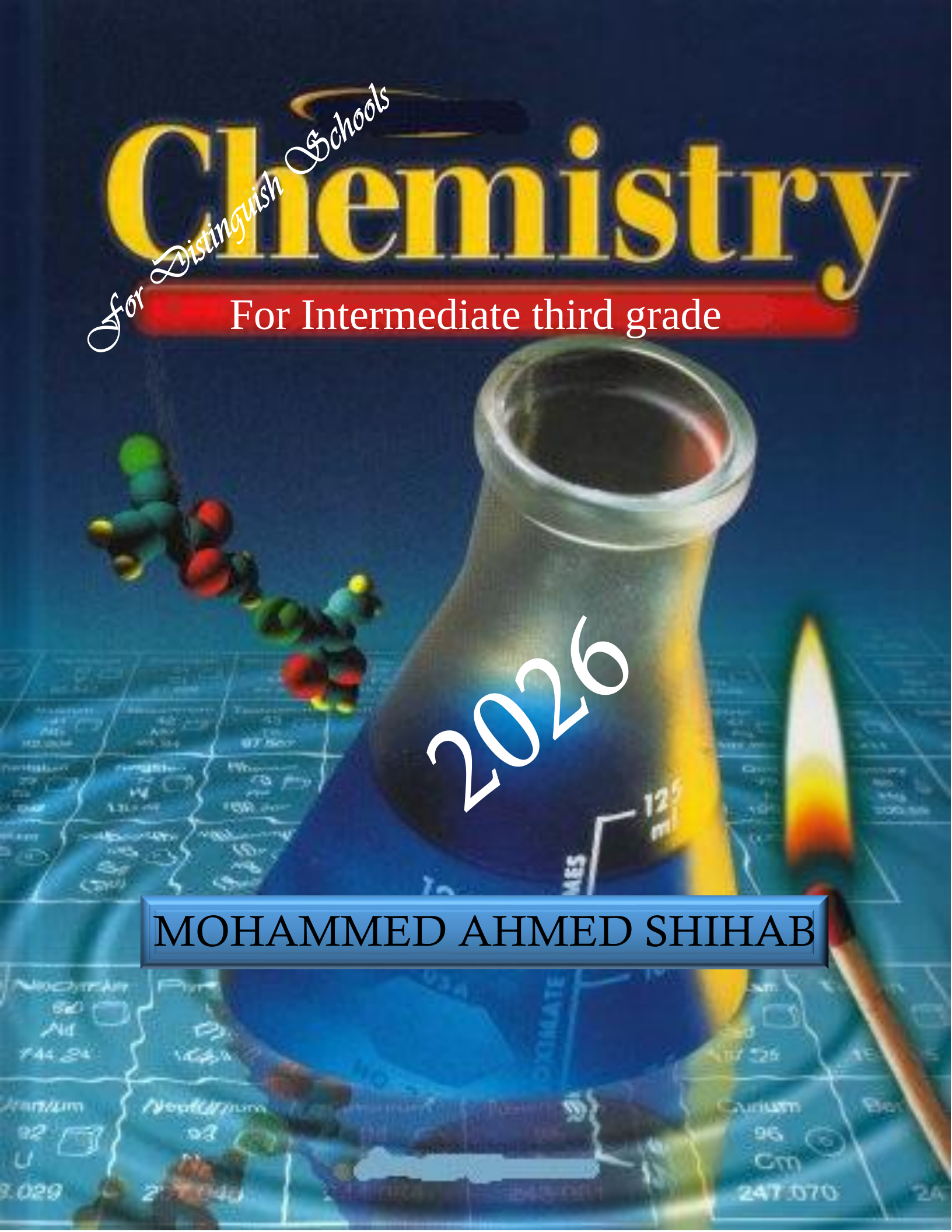

For Distinguish Schools
Chemistry
For Intermediate third grade
2026
MOHAMMED AHMED SHIHAB

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER ONE

Atomic Structure for Matter

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

Chapter one

الفصل الاول

Atomic Structure for Matter

التركيب الذري للمادة

1 – 2 Evolution of the concept of the atomic structure : -

تطور مفهوم البناء الذري

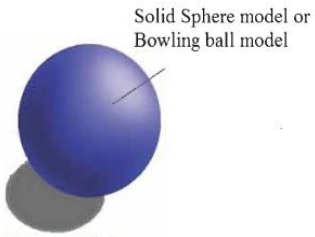


Figure 1-1
Dalton's Atomic Model

1 – 2 – 1 Dalton's Model : -

نموذج دالتون

Q / What is Dalton's model of atomic structure?

Dalton perceived an atom as a hard indivisible sphere, and that these atoms are connected through simple methods to form combined atoms.

س١: ما هو نموذج دالتون للبنية الذرية؟

اعتبر دالتون الذرة كرة صلبة غير قابلة للتجزئة، وأن هذه الذرات متصلة بطرق بسيطة لتكوين ذرات متحدة.

