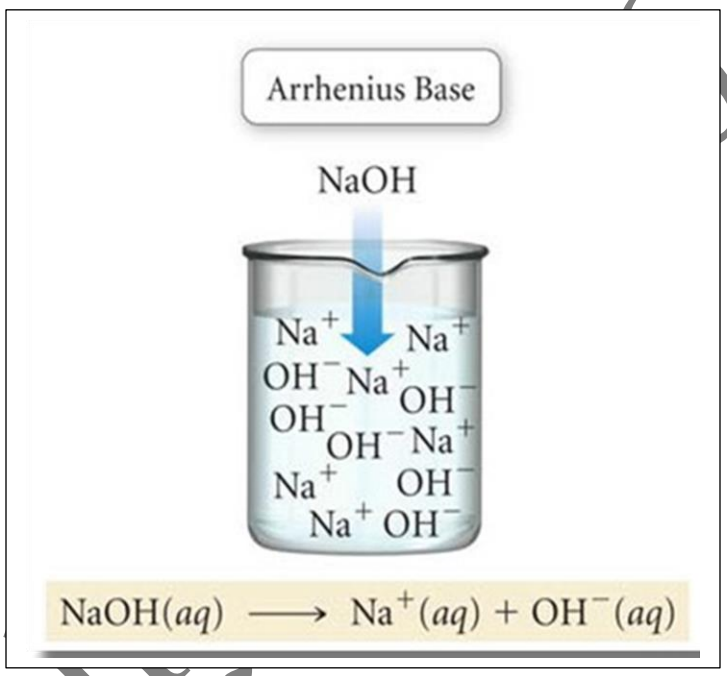
د/ سالى : تدريس الطالبات اللغة الانجليزية الكيمياء الفيزياء
تتوفر ملخصات مترجمة للاحياء و الكيمياء والفيزياء
0583761260

Definition of base according to Arrhenius تعريف القاعدة طبقا لارهينيوس

- ✓ **Bases** are the substances which produce hydroxide ions OH- in **aqueous Solutions**

القاعدة هى المواد التى تنتج ايونات الهيدروكسيد السالب فى المحاليل المائية مثل هيدروكسيد الصوديوم

$$NaOH_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



Note:

- Ammonia is not hydroxide but it dissolves in water producing hydroxide ion OH^-.

تعطى ايون الهيدركسيد السالب الامونيا ليست هيدروكسيد ولكن عندما تذوب فى الماء

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

غاز الامونيا — الامونيوم — ايون الهيدروكسيد

Dr/Sa... 1260

Acid and Base Strength

قوة الحمض والقاعدة

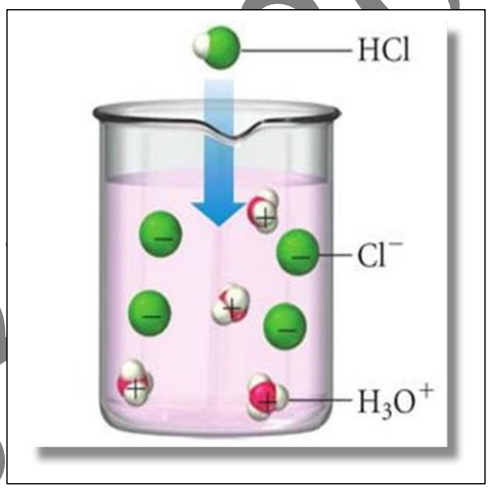
- **According to Arrhenius definition: طبقا لتعريف ارهينيوس**
  - **Strong Acid: الحمض القوي**

