إِنَّ اللَّهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ ۚ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ وَسَلِّمُوا تَسْلِيمًا

(٥٦) الأحزاب

Applied Inorganic chemistry 1
183 Ch

Prepared by

Dr. Ehab Saleh

Definition of inorganic Acids and bases

هناك ثلاث تعريفات

التعريف الاول يسمي Arrhenius definition

الحمض (Acid): هو المادة التي تتفكك لتعطي أيون الهيدروجين الموجب (البروتون) (H^+)

مثال: HCl

القاعدة (Base): هي المادة التي تتفكك لتعطي أيون الهيدروكسيل السالب (OH^-)

مثال : NaOH

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

التعريف الثاني يسمي Bronsted-Lowery definition

الحمض (Acid): هو المادة التي تعطي أيون الهيدروجين الموجب (البروتون) (H^+)

مثال: HCl

القاعدة (Base): هي المادة تكتسب أيون الهيدروجين الموجب (البروتون) (H^+)

مثال: NH_3

$$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

التعريف الثالث يسمي Lewis definition

الحمض (Acid): هو المادة تكتسب أزواج الكترونات حرة غير مشاركة في تكوين روابط Free lone pair of electrons

مثال: BCl_3

القاعدة (Base): هو المادة تمنح أزواج الكترونات حرة غير مشاركة في تكوين روابط Free lone pair of electrons

مثال: $:NH_3$

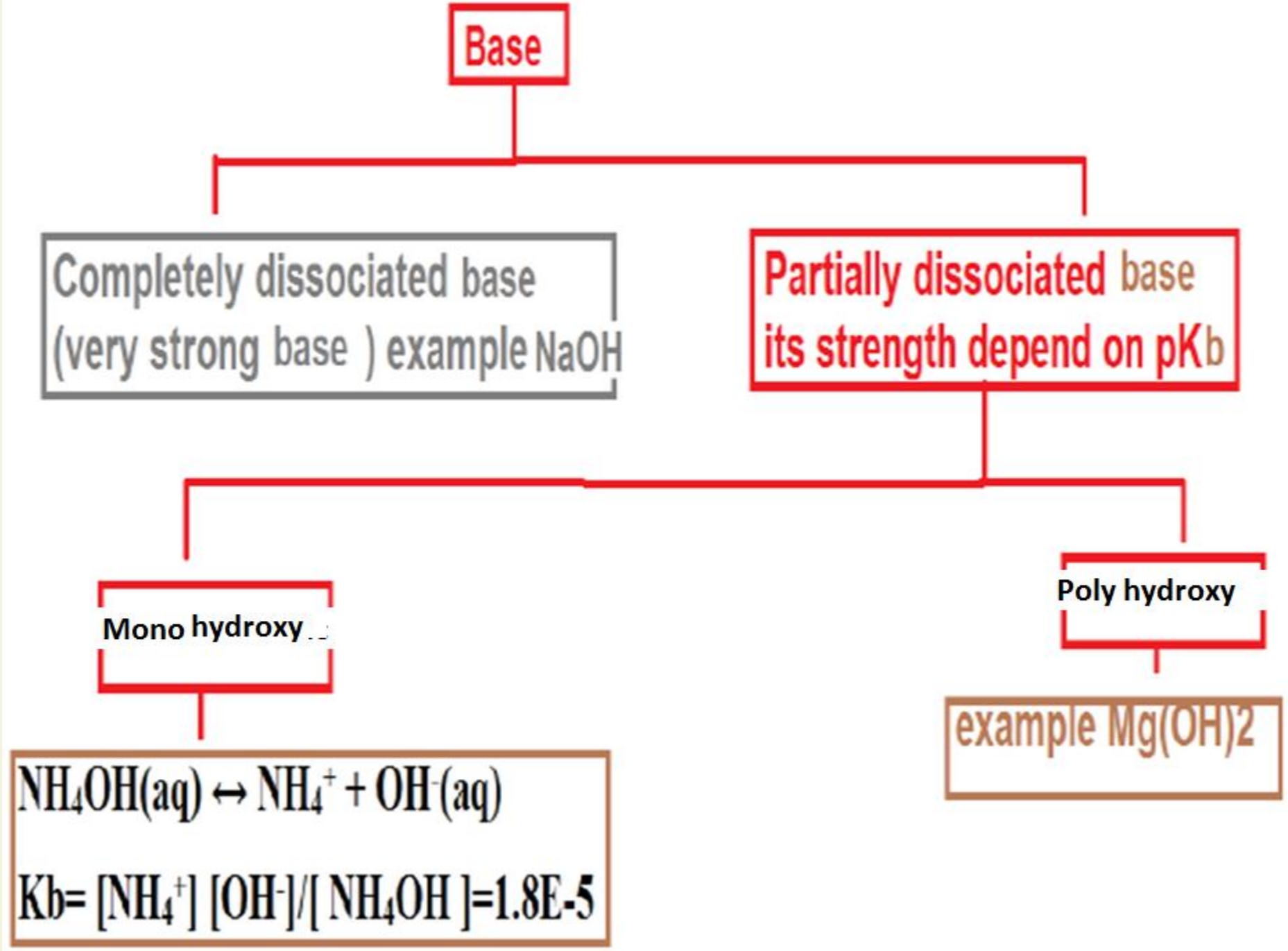
$$BCl_3 + :NH_3 \rightarrow Cl_3B:NH_3$$

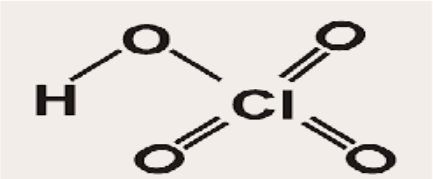
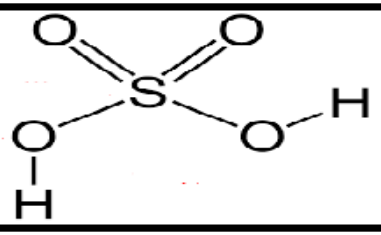
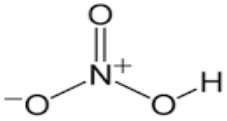
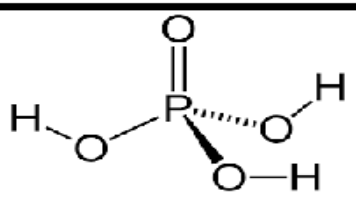
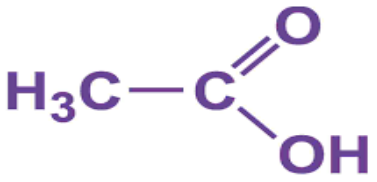
Types of Acids

Acids

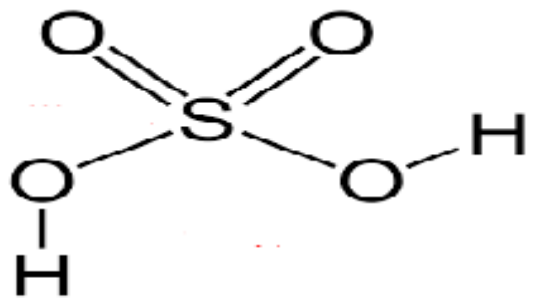
- Completely dissociated acids (very strong Acids) example HCl
- Partially dissociated acids its strength depend on pKa
  - Monoprotic
    - $CH_3COOH(aq) + H_2O(L) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
    - $Ka = [H_3O^+][CH_3COO^-]/[CH_3COOH] = 1.75E\text{-}5$
  - Polyprotic
    - $H_3PO_4(aq) + H_2O(L) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + H_2PO_4^-(aq)$
    - $Ka_1 = 7.11E\text{-}3$
    - $H_2PO_4^-(aq) + H_2O(L) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + HPO_4^{-2}(aq)$
    - $Ka_2 = 6.32E\text{-}8$
    - $HPO_4^{-2}(aq) + H_2O(L) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + PO_4^{-3}(aq)$
    - $Ka_3 = 4.5E\text{-}13$
    - Since $Ka_1 > Ka_2 > Ka_3$
    - $H_3PO_4 > H_2PO_4^- > HPO_4^{-2}$ according to acidity power