1 – 2 – 2 Thomson's Model : -

نموذج ثومسون

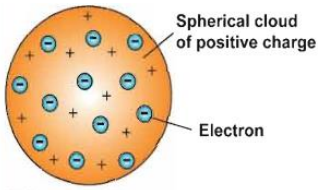


Figure 1-2
Thomson's Atomic Model

Q / What is Thomson's model?

Thomson' perception of the atom is positively charged sphere on which negatively charged electrons are attached to balance the charge therefore the atom has neutral charge.

س٢/ ما هو نموذج تومسون؟ تصور تومسون للذرة أنها كرة مشحونة بشحنة موجبة، ترتبط بها إلكترونات سالبة الشحنة لموازنة الشحنة، وبالتالي تكون الذرة متعادلة الشحنة.

1 – 2 – 3 Rutherford Model : -

نموذج رذرفورد

After the discovery of the proton: (a positively charged particle, the mass of which is greater than that of the electron).

بعد اكتشاف البروتون (جسيم موجب الشحنة ، كتلته أكبر من كتلة الإلكترون).

Q / What is the concept of Rutherford's model?

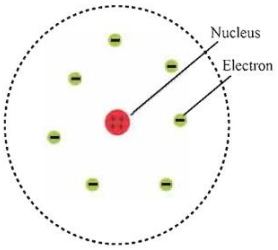


Figure 1-3
Rutherford's Atomic Model

- The protons are situated in a tiny area at the center of the atom called the nucleus which contains most of the mass of the atom .

تقع البروتونات في منطقة صغيرة في مركز الذرة تسمى النواة التي تحتوي على معظم كتلة الذرة.

- The number of negative electrons around the nucleus balance the positive charge of the protons.

يوازن عدد الإلكترونات السالبة حول النواة الشحنة الموجبة للبروتونات.

- Electrons rotate around the nucleus in various orbits with varying distances from the nucleus.

تدور الإلكترونات حول النواة في مدارات مختلفة بمسافات متفاوتة من النواة

Therefore, this model is called the planetary astral model.

لذلك يسمى هذا النموذج بالنموذج النجمي الكواكب

Why is the Rutherford model called the planetary model ?

لماذا سميّ نموذج رذرفورد بالنموذج الكوكبي

1 – 3 INTRODUCTION TO THE MODERN ELECTRON STRUCTURE

١-٣ مقدمة في بنية الإلكترون الحديث

There had been problems with Rutherford's Model. Assuming

كانت هناك مشاكل مع نموذج رذرفورد. بافتراض

Q / Why Rutherford failed to his perception of the atomic structure?

Rutherford's conception of the atom failed due to two assumptions:

فشلت فكرة رذرفورد عن الذرة بسبب افتراضين:

(No.1 Assumption), that negative electrons are static these electrons will be drawn to (magnetized) nucleus with the positive charge .

(الافتراض رقم ١) ، أن الإلكترونات السالبة ثابتة سيتم سحب هذه الإلكترونات إلى نواة (ممغنطة) بشحنة موجبة.

(No.2 Assumption), Given that moving electric charge which is under gravitational force releases energy, so there must be loss in the energy of the moving electron which would eventually slow down its motion. This slowing down electron would move around in a circular motion and finally falls into the nucleus.

(الافتراض رقم ٢). بالنظر إلى أن الشحنة الكهربائية المتحركة التي تخضع لقوة الجاذبية تطلق طاقة ، فلا بد أن يكون هناك خسارة في طاقة الإلكترون المتحرك مما يؤدي في النهاية إلى إبطاء حركته. سيتحرك هذا الإلكترون المتباطئ في حركة دائرية ويسقط أخيرًا في النواة.

In both assumptions, the atom must collapse, This is impossible because atoms do not collapse, so there must be something wrong in Rutherford's Atomic Model.

في كلا الافتراضين، يجب أن تنهار الذرة، وهذا مستحيل لأن الذرات لا تنهار، لذا لا بد أن يكون هناك خطأ ما في نموذج رذرفورد الذري.

1 – 3 – 1 Bohr's Model نموذج بور

Q / What is the Bohr model?

اقترح العالم الدنماركي بور:-

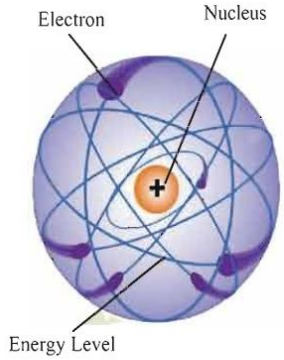


Figure 1-4
Bohr's Atomic Model

- The electrons rotate around the nucleus in a fixed energy levels .

تدور الإلكترونات حول النواة بمستويات طاقة ثابتة.

- Each energy level has a distinctive number describing its energy, this number is called principal quantum number .

كل مستوى طاقة له رقم مميز يصف طاقته ، وهذا الرقم يسمى رقم الكم الأساسي.

- The farther from the nucleus the more the level of energy .