It is the acid that is completely ionized in water as **Hydrochloric acid**

هى الاحماض التى تتاين بالكامل فى الماء

مثل حمض الهيدروكلوريك

$$HCl(aq) \xrightarrow{H2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

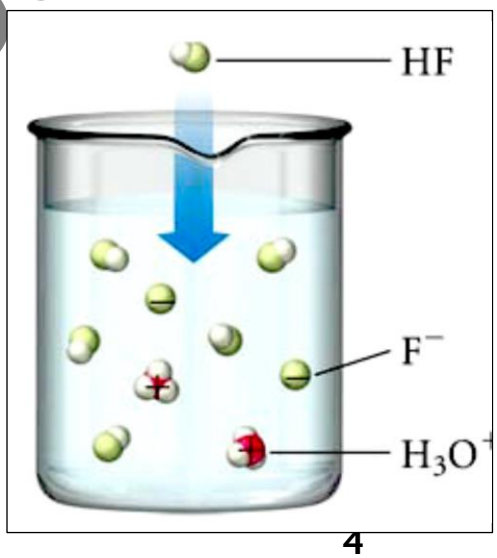


- **Weak acid الحمض الضعيف**

It is the acid which is partially ionized in water as **acetic acid**

هو الحمض الذى يتأين جزئيا فى الماء مثل حمض الاسيتات

$$CH_3COOH(aq) + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$



Dr/Sally 058376126

• Also, bases can be classified into strong and weak.

وايضا القاعدات تنقسم الى قاعدة قوية وقاعدة ضعيفة

- **Strong base: القاعدة القوية**

It is the base that is completely ionized in water as **NaOH**

هى القاعدة التى تتاين كاملا فى الماء

- **القاعدة الضعيفة Weak base**

It is the base which is partially ionized in water **as NH_4OH**

هى القاعدة الذى يتأين جزئيا فى الماء

- **Names of Some Acids and Bases**

اسماء لبعض الاحماض والقواعد

Formula الصيغة	**Name** الاسم	**Formula** الصيغة	**Name** الاسم
HCl	**Hydrochloric acid** حمض الهيدروكلوريك	**LiOH**	**Lithium hydroxide** هيدروكسيد الليثيوم
HBr	**Hydrobromic acid** حمض الهيدروبروميك	**NaOH**	**Sodium hydroxide** هيدروكسيد الصوديوم
HI	**Hydroiodic acid** حمض الهيدروايوديد	**KOH**	**Potassium hydroxide** هيدروكسيد البوتاسيوم
HNO_3	**Nitric acid** حمض النيتريك	**$Ba(OH)_2$**	**Barium hydroxide** هيدروكسيد الباريوم
H_2SO_4	**Sulphuric acid** حمض الكبريتيك		

Dr/Sally 01058376126

$HClO_4$	**Perchloric acid** حمض البروكلوريك		

Bronsted-Lowry Acids and Bases قواعد واحماض لورى وبرونستد

According to Bronsted-Lowry: طبقا للورى وبرونستد

- **Acid الحمض**

  It is a proton donor معطى للبروتونات

- **Base القاعدة**

  It is a proton acceptor. مكتسب للبروتونات

- **Acid-base reaction** تفاعل الحمض والقاعدة

  "It is a proton transfer reaction"

  هو تفاعل انتقال البروتونات بين الحمض والقاعدة

- **Conjugate Base** القاعدة المقترنة (المرافقة)

  "It is the substance formed when an acid donates its proton to another molecule or ion"

  هى المادة المتكونة عندما يعطى الحمض بروتوناته للجزىء او الايون الاخر

Dr/Sally 0583761260

- **When an acid transfers a proton to a base, the acid is converted to its conjugate base.**

عندما يعطى الحمض بروتون للقاعدة يتحول الحمض الى قاعدة مقترنة (مرافقة)

زوج الحمض والقاعدة المقترنة Conjugate acid-base pair

Conjugate acid-base pair

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$$

Hydrogen chloride Water Chloride ion Hydronium ion

Acid **Base**

Conjugate base of HCl — القاعدة المرافقة لحمض الهيدروكلوريك

Conjugate acid of water — الحمض المرافق للماء

- **When a base accepts proton, it is converted to its conjugate acid**

عندما تكتسب القاعدة ابروتون فانها تتحول الى الحمض المرافق

Conjugate acid-base pair زوج الحمض والقاعدة المقترنة

Conjugate acid-base pair

$$CH_3COOH + NH_3 \longrightarrow CH_3COO^- + NH_4^+$$

Acetic acid Ammonia Acetate ion Ammonium ion

(Acid) **(Base)**

Conjugate base of acetic acid — القاعدة المقترنة لحمض الاستيك

Conjugate acid of ammonia — الحمض المقترن للامونيا

Dr/Sally 0583761260

- Acid….. …..loss proton (H^+)…… conjugate base.
- Base……accept proton(H^+)……. Conjugated acid
- **Base** can be negative charged or neutral