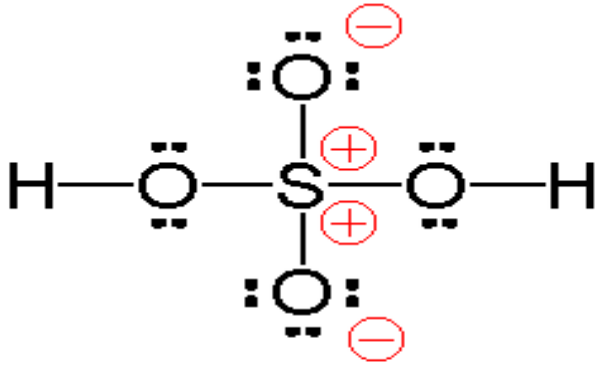
Types of base

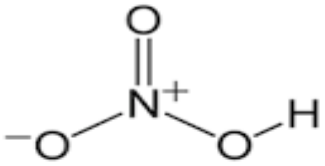

Base
Completely dissociated base
(very strong base) example NaOH
Partially dissociated base
its strength depend on pKb
Mono hydroxy
Poly hydroxy
example Mg(OH)2
NH4OH(aq) ↔ NH4+ + OH-(aq)
Kb= [NH4+] [OH-]/[NH4OH]=1.8E-5

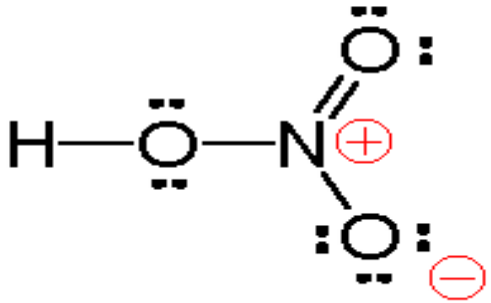
Perchloric acid	$HClO_4$		pKa= -15.2
Hydroiodic acid HI			pKa = -9.3
Hydrobromic acid HBr			pKa = -8.7
Hydrochloric acid HCl			pKa = -6.3
Sulfuric acid	H_2SO_4		pKa1= -3, pKa2=1.99
Nitric acid	HNO_3		pKa = -1.4
Phosphoric acid	H_3PO_4		pKa1=2.148 pKa2=7.198 pKa3= 12.319
Acetic acid	CH_3COOH		pKa =4.76

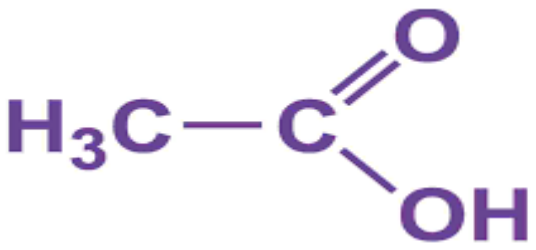
$H_2SO_4 > HNO_3 > CH_3COOH$ in acidity

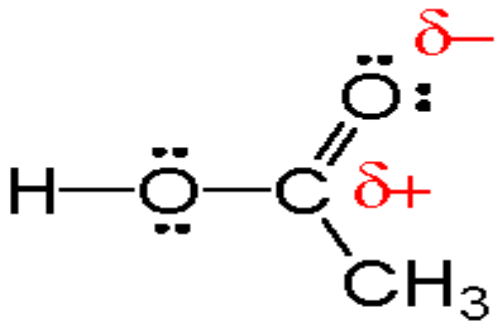












Structural formula

Electron-dot formula

HF

HCl

HBr

HI

Atomic number increase
Atomic radius increase
Bond length increase
Bond easly broken
Acidity increase

LiOH

NaOH

KOH

RbOH

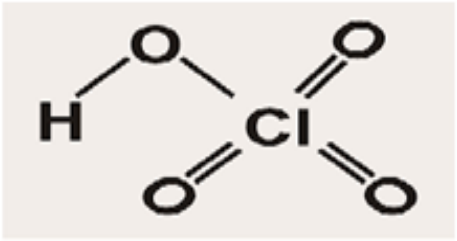
CsOH

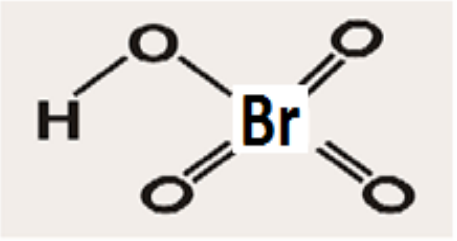
Atomic number increase
Atomic radius increase
Bond length increase
Bond easly broken
Basicity increase

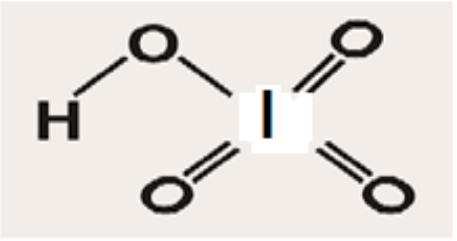
Cl

Br

I







Atomic radius increase

Acidity decrease

Electronegativity decrease

Acidity decrease (Hydrogen not directly attached to halogen atom)

Definition of Inorganic Salt

الملح Salt : مركب ينتج من تفاعل الحمض مع القاعدة ويتكون من

Basic radical (Cation other than H^+)

And

Acidic radical (Anion other than OH^-)

مثال :

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl\ (salt) + H_2O$$

أنواع الاملاح عندما تذوب في الماء :

1. **Neutralized salt (pH neutral 7)**

   Example: NaCl

   $NaCl + H_2O \longrightarrow NaOH$ (Strong base) $+ HCl$ (Strong acid)

2. **Acidic salt (pH less than 7)**

   Example: NH_4CL

   $NH_4Cl + H_2O \longrightarrow NH_4OH$ (weak base) $+ HCl$ (Strong acid)

3. **Basic salt (pH more 7)**

   Example: Na_2CO_3

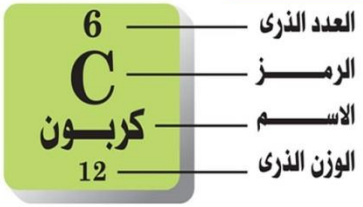
   $Na_2CO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH$ (Strong base) $+ H_2CO_3$

   (Weak acid degrade to $CO_2 + H_2O$)

Definition of inorganic oxide

Metals (الفلزات), Nonmetals(اللافلزات) and Metalloids (أشباه الفلزات)

الجدول الدورى الحديث



عناصر الفئة s

عناصر الفئة p

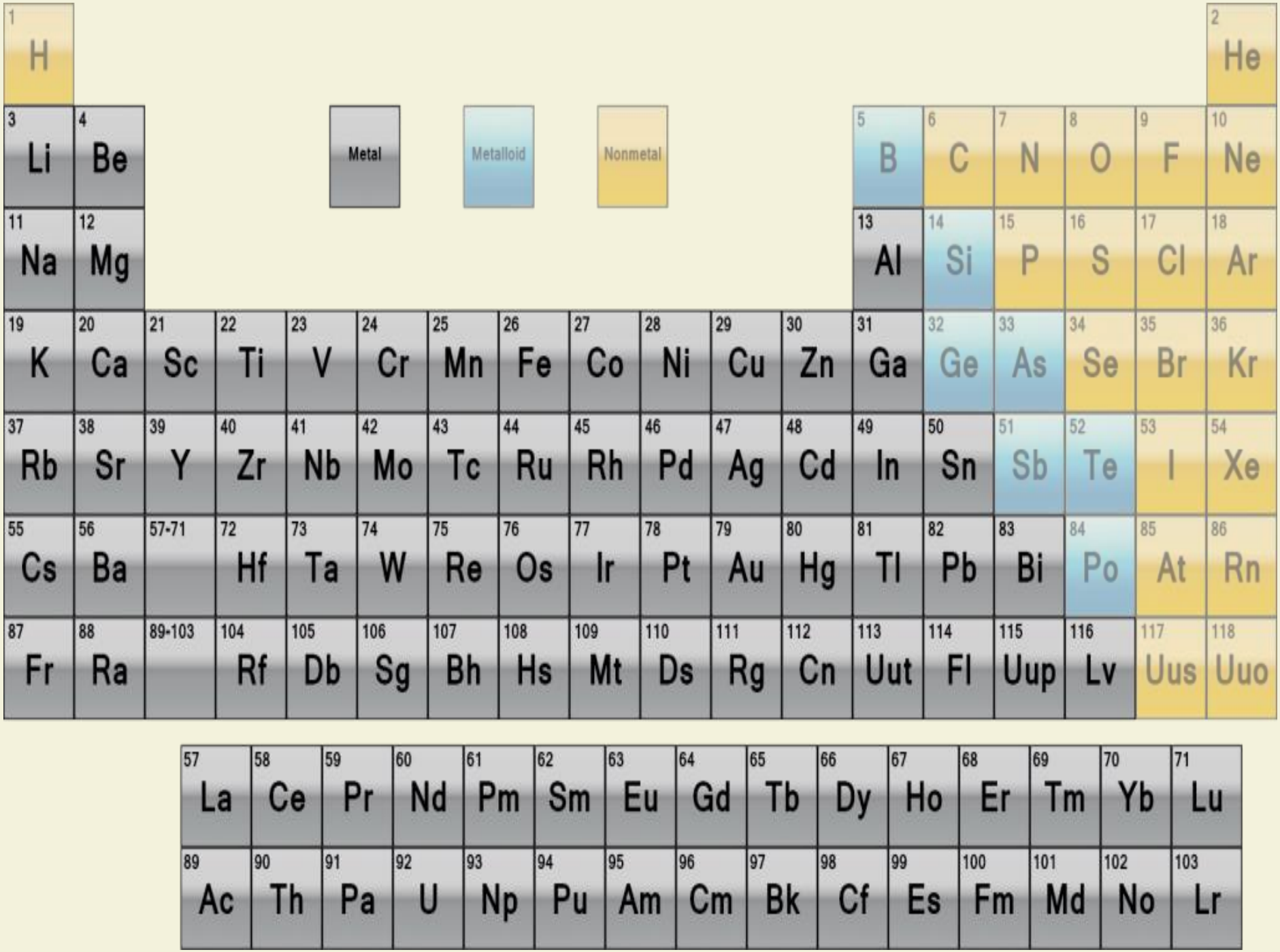
عناصر الفئة d

عناصر الفئة f

الدورة	المجموعة (1A)	المجموعة (2A)	المجموعة (3B)	المجموعة (4B)	المجموعة (5B)	المجموعة (6B)	المجموعة (7B)	المجموعة (8)	المجموعة (8)	المجموعة (8)	المجموعة (1B)	المجموعة (2B)	المجموعة (3A)	المجموعة (4A)	المجموعة (5A)	المجموعة (6A)	المجموعة (7A)	المجموعة (0)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
الدورة الأولى	1 H هيدروچين 1																	2 He هيليوم 4
الدورة الثانية	3 Li ليثيوم 7	4 Be بريليوم 9											5 B بورون 10.81	6 C كربون 12	7 N نيتروچين 14	8 O أكسچين 16	9 F فلور 19	10 Ne نيون 20
الدورة الثالثة	11 Na صوديوم 23	12 Mg ماغنسيوم 24											13 Al الومنيوم 27	14 Si سيليكون 28	15 P فوسفور 31	16 S كبريت 32	17 Cl كلور 35.5	18 Ar أرجون 40
الدورة الرابعة	19 K بوتاسيوم 39	20 Ca كالسيوم 40	21 Sc سكانديوم 44.9	22 Ti تيتانيوم 47.88	23 V فاناديوم 50.94	24 Cr كروم 52	25 Mn منجنيز 54.94	26 Fe حديد 55.84	27 Co كوبلت 58.93	28 Ni نيكل 58.69	29 Cu نحاس 63.55	30 Zn خارصين 65.39	31 Ga جاليوم 69.72	32 Ge جرمانيوم 72.64	33 As زرنيخ 74.92	34 Se سيلينيوم 78.96	35 Br بروم 80	36 Kr كريبتون 83.8
الدورة الخامسة	37 Rb روبيديوم 85.47	38 Sr سترانشيوم 87.62	39 Y يتريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.22	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo مولبيدنيوم 95.94	43 Tc تكنيتيوم 98	44 Ru روثنيوم 101.1	45 Rh روديوم 102.9	46 Pd بلاديوم 106.42	47 Ag فضة 107.9	48 Cd كاديوم 112.4	49 In إنديوم 114.8	50 Sn قصدير 118.7	51 Sb أنتيمون 121.75	52 Te تيلوريوم 127.6	53 I يود 127	54 Xe زينون 131.3
الدورة السادسة	55 Cs سيزيوم 132.9	56 Ba باريوم 137.3	57 La لانثانيوم 138.9	72 Hf هافنيوم 178.5	73 Ta تنتاليوم 180.9	74 W تنجستين 183.84	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.23	77 Ir إيريديوم 192.22	78 Pt بلاتين 195.1	79 Au ذهب 197	80 Hg زئبق 200.6	81 Tl ثاليوم 204.4	82 Pb رصاص 207.2	83 Bi بزموث 209	84 Po بولونيوم 209	85 At إستاتين 210	86 Rn رادون 222
الدورة السابعة	87 Fr فرانسيوم 223	88 Ra راديوم 226	89 Ac أكتينيوم 227	104 Rf رذرفورديوم 261	105 Db ديوبنيوم 262	106 Sg سيبرجيوم 266	107 Bh بوهريوم 264	108 Hs هاسيوم 269	109 Mt ميتانديوم 268	110 Ds دارمستدتيوم 281	111 Rg رونتجنيوم 272	112 Uub يونيبيوم 285	113 Uut يونينتريوم 284	114 Uuq يونينكاديوم 289	115 Uup يونينبنتيوم 288	116 Uuh يونيهكسيوم 292		

اللانثانيدات	58 Ce سيريوم 140.1	59 Pr براسيوديميوم 140.9	60 Nd نيوديميوم 144.24	61 Pm بروميثيوم 145	62 Sm ساماريوم 150.36	63 Eu أوروبيوم 152	64 Gd جادولينيوم 157.25	65 Tb تيربيوم 158.9	66 Dy ديسبروزيوم 162.5	67 Ho هولميوم 164.9	68 Er أربيوم 167.3	69 Tm ثوليوم 168.9	70 Yb يتربيوم 173	71 Lu لوتيتيوم 175
الأكتينيدات	90 Th ثوريوم 232	91 Pa بروتكتينيوم 231	92 U يورانيوم 238	93 Np نبتونيوم 237	94 Pu بلوتونيوم 244	95 Am أمريكيوم 243	96 Cm كوريوم 247	97 Bk بركيليوم 247	98 Cf كاليفورنيوم 251	99 Es أينشتينيوم 252	100 Fm فيرميوم 257	101 Md مندليفيوم 258	102 No نوبيليوم 259	103 Lr لورانسيوم 262

الفلزات	أشباه الفلزات	اللافلزات	الغازات الخاملة
فلزات الأقلاء	أشباه الفلزات	الهالوچينات	الغازات الخاملة
الفلزات الانتقالية		لافلزات أخرى	
فلزات الأقلاء الأرضية			
فلزات أخرى			


Metal
Metalloid
Nonmetal
1 H
2 He
3 Li
4 Be
5 B
6 C
7 N
8 O
9 F
10 Ne
11 Na
12 Mg
13 Al
14 Si
15 P
16 S
17 Cl
18 Ar
19 K
20 Ca
21 Sc
22 Ti
23 V
24 Cr
25 Mn
26 Fe
27 Co
28 Ni
29 Cu
30 Zn
31 Ga
32 Ge
33 As
34 Se
35 Br
36 Kr
37 Rb
38 Sr
39 Y
40 Zr
41 Nb
42 Mo
43 Tc
44 Ru
45 Rh
46 Pd
47 Ag
48 Cd
49 In
50 Sn
51 Sb
52 Te
53 I
54 Xe
55 Cs
56 Ba
57-71
72 Hf
73 Ta
74 W
75 Re
76 Os
77 Ir
78 Pt
79 Au
80 Hg
81 Tl
82 Pb
83 Bi
84 Po
85 At
86 Rn
87 Fr
88 Ra
89-103
104 Rf
105 Db
106 Sg
107 Bh
108 Hs
109 Mt
110 Ds
111 Rg
112 Cn
113 Uut
114 Fl
115 Uup
116 Lv
117 Uus
118 Uuo
57 La
58 Ce
59 Pr
60 Nd
61 Pm
62 Sm
63 Eu
64 Gd
65 Tb
66 Dy
67 Ho
68 Er
69 Tm
70 Yb
71 Lu
89 Ac
90 Th
91 Pa
92 U
93 Np
94 Pu
95 Am
96 Cm
97 Bk
98 Cf
99 Es
100 Fm
101 Md
102 No
103 Lr

The metals share several common properties, including:

- **solid at room temperature (with the exception of mercury)**
- **usually shiny**
- **high melting point**
- **good conductor of heat**
- **good conductor of electricity**
- **low ionization energies**
- **low electronegativities**
- **malleable – able to be pounded into sheets**
- **قادرة على أن تكون ترتبط في شكل صحائف ـليونة**
- **ductile – can be pulled into wire**
- **high density (exceptions: lithium, potassium and sodium)**
- **corrodes in air or seawater**
- **loses electrons in reactions (Electropositive elements)**

A nonmetal (or non-metal) is a chemical element that mostly lacks metallic attributes. The nonmetals share several common properties, including:

- **Low melting point than the metals**
- **Brittle solids** مواد صلبة هشة
- **Poor conductor of heat**
- **Poor conductor of electricity**
- **large ionization energies**
- **Large electronegativities**
- **Not malleable or ductile**
- **Little or no metallic luster** ضئيلة أو معدومة البريق المعدني
- **Gain electrons easily (Electronegative elements)**

Metalloids, or semi-metals, are a group of elements that possess both properties of metals and non-metals.

An element with properties intermediate between those of a metal and nonmetal.