  ممكن تكون القاعدة سالبة الشحنة او متعادلة

- **An acid can be** **الحمض ممكن ان يكون**

  1-positively charged موجب الشحنة ⟶ H_3O^+

  2-neutral متعادل الشحنة ⟶ H_2CO_3

  3-negatively charged سالب الشحنة ⟶ H_2PO^-

- Acids are classified as

  1- Monoprotic, احادى البروتون ⟶ HCl and CH_3COOH

  2- diprotic ثنائى البوتون ⟶ H_2SO_4 and H_2CO_3

  3- triprotic acids ثلاثى البروتون ⟶ H_3PO_4

Notes

يوجد فرق بين القلويات(Alkali) والقواعد (bases)

An alkali dissolves in water but **not all bases** can dissolve in water.

القلويات تذوب فى الماء ولكن ليس كل القواعد تذوب فى الماء

This also means that all alkalis are bases, and not all bases are alkalis.

هذا يعنى ان كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات

Dr/Sally 0583761260

Examples of Common acids and their conjugate bases

امثلة على الاحماض الشائعة وقواعدها المقترنة

	Acid	Name of acid	Conjugate Base	Name of ion	
Strong Acids	HI	Hydroiodic acid	I^-	Iodide	Weak Bases
	HCl	Hydrochloric acid	Cl^-	Chloride	
	H_2SO_4	Sulfuric acid	HSO_4^-	Hydrogen sulfate	
	HNO_3	Nitric acid	NO_3^-	Nitrate	
	H_3O^+	Hydronium ion	H_2O	Water	
	HSO_4^-	Hydrogen sulfate ion	SO_4^{2-}	Sulfate	
	H_3PO_4	Phosphoric acid	$H_2PO_4^-$	Dihydrogen phosphate	
	CH_3COOH	Acetic acid	CH_3COO^-	Acetate	
	H_2CO_3	Carbonic acid	HCO_3^-	Bicarbonate	
	H_2S	Hydrogen sulfide	HS^-	Hydrogen sulfide	
	$H_2PO_4^-$	Dihydrogen phosphate	HPO_4^{2-}	Hydrogen phosphate	
	NH_4^+	Ammonium ion	NH_3	Ammonia	
	HCN	Hydrocyanic acid	CN^-	Cyanide	
	C_6H_5OH	Phenol	$C_6H_5O^-$	Phenoxide	
	HCO_3^-	Bicarbonate ion	CO_3^{2-}	Carbonate	
	HPO_4^{2-}	Hydrogen phosphate ion	PO_4^{3-}	Phosphate	
Weak Acids	H_2O	Water	OH^-	Hydroxide	Strong Bases
	C_2H_5OH	Ethanol	$C_2H_5O^-$	Ethoxide	

Note that Weak acids has strong conjugated bases

الحمض الضعيف يحتوى على قاعدة مرافقة قوية

Strong acids has weak conjugated bases

الحمض القوى يحتوى على قاعدة مرافقة ضعيفة

Summary الملخص

- A Brønsted-Lowry acid is any species that is capable of donating a proton H^+

حمض برونستد لورى هو تلك الانواع القادرة على اعطاء الالكترونات

- A Brønsted-Lowry base is any species that is capable of accepting a proton, which requires a lone pair of electrons to bond to H^+

قاعدة لورى برونستد هى تلك الانواع التى تقدر على كسب الالكترونات وتحتاج الى زوج غير مرتبط من الالكترونات للارتباط بالبروتون الموجب

- Water **is amphoteric**, which means it can act as both a Brønsted-Lowry acid and a Brønsted-Lowry base.

الماء مادة **حمضية قاعدية** والتى تعنى انها تعمل كحمض وقلوى لورى برونستد

- Strong acids and bases ionize completely in aqueous solution, while weak acids and bases ionize only partially in aqueous solution.