The metalloids share several common properties, including:

(١) سالبيتها الكهربية متوسطة بين الفلزات واللافلزات.

(٢) أقل توصيل للكهرباء من الفلزات وأكثر من اللافلزات {توصل التيار الكهربى بدرجة متوسطة ولذلك تسمى أشباه الموصلات }

لذلك تستخدم فى الأجهزة الإلكترونية مثل الترانزستور

Types of oxides

- Acidic oxides
- Basic oxides
- Amphoteric oxides

Acidic oxides

Oxides that react with water forming an acid
or
Oxides that react with a base forming a salt

- $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$ Carbonic acid
  $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
- SO_2 which does not react with water

  but does react with bases forming sulfites

  $SO_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2SO_3$ sodium sulfite $+ H_2O$

- $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
  $SO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
- SiO_2 which does not react with water

  but does react with bases forming silicates

  $SiO_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2SiO_3$ sodium silicate $+ H_2O$

- Mn_2O_7 **(Manganese heptoxide** or **Manganese(VII) oxide)**
  $+ H_2O \rightarrow 2HMnO_4$ (Permanganic acid)
  $Mn_2O_7 + 2\ NaOH \rightarrow 2\ NaMnO_4$ (sodium permanganate) $+ H_2O$
- P_2O_5 **(Phosphorus pentoxide) or Phosphorus(V) oxide)** $+3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$
  $P_2O_5 + 6\ NaOH = 2\ Na_3PO_4 + 3\ H_2O$

Basic oxides

Oxides that reacts with water to form a base

or

Oxides that reacts with an acid to form a salt

- Na_2O (Sodium oxide) + $H_2O \longrightarrow$ 2NaOH Sodium hydroxide

  $Na_2O + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O$

- MgO (Magnesium oxide) which does not react with water

  but does react with acids

  $MgO + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4$ (magnesium sulfate) + H_2O

  $MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2$ (magnesium chloride) + H_2O

- **CuO** (Cupric oxide or Copper(II) oxide) does not react with water but does react with acids

  $CuO + 2\ HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2$ (Cupric nitrate) + H_2O

  $CuO + 2\ HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

  $CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$

Amphoteric oxides

Metal oxides which react with both acids as well as bases to produce salts

- Al_2O_3 (aluminum oxide) + 6 HCl→ 2 $AlCl_3$ (aluminum chloride)+ 3 H_2O

  Al_2O_3 + 2 NaOH + 3 H_2O → 2 $Na[Al(OH)_4]$ (sodium tetrahydroxoaluminate)

- ZnO (Zinc oxide) + H_2SO_4 → $ZnSO_4$ + H_2O

  ZnO + 2 NaOH + H_2O → $Na_2[Zn(OH)_4]$

- PbO (Lead oxide) + 2 HCl → $PbCl_2$ (Lead chloride) + H_2O

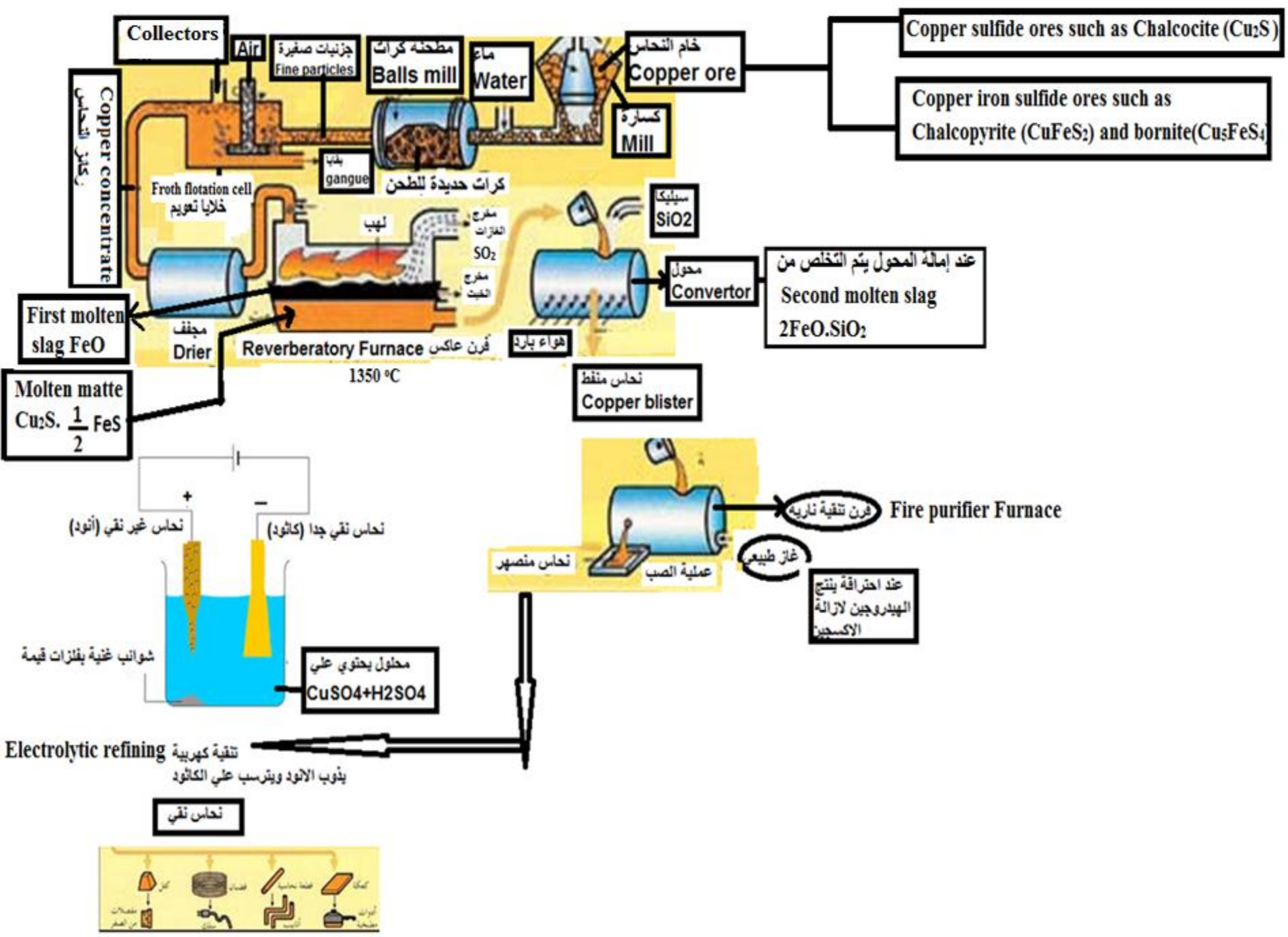
  PbO + 2 NaOH + H_2O → $Na_2[Pb(OH)_4]$

- SnO(Stannous oxide or Tin(II) oxide) +2 HCl → $SnCl_2$ + H_2O

  SnO +4 NaOH + H_2O → $Na_4[Sn(OH)_6]$

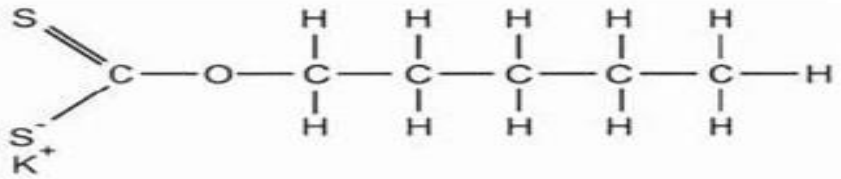
Extractive metallurgy of copper

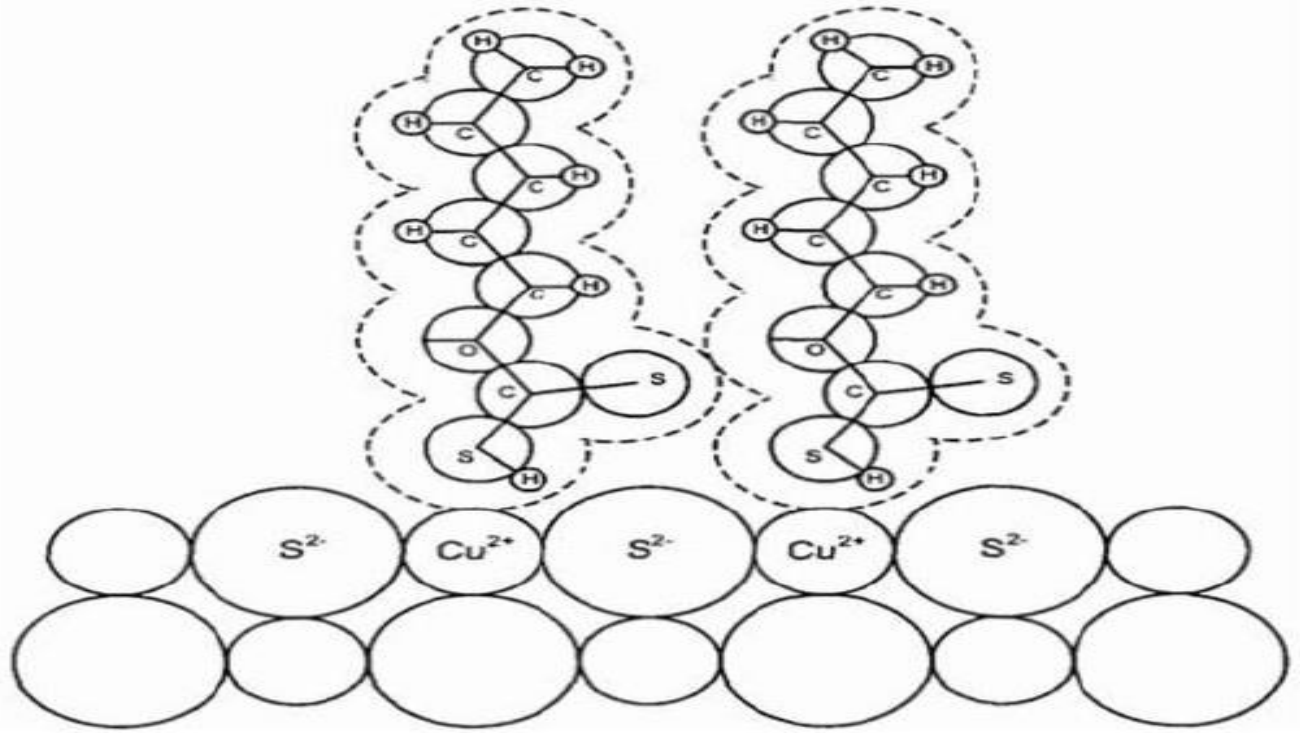
استخلاص النحاس من خاماته


Collectors
Air
جزئيات صغيرة
Fine particles
مطحنة كرات
Balls mill
ماء
Water
خام النحاس
Copper ore
Copper sulfide ores such as Chalcocite (Cu_2S)
Copper iron sulfide ores such as Chalcopyrite ($CuFeS_2$) and bornite(Cu_5FeS_4)
كسارة
Mill
مركز النحاس
Copper concentrate
بقايا
gangue
كرات حديدة للطحن
Froth flotation cell
خلايا تعويم
لهب
مخرج الغازات
SO_2
مخرج الخبث
سيليك
SiO_2
محول
Convertor
عند إمالة المحول يتم التخلص من
Second molten slag
$2FeO.SiO_2$
First molten slag FeO
مجفف
Drier
Reverberatory Furnace
فرن عاكس
1350 °C
هواء بارد
Molten matte
$Cu_2S.\frac{1}{2}FeS$
نحاس منقط
Copper blister
+
–
نحاس غير نقي (أنود)
نحاس نقي جدا (كاثود)
فرن تنقية ناريه
Fire purifier Furnace
نحاس منصهر
عملية الصب
غاز طبيعي
عند احتراقة ينتج الهيدروجين لازالة الاكسجين
شوائب غنية بفلزات قيمة
محلول يحتوي علي
$CuSO4+H2SO4$
Electrolytic refining
تنقية كهربية
يذوب الانود ويترسب علي الكاثود
نحاس نقي

Collectors

- Substances that create the water repellent surfaces on copper minerals
- They have a polar (charged) end and non-polar(hydrocarbon) end
- They attach their polar (charged) end to the mineral surface (which is itself polar) leaving the non-polar hydrocarbon end extended outwards
- Example Potassium amyl xanthate





Sketch of attachment of amyl xanthate ions to covellite. There is a hydrogen atom bidden behind each carbon of the hydrocarbon chain

Reactions occured in reverberatory furnace | **Smelting Process**

$$2CuFeS_2 + \frac{13}{4}O_2 \xrightarrow{1350\ ^oC} Cu_2S.\frac{1}{2}FeS + \frac{3}{2}FeO + \frac{5}{2}SO_2$$

Molten matte | First molten slag | Gas

Reactions occured at convertor | **Blister copper production process**

$$2FeS + 3O_2 + SiO_2 \rightarrow 2FeO.SiO_2 + 2SO_2 + \text{heat}$$

In molten matte | Second molten slag

$$Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2 + \text{heat}$$

In molten matte | Copper blister

Uses of Ammonia gas NH3

إستخدمات غاز الامونيا (النشادر) (NH_3)

١- صناعة كربونات الصوديوم بطريقة Solvey

$$CO_2+H_2O+NaCl+NH_3 \longrightarrow NaHCO_3+NH_4Cl$$

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O$$

٢- إنتاج اليوريا Urea والتي تستخدم كسماد عضوي Organic Fertilizer

$$2NH_3+CO_2 \longrightarrow NH_2COONH_4 \text{ (ammonium carbamate)}$$

$$NH_2COONH_4+ \text{ heat} \longrightarrow NH_2CONH_2 \text{ (urea)} + H_2O$$

٣- إنتاج نترات الامونيوم Ammonium nitrate NH_4NO_3 والتي تستخدم كسماد غير عضوي Inorganic Fertilizer

$$NH_3+HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

٤- إنتاج كبريتات الامونيوم Ammonium sulphate $(NH_4)_2SO_4$ والتي تستخدم كسماد غير عضوي Inorganic Fertilizer

$$2NH_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

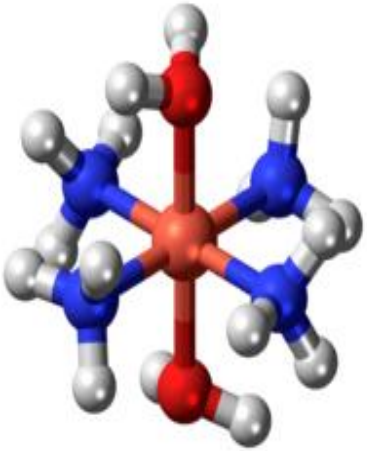
٥- إنتاج فوسفات الامونيوم Ammonium phosphate $(NH_4)_3PO_4$ والتي تستخدم كسماد غير عضوي Inorganic Fertilizer

$$3NH_3+H_3PO_4 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4$$

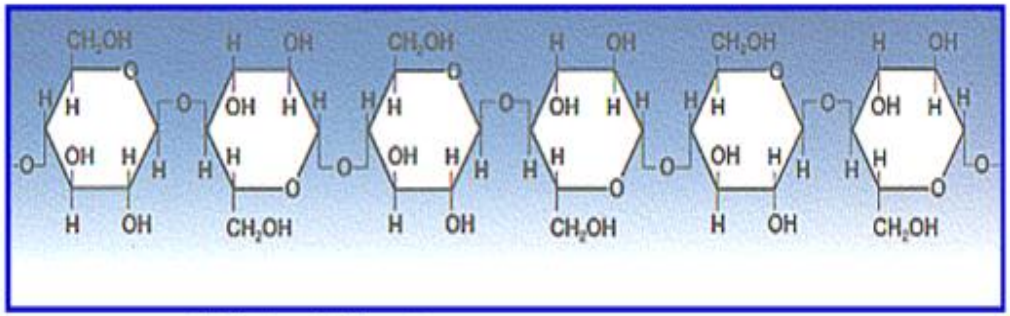
٦- تحضير مادة chloramine التي تستخدم في معالجة المياة

$$Cl_2+2NH_3 \longrightarrow NH_2Cl+NH_4Cl$$

Preparation of Schweizer's reagent $[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2](OH)_2$ **Tetraamminediaquacopper (II) dihydroxide**



It is notable for its ability to dissolve cellulose



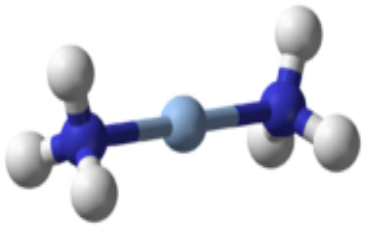
Cellulose Molecule

$$CuSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

$$Cu(OH)_2 + 4\,NH_4OH \longrightarrow [Cu(NH_3)_4(H_2O)_2](OH)_2 + 2H_2O$$

Preparation of Tollens' reagent

Alkaline solution of $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ Diammine silver (I) nitrate



$$2AgNO_3 + 2\ NaOH \longrightarrow Ag_2O\ (\text{brown ppt}) + 2NaNO_3 + H_2O$$

$$Ag_2O\ (\text{brown ppt}) + 2NaNO_3 + H_2O + 4NH_3 \longrightarrow 2[Ag(NH_3)_2]NO_3 + 2NaOH$$

It is used for Qualitative detection of aldehyde compounds

$$2[Ag(NH_3)_2]NO_3 + RCHO + H_2O \longrightarrow 2Ag\ (\text{silver mirror}) + 4NH_3 + RCOOH + 2HNO_3$$

Properties of NH3 gas

خواص غاز NH_3:-

١ : سريع الذوبان فى الماء.