الاحماض والقواعد القوية تتاين كاملا فى المحاليل المائية بينما **الاحماض والقواعد** تتاين جزأيا فى المحاليل المائية

- T**he conjugate base** of a Brønsted-Lowry acid is the species formed after **an acid donates its proton.**

القاعدة المرتبطة لحمض لورى برونستد هى الانواع التى تتكون بعد مالحمض يعطى البروتون

- **The conjugate acid** of a Brønsted-Lowry base is the species formed after **a base accepts a proton.**

الحمض المرتبط قاعدة لورى برونستد تتكون بعد مالقاعدة تكتسب بروتون

- **A Bronsted–Lowry acid may be positive, neutral or negative charged**

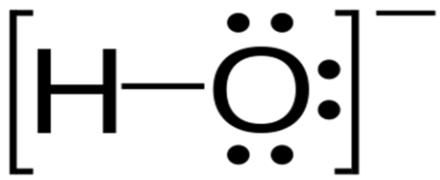
حمض لورى برونستد ممكن يكون موجب او متعادل او سالب الشحنة

- **A Bronsted–Lowry base** must contain **alone pair of electrons**, but it may be **neutral** or have **a net negative charge**

قاعدة لورى برونستد لابد ان تحتوى على زوج غير مشارك من الالكترونات وممكن تكون متعادلة او سالبة الشحنة

- **الزوج الغير المشارك من الالكترونات lone pair**

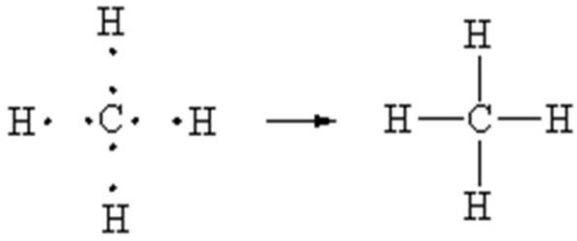
- refers to a pair of valence electrons that are not shared with another atom and is sometimes called a non-bonding pair.
- هو زوج من الكترونات التكافؤ والغير مشتركة مع ذرة اخرى واحيانا يسمى الزوج الغير مرتبط
- A Lone pairs are found in the outermost electron shell of atoms. They can be identified by using a Lewis structure.
- يوجد الزوج الغير مرتبط فى الغلاف الخارجى للذرة وممكن تحديده بتركيب لويس



OH^-, is abase

which has three lone pairs on its O atom.

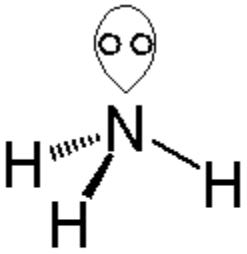
هنا ايون الهيدروكسيد السالب يحتوى على ثلاث ازواج من الاكترونات الغير مشاركة ولذلك يعتبر قاعدة



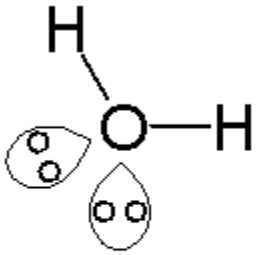
CH_4 is not a base

has no lone pairs of electrons

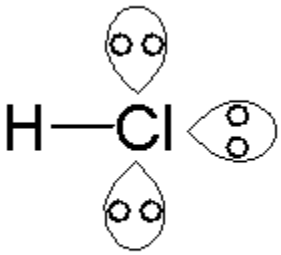
الميثان ليس به ازوج غير مرتبطة من الالكترونات لذلك لايعتبر قاعدة



A



B



C

Dr Sa 058376126

Questions

❑ **Which of the following species can be Bronsted-Lowry bases:**

اى من الانواع الاتيه يكون قواعد لبونستد لورى

(a) LiOH (b) Cl^- (c)CH4?

• **Analysis القانون**

A Bronsted–Lowry base must contain alone pair of electrons, but it may be neutral or have a net negative charge.

• **SOLUTION الحل**

a. **LiOH** is **a base** since it contains hydroxide, OH^-, which has three lone pairs on its O atom.

b. **Cl^-** is **a base** since it has four lone pairs.

c. **CH4** is **not a base** since it has no lone pairs

❑ **Draw the conjugate acid of each base:ارسم الحمض المرافق لكل قاعدة**

(a) F^- (b) $NO3^-$

الحل

(add a Proton H^+) نضيف بروتون (وفى هذة الحالة تزيد الشحنة الموجبة

a. $\mathbf{F^- + H^+} \longrightarrow$ HF as the conjugate acid.