لأنه يذوب فى الماء مكونا قلوى ammonium hydroxide

$$NH_3 + HOH \longrightarrow NH_4OH$$

٢ : لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال

Does not burn and does not help-flammable

٣ : عديم اللون وله رائحة نفاذة

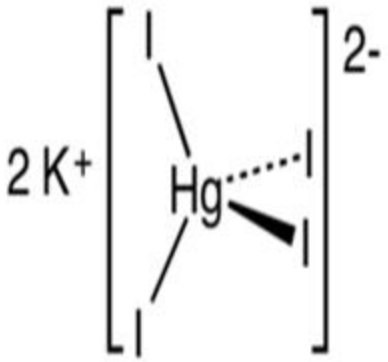
Colorless and has a pungent odor

٤ : يكون سحب بيضاء White clouds عند تقريب ساق مبلله بحمض الهيدروكلوريك لفوهة المخبار فتتكون سحب بيضاء لتكون ammonium chloride

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

Nessler's reagent

Alkaline solution of K_2 [HgI_4] Potassium tetraiodomercurate(II)



$$HgCl_2 + 2KI \longrightarrow HgI_2 + 2KCl$$

$$HgI_2 + 2KI \longrightarrow K_2[HgI_4]$$

0.09 M solution of (K_2[HgI_4]) in 2.5 M solution of KOH forms Nessler's reagent

Used to detect ammonia

$2K_2HgI_4 + 3KOH + NH_3$ ---------- NH_2-Hg-o-Hg-I (Millon's base) (brown ppt) + 7KI + $2H_2O$

Synthesis of ammonia gas NH3

طرق تحضير NH_3

٤ طرق

الطريقة الاولي

Haber Bosch

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[500\ ^oC]{200\ atm} 2NH_3$$

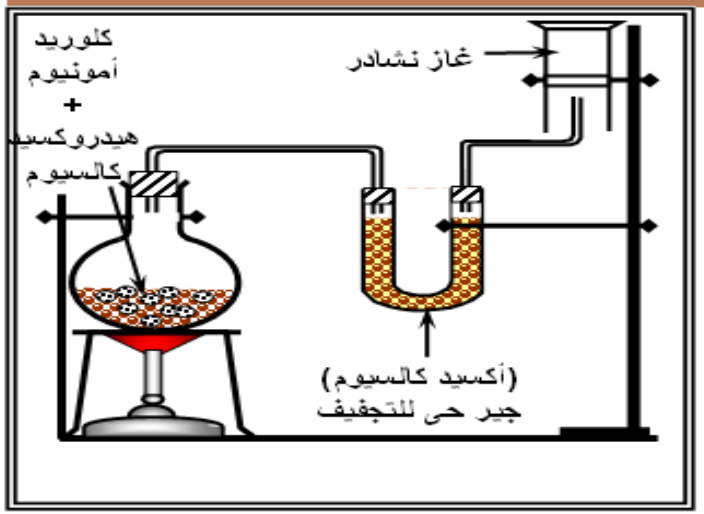
Catalyst such as Fe or Mo

الطريقة الثانية

Reaction between NH_4Cl & $Ca(OH)_2$

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{Heat} 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

- يجفف غاز النشادر بإمراره على أكسيد كالسيوم CaO (جير حى) ولا يجفف بحمض الكبريتيك لأنه يتفاعل معه.
- يجمع بإزاحة الهواء إلى أسفل لأنه أخف من الهواء.



طرق تحضير NH_3 ؛ ٤ طرق

الطريقة الثالثة
Cyanamide method

$$CaO + 3C \xrightarrow{1000^{o}C} CaC_2 \text{ (calcium carbide)} + CO$$

$$CaC_2 + N_2 \xrightarrow{3000^{o}C} CaCN_2 \text{ (calcium cyanamide)} + C$$

$$CaCN2 + 3H_2O \xrightarrow{3\text{-}4\ atm} CaCO_3 + 2NH_3$$

الطريقة الرابعة
Nitride method

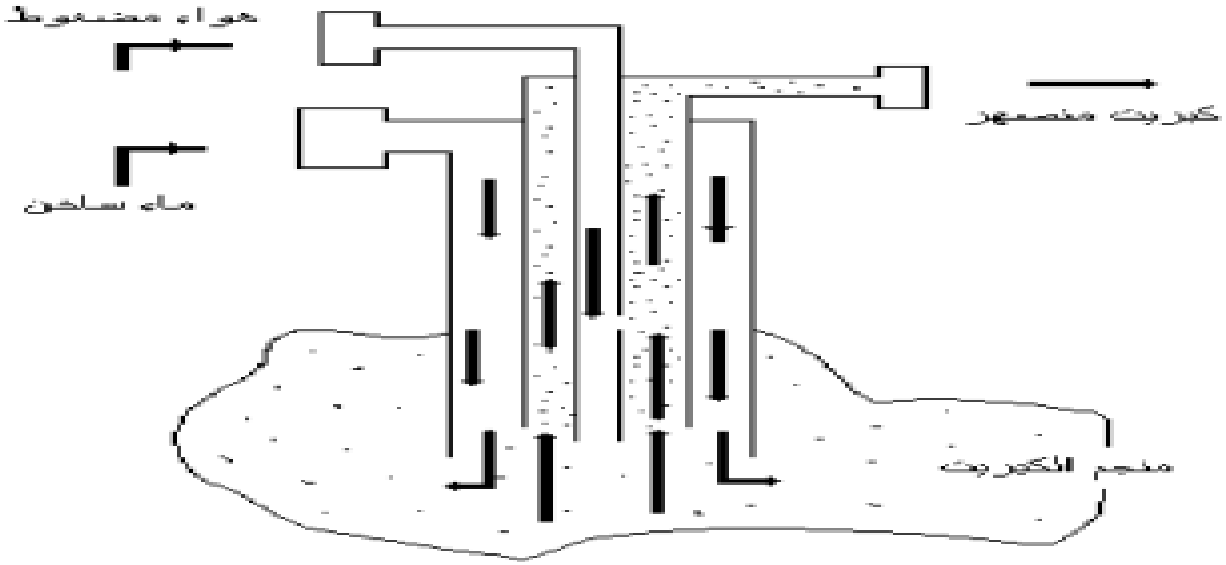
$$Al_2O_3 + 3C + N_2 \longrightarrow 2\ AlN \text{ (aluminum nitride)} + 3CO$$

$$AlN + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + NH_3$$

Manufacture of sulphuric acid H_2SO_4

Manufacture of sulphuric acid H_2SO_4

- Frasch process for extraction of sulphur



- Combustion of sulphur in oxygen atmosphere to produce sulphur dioxide (SO_2)