HFhas no charge since a proton with a $^+1$ charge is added to an anion with a $^-1$ charge.

لايوجد شحنات على فلوريد الهيدروجين لان الشحنات السالبة تعادل الموجبة

b. $\mathbf{NO_3^- + H^+} \longrightarrow HNO_3$ (nitric acid) as the conjugate acid.

HNO_3 has no charge since a proton with a $^+1$ charge is added to an anion with a $^-1$ charge.لايوجد شحنات على فلوريد الهيدروجين لان الشحنات السالبة تعادل الموجبة

Dr/Sally 0583761260

❑ **Draw the conjugate base of each acid: (a) H_2O (b) HCO_3**

◆ **ANALYSIS** To draw a conjugate base from an acid, remove a proton, H^+. This adds $^-1$ to the charge of the acid to give the charge on the conjugate base.

◆ **SOLUTION**

• a. Remove H^+ from H_2O to form – OH^-

• b. Remove H^+ from HCO^{3-} to form CO_3^{2-}, the conjugate base. CO_3^{2-}.

Acid	Conjugate Base
HF	F-
HBr	Br-
HNO_3	NO_3^-
$HC_2H_3O_2$	$C_2H_3O_2^-$
H_2SO_4	HSO_4^-
H_2O	OH^-

Dr/Sally 0583761260

Lecture 12

ثابت تأين الحمض(ثابت تفكك الحمض) (ثابت الحموضة) Acid Ionization Constant

• The equilibrium constants indicates the strength of the acid, for a weak acid (HA): ثابت التأين يدل على قوة الحمض وللحمض الضعيف يحدث الاتى

$$HA + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$$

• The equilibrium expression for this ionization is:

التعبير عن التوازن لهذا التأين من المعادلة (ثابت التوازن)

$$Keq = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA][H_2O]}$$

• Since the concentration of water is constant we can combine the two constants together:

ولان تركيز الماء ثابت يمكن ربط كلا الثابتين معا

$$Ka = Keq\,[H_2O] = \frac{[A-][H3O+]}{[HA]}$$

- **K_a** ثابت التأين للحمض او ثابت الحموضة
- **K_a tells us how the strong acid is?**

ثابت التاين للحمض يخبرنا كيف يكون الحمض الاقوى ؟

- **Acid strength** can be expressed **as pKa** because the equilibrium constant is a number with negative exponent.

قوة (درجة)الحمض ممكن نعبر عنها بمقدار الحموضة **(pka)** لان ثابت الاتزان بيكون رقم و اس سالب

- There is **inverse relationship** between Ka and pKa

هناك علاقة عكسية بين ثابت التأين وقوة الحموضة

Dr/sally 01083761260

- The weaker the acid the smaller its Ka value, but the larger its pKa.
- الاحمض الاضعف يكون ذو ثابت تأين اقل ولكن قوة حموضة اعلى

• Example (1)

The Ka for benzoic acid is 6.5 x 10-5. what is the pKa of this acid?

$$pKa = -\log Ka$$

$$pKa = -\log 6.5 \times 10^{-5}$$

$$pKa = 4.19$$

Example (2)

• Which is the stronger acid: ماهو الحمض الاقوى

(a) Benzoic acid with a ka of 6.5×10^{-5}, or hydrocynanic acid with a ka of 4.9×10^{-10}?

(b) Boric acid with a pKa of 9.14 or carbonic acid with a pKa of 6.37?

Solution: الحل

• (a) Benzoic acid is stronger; it has the greater Ka value.

حمض البنزويك هيكون الحمض الاقوى لانه يمتلك ثابت حموضة (تأين) اعلى

• (b) Carbonic acid is stronger; it has the smaller pKa value.