$$S+O_2 \rightarrow SO_2$$

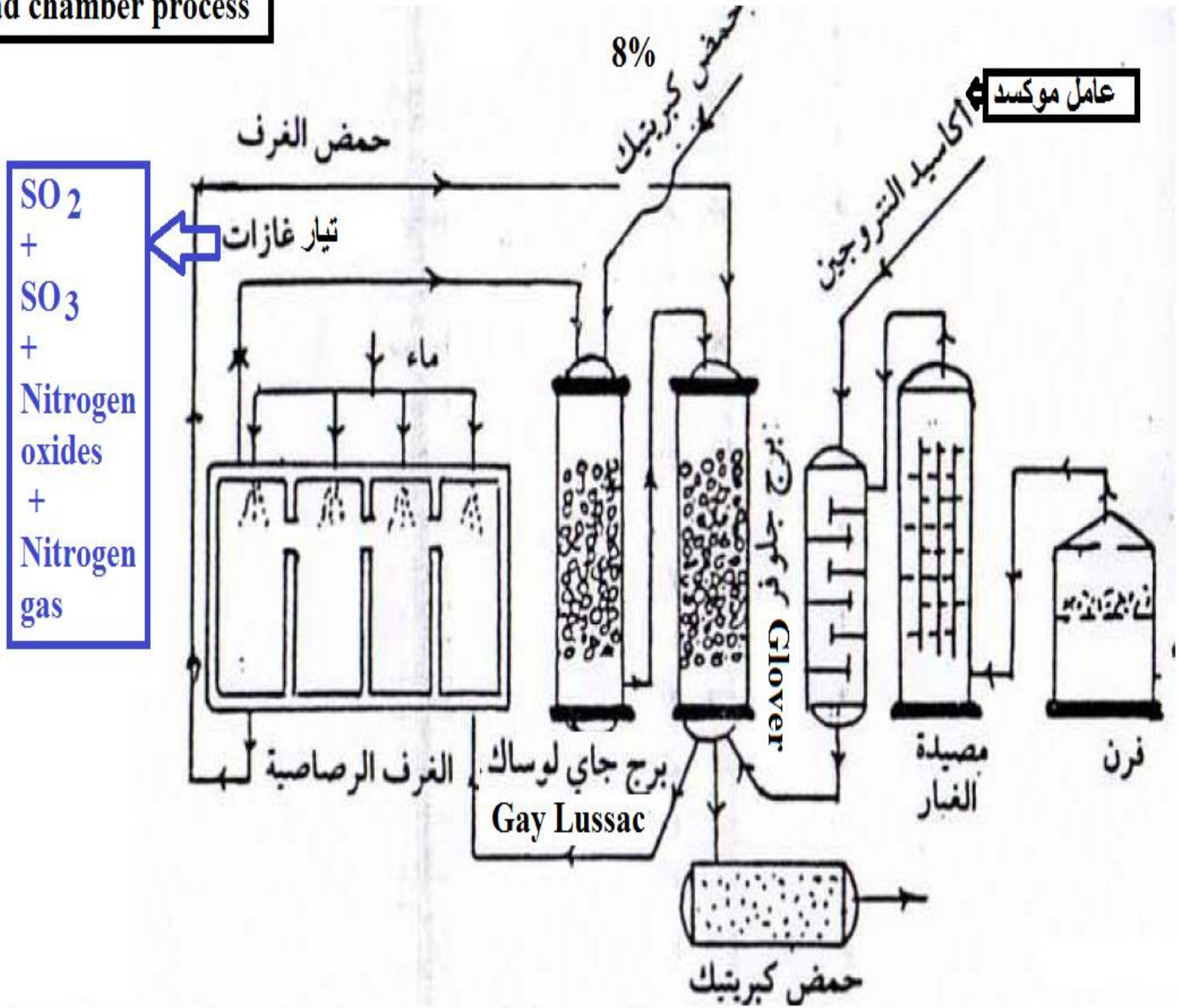
- Oxidation of sulphur dioxide (SO_2) to sulphur trioxide (SO_3) using lead chamber process or contact process

$$SO_2+0.5\ O_2+ \text{catalyst} \rightarrow SO_3$$

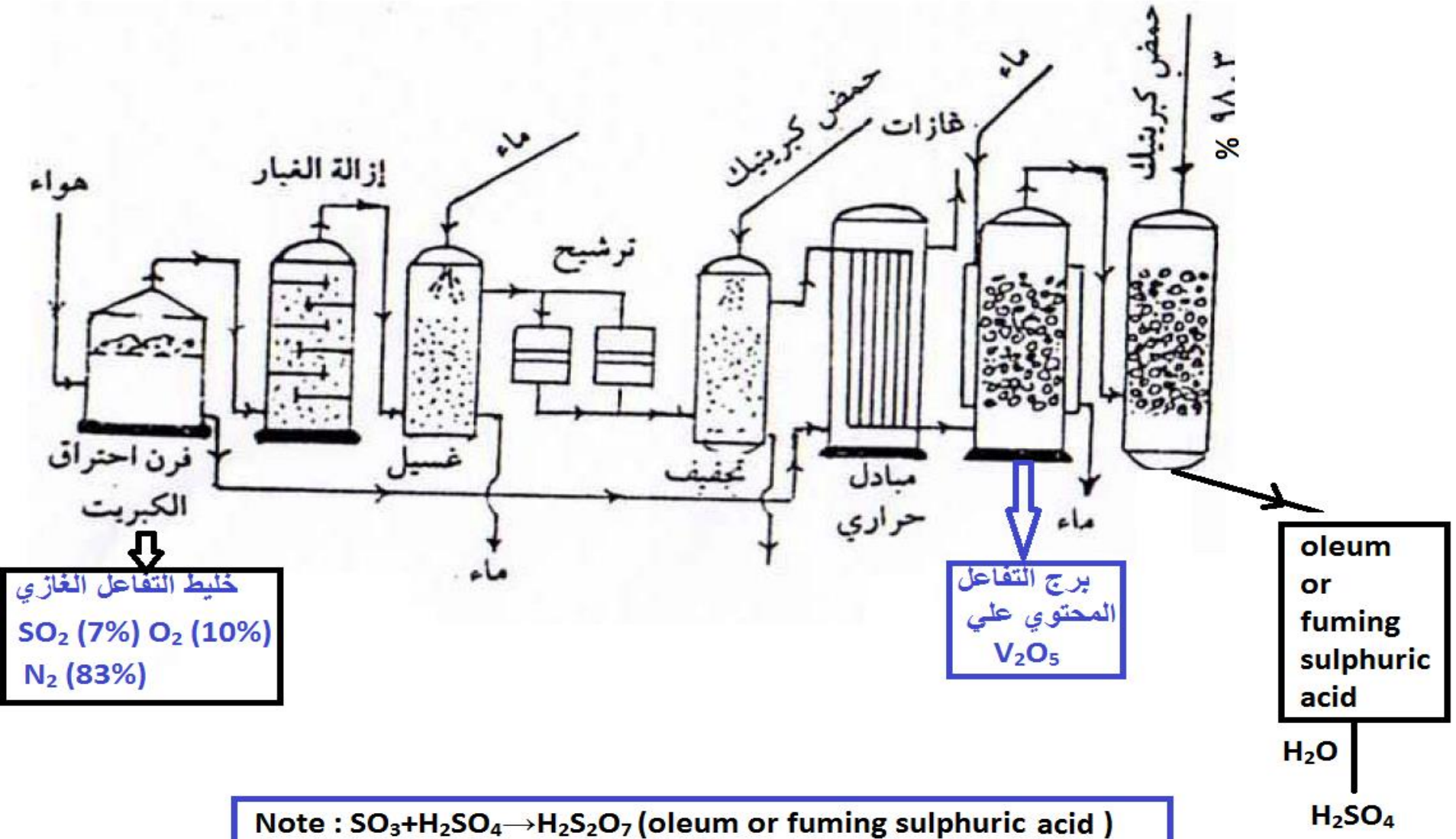
- Reaction between sulphur trioxide and water to produce sulphuric acid (H_2SO_4)

$$SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

Lead chamber process

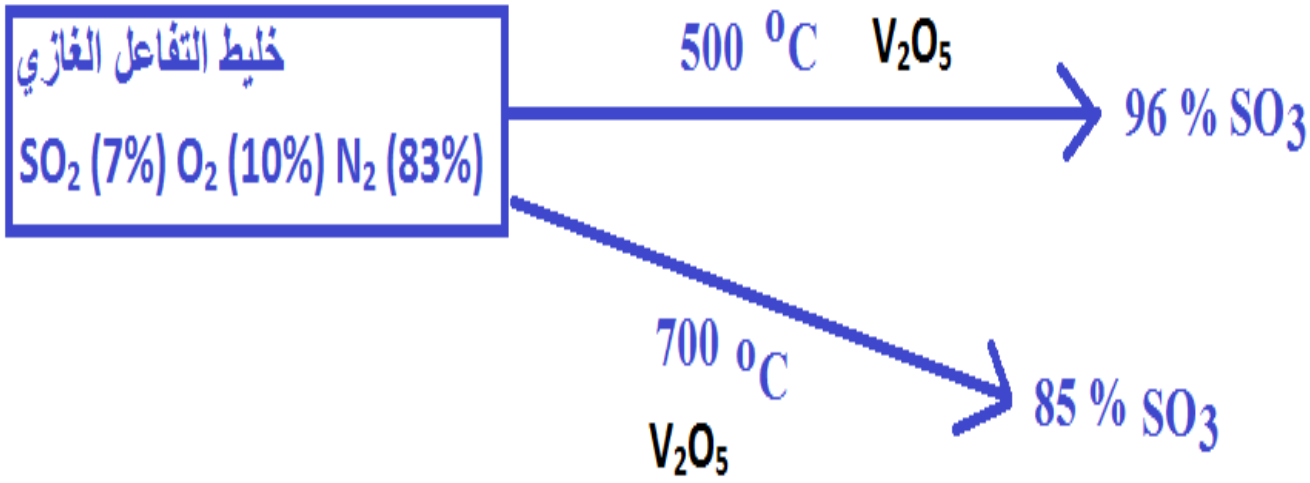


Contact process



Note : $SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$ (oleum or fuming sulphuric acid)

$H_2S_2O_7 + H2O \rightarrow 2\ H_2SO_4$



المبادل الحراري يستخدم لرفع درجة حرارة خليط التفاعل الغازي الي حوالي ٥٠٠ درجة مئوية

عندما يدخل خليط التفاعل الغازي الي برج التفاعل تزداد درجة حرارته الي حوالي ٥٥٠ درجة مئوية لان التفاعل طارد للحراره

لذلك يلزم تبريده بتيار ماء من الخارج ويخرج الغازات كما هو موضح بالشكل السابق حتي تصل درجة حرارته الي حوالي ٥٠٠ درجة مئوية

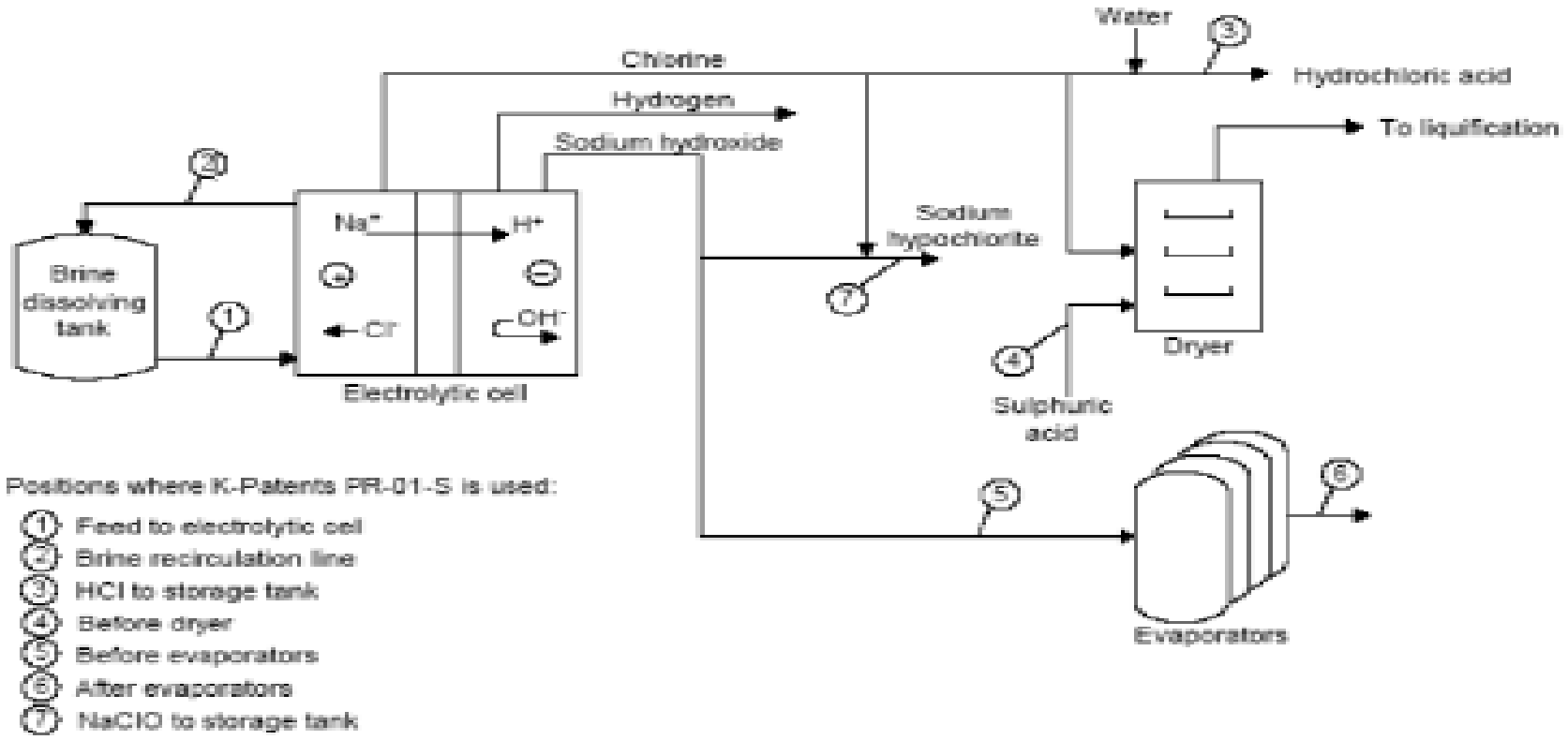
Manufacture of NaOH

صناعة هيدروكسيد الصوديوم قديما :

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

حيث أن $CaCO_3$ راسب يسهل التخلص منه بالترشيح بينما NaOH الناتجه محلول يتم تحويلها الى مادة صلبة عن طريق التبخير

صناعة هيدروكسيد الصوديوم حديثا: طريقة التحليل الكهربائى لمحلول sodium chloride



- عند امرار التيار الكهربائي في المحلول

(أ) يتصاعد غاز الكلور chlorine (Cl_2) عند الانود (القطب الموجب) طبقا للمعادلة الاتية :

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$

(ب) يتجمع هيدرووكسيد الصوديوم Sodium hydroxide (NaOH) عند الكاثود (القطب السالب) طبقا للمعادلة الاتية :

$$Na^+ + H_2O \rightarrow NaOH + H^+$$

$$2\,H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

- لنجاح عملية التحليل يجب الفصل بين النواتج المتكونة عند كلا من الانود والكاثود حيث ان

$$2NaOH + Cl_2 \rightarrow NaOCl\ (sodium\ hypochlorite)(explosive) + NaCl + H_2O$$

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

- تتم عملية التحليل بعدة اساليب ففي اسلوب كاستر- كلنر castener kellner يحلل محلول ملح الطعام بين **أنود من الكربون وكاثود من الزئبق** الذي يكون طبقة سفلي في قاع وعاء التحليل

وعند امرار التيار الكهربائي في خلية التحليل تتجه ايونات الصوديوم إلى الكاثود (إلى طبقة الزئبق) حيث تتفاعل معها مكونة ملغما مائعا ينقل باستمرار إلى خلية تحليل كهربائي ثانية ، يتحول فيها الزئبق إلى أنود ، و يكون فيها الكاثود من الحديد في وسط من محلول هدروكسيد الصوديوم.

وتنتقل ايونات الصوديوم في الخلية الثانية من ملغم الزئبق إلى الكاثود ، و تتحد هناك مع الماء مكونة هدروكسيد الصوديوم، و في اللحظة نفسها تتحد ايونات الهيدروكسيل المتجه إلى الأنود مع الصوديوم الموجود بالملغم لتكون مزيدا من هدروكسيد الصوديوم.

at cathode in first cell $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2\,NaHg$ amalgam

at anode in second cell

$2\,NaHg \text{ amalgam} \rightarrow 2Na^+ + 2e^-$

$Na^+ + OH^- \rightarrow NaOH$

at cathode in second cell

$Na^+ + H_2O \rightarrow NaOH + H^+$

$2\,H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Manufacture of cement

Definition of cement: Cement is a binder, a substance used in construction that sets, hardens and adheres to other materials, binding them together.

هو تلك المادة الرابطة الناعمة التي تتصلب وتقسى فتملك بذلك خواصا تماسكية وتلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض

Composition of cement:

✦ يتم طحن الاكاسيد الاتية مع بعضها البعض بنسب معينة

- SiO_2 — يكتب اختصارا S
- Al_2O_3 — يكتب اختصارا A
- CaO — يكتب اختصارا C
- Fe_2O_3 — يكتب اختصارا F

✦ هذه الاكاسيد تاتي من المواد الخام الاتية

- الحجر الجيري Limestone
  - Consist of $CaCO_3$ + small amounts of SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 etc.
  - $CaCO_3 + \text{heat (at } 850\ ^{\circ}C) \rightarrow CaO + CO_2$
- الطفلة Clay
  - Consist of 50 % SiO_2, 14-16 % Al_2O_3 + small amounts of CaO, Fe_2O_3, etc.
- الرمل Sand
  - Consist of 70 % SiO_2 + small amounts of CaO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 etc.

✦ يتم الحرق عند ١٤٥٠ درجة مئوية حيث تتحد الاكاسيد مع بعضها البعض مكونة ما يسمي اطوار الكلنكر Clinker phases وهي

(C_2S, C_3S, C_3A, C_4AF)

For example C_2S means 2 molecule of CaO associated with 1 molecule of SiO_2

✦ اضافة مادة الجبس gypsum $CaSO_4.2H_2O$ الي calcium sulphate للحصول علي المنتج النهائي وهو الاسمنت clinker

Property	Portland Cement	Siliceous (ASTM C618 Class F) Fly Ash	Calcareous (ASTM C618 Class C) Fly Ash	Slag Cement	Silica Fume
SiO_2 content (%)	21.9	52	35	35	85–97
Al_2O_3 content (%)	6.9	23	18	12	—
Fe_2O_3 content (%)	3	11	6	1	—
CaO content (%)	63	5	21	40	< 1
MgO content (%)	2.5	—	—	—	—
SO_3 content (%)	1.7	—	—	—	—
Specific surface[b] (m^2/kg)	370	420	420	400	15,000–30,000