حمض الكربونيك هو الاقوى لانه لديه درجة حموضة اقل

Dr/Sally 0583761260

Acid	Name	K_a	pK_a
H_3PO_4	Phosphoric acid	7.5×10^{-3}	2.12
HCOOH	Formic acid	1.8×10^{-4}	3.75
$CH_3CH(OH)COOH$	Lactic acid	8.4×10^{-4}	3.08
CH_3COOH	Acetic acid	1.8×10^{-5}	4.75
H_2CO_3	Carbonic acid	4.3×10^{-7}	6.37
$H_2PO_4^-$	Dihydrogen phosphate ion	6.2×10^{-8}	7.21
H_3BO_3	Boric acid	7.3×10^{-10}	9.14
NH_4^+	Ammonium ion	5.6×10^{-10}	9.25
HCN	Hydrocyanic acid	4.9×10^{-10}	9.31
C_6H_5OH	Phenol	1.3×10^{-10}	9.89
HCO_3^-	Bicarbonate ion	5.6×10^{-11}	10.25
HPO_4^{2-}	Hydrogen phosphate ion	2.2×10^{-13}	12.66

Some Properties of Acids and Bases

بعض خصائص الاحماض والقواعد

A. Reactions with metals التفاعل مع الفلزات

The active metal reacts with acids to produce H_2 gas (redox reaction)

الفلزات النشطة تتفاعل مع الاحماض منتجة غاز الهيدروجين (تفاعل ريدوكس)

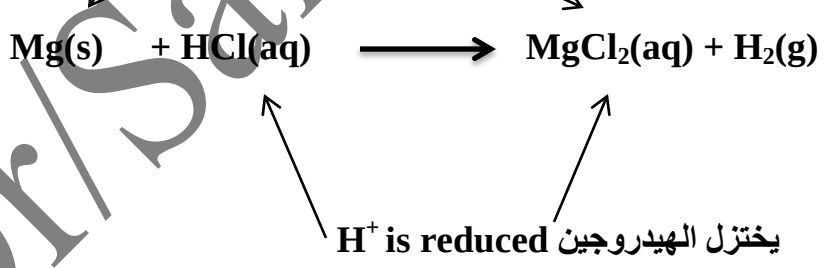
(Redox reaction): reduction oxidation reaction تفاعل اكسدة واختزال

- Is The transfer of an electron(s) from one atom in the reaction to another.

هو انتقال الالكترونات من احدى الذرات فى التفاعل الى الذرة الاخرى

1. **Oxidation** is loss of electrons. الاكسدة هى فقد الالكترونات
2. **Reduction** is gain of electrons الاختزال هو اكتساب الالكترونات

Mg is oxidized يتأكسد الماغنسيوم



H^+ is reduced يختزل الهيدروجين

Dr/Sally 01583761260

B. Neutralization التعادل

a chemical reaction where a base and an acid react to form a salt

تفاعل كيميائى حيث تتفاعل القاعدة مع الحمض ليكون ملح وماء

Acid + Base ⟶ Salt + Water

HCl + NaOH ⟶ NaCl + H_2O

Corrosive alkali **Corrosive acid** **Neutral salt** **water**

C. Reaction with Metal Oxide التفاعل مع اوكسيد الفلز

- Strong acids react with metal oxides to give salt and water.
- الاحماض القوية تتفاعل مع اوكسيدات الفلزات منتجة ملح وماء

$2HCl(aq) + CaO(s) \longrightarrow 2H_2O(l) + CaCl_2(aq)$

D. Reaction With Metal Hydroxide التفاعل مع هيدروكسيد الفلز

- Acids react with metal hydroxide to give salt and water.

يتفاعل الحمض مع هيدروكسيد ليعطى ملح وماء

HCl + KOH → KCl + HOH

- Both acid and metal hydroxide are ionized in aqueous solutions.

كلا الحمض و هيدروكسيد الفلز يتأينوا فى الماء

$HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

Dr/Sally 058376126

- ***The net ionic equation is*** ***المعادلة الايونية كاملة***

$$H_3O^+ + Cl^- + K^+ + OH^- \longrightarrow 2H2O + Cl^- + K^+$$

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

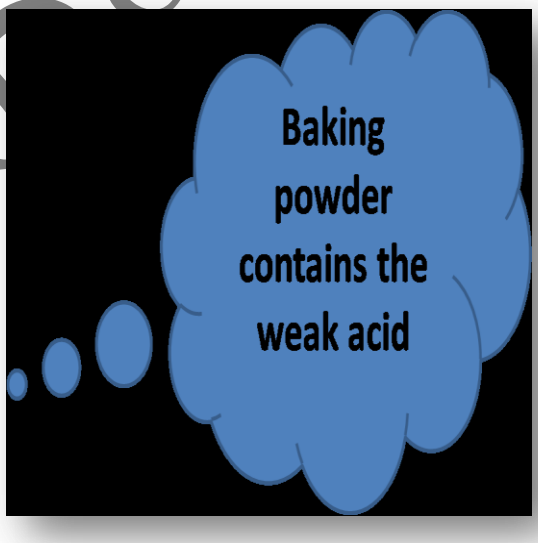
D.Reaction with Carbonate and Bicarbonate التفاعل مع الكربونات والبيكربونات

- Strong acids react with carbonate and bicarbonate producing CO_2 gas.

تتفاعل الاحماض القوية مع الكربونات والبيكربونات منتجة غاز ثانى اكسيد الكربون

- The reaction takes place on two steps. يتم التفاعل فى خطوتين

$$2HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2(g) + 3H_2O(l)$$



تحتوى البيكنج بودر على حمض ضعيف

Dr 0583761260

Self Ionization of Water

التأين الذاتى للماء

•Water ionizes according to the equation

يتأين الماء طبقا للمعادلة الاتية

$$H_2O + H_2O \longrightarrow OH^- + H_3O^+$$

Acid Base Conjugate base of H_2o Conjugate acid of H_2o

• The equilibrium expression is ثابت الاتزان يعطى من المعادلة

$$K_{eq} = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H2O]^2}$$

• The concentration of water is constant since the degree of self-ionization is slight

تركيز الماء يكون ثابت حيث ان درجة التاين الذاتى للماء تكون ضعيفة

$$\mathbf{K_w = Keq[H_2O]^2 = [H_3O^+][OH^-]}$$

• In pure water فى الماء النقى

$$\mathbf{the\ [H^3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}}$$

$$\mathbf{Kw = Keq[H_2O]^2 = [H3O^+][OH^-]}$$

$$\mathbf{Kw = 1.0 \times 10^{-14}}$$

Dr/Sally 01058376126

درجة الحموضة ودرجة القاعدية pH and pOH

• Because hydronium ion concentrations for most solutions are numbers with negative exponents, these concentrations are more commonly expressed as pH

لان تركيزات ايون الهيدرونيوم يكون ذو اس سالب فهذة التركيزات عادة نعبر عنها بدرجة الحموضة

- **PH = -log[H^+]**

  POH = -log[OH^-]

  PH + POH = 1

- ***K*w = 1.0 x 10^{-14}**

  Kw = [H^+] [OH^-] = 1x10^{-14}

  -log Kw = -log [H^+] + -log [OH^-] = -log (1x10^{-14})

  since p*K*w = -log*K*w = -log 1.0 x 10^{-14}

  pH + pOH = 14

1) **A solution is acidic if its pH is less than7**
   a. **7** يكون المحلول حامضى لو درجة الحوضة اقل من
2) **A solution is basic if its pH is more than7**
   a. 7 يكون المحلول قاعدى لو درجة الحموضة اكثر من
3) **A solution is neutral if its pH is equal to 7**
   يكون المحلول متعادل لو درجة الحموضة تساوى 7

Dr/Sally 0583761260

Example

(a) **The $[H_3O^+]$ of a certain liquid detergent is 1.4×10^{-9}M. What is its pH؟**

$pH = -\log[H^+]$

$pH = -\log[1.4 \times 10^{-9}] = 8.85$

(b) The pH of black coffee is 5.3. what is its $[H_3O^+]$.

$[H_3O^+] = \text{antilog}-5.3 = 5 \times 10^{-6}$

- What is the PH of a soln whose **$[H_3O^+]$** $= 1\times 10^{-4}$ M

$pH = -\log[H^+]$

$pH = -\log[1\times 10^{-4}]$

$PH= - \ [\log 1 + \log 10^{-4}] = -[0 - 4]= 4$

Dr Sally 0583761260

د/ سالى : تدريس الطالبات اللغة الانجليزية الكيمياء الفيزياء
تتوفر ملخصات مترجمة للاحياء و الكيمياء والفيزياء
0583761260