كلما ابتعدنا عن النواة كلما زاد مستوى الطاقة.

- An electron may travel within energy levels through gaining or losing energy . قد ينتقل الإلكترون ضمن مستويات الطاقة من خلال اكتساب أو فقدان الطاقة

Note: The first principal energy level has a lower energy than the second energy level, and so on.

ملحوظة: مستوى الطاقة الرئيسي الأول له طاقة أقل من مستوى الطاقة الثاني، وهكذا.

Q / How can an electron move between energy levels?

س / كيف يمكن للالكترون أن ينتقل بين مستويات الطاقة ؟

An electron can move between these energy levels when it gains or loses energy. يمكن للالكترون أن ينتقل بين مستويات الطاقة هذه عند اكتسابه أو فقدانه للطاقة

Exercise 1 – 1 / Which one of the followings has high energy level?

أي مما يلي يحتوي على مستوى طاقة مرتفع؟

A) First Energy Level
B) Second Energy Level
C)Third energy level
D) Fourth energy level

1 – 3 – 2 Modern Atomic Theory : النظرية الذرية الحديثة

Many scientists worked hard to lay down scientific foundations of the modern atomic theory .

عمل العديد من العلماء بجد لوضع الأسس العلمية للنظرية الذرية الحديثة.

The major hypotheses of the modern theory :

الفرضيات الرئيسية للنظرية الحديثة:

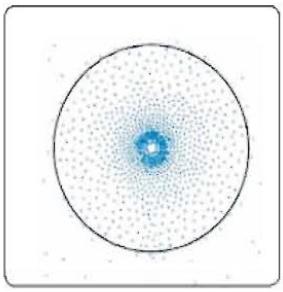


Figure 1-5
Ones of orbital shape (orbital cloud)

- The atoms consists of a nucleus surrounded by electrons with varying levels of energy.

١-تتكون الذرات من نواة محاطة بإلكترونات ذات مستويات مختلفة من الطاقة.

- Electrons rotate around the nucleus on a distance, in energy levels, these levels are represented by numbers called principal quantum numbers, which positive integers The nucleus at the center of the atom consists of the protons and neutrons.

٢ -تدور الإلكترونات حول النواة على مسافة ، في مستويات الطاقة ، ويتم تمثيل هذه المستويات بأرقام تسمى الأعداد الكمومية الأساسية ، والتي تتكون من الأعداد الصحيحة الموجبة. تتكون النواة الموجودة في مركز الذرة من البروتونات والنيوترونات.

Explain / Hydrogen atom is the simplest atomic structure

علل / ذرة الهيدروجين هي أبسط بنية ذرية

Answer / Because it contains one proton and one electron

الجواب / لأنه يحتوي على بروتون واحد وإلكترون واحد

Orbital: The electron cloud surrounding the nucleus.

الاوربيتال: هو السحابة الالكترونية المحيطة بالنواة.

Exercise 1 – 2 :- What is the electron cloud?

تمرين ١-٢: - ما هي السحابة الإلكترونية؟

Electron cloud: The area of space surrounding an atom where an electron can potentially be found.

السحابة الالكترونية :- هي حيز من الفراغ المحيط بالذرة يحتمل وجود الالكترون فيه .

1 – 4 ENERGY LEVEL

مستوى الطاقة

To express the different energy levels of electrons, scientists used numbers called secondary quantum numbers .

للتعبير عن مستويات الطاقة المختلفة للإلكترونات ، استخدم العلماء أرقامًا تسمى أرقام الكم.

Secondary quantum numbers :- is the numbers which describe fairly all features of the orbital as well as those the electrons in these orbital .

الأعداد الكمية: - هي الأرقام التي تصف إلى حد ما جميع سمات المدار وكذلك الإلكترونات الموجودة في المدار.

1 – 4 – 1 Primary Energy Levels

مستويات الطاقة الأولية

These levels are expressed by the principal quantum number (n), it holds a positive value equals 1,2,3,4,5,6,7..... , the greatest (n) has highest the energy , (n) cannot be zero at all .

يتم التعبير عن هذه المستويات من خلال الرقم الكمي الرئيسي (ن) ، ولها قيمة موجبة تساوي ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ ، أكبر (ن) لديه أعلى طاقة ، (ن)) لا يمكن أن تكون صفرًا على الإطلاق.

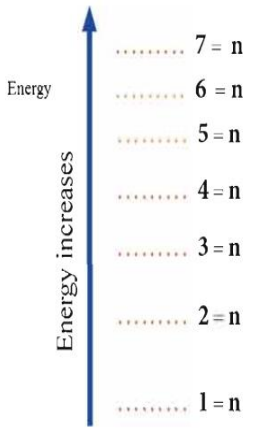


Figure 1-6
When value of n increases the energy level increases.

Table 1-1

Level symbol	K	L	M	N	O	P	Q
value of n	1	2	3	4	5	6	7

Energy increasing

The higher the (n) value, the further the distance of the electron from the nucleus and consequently having more energy,i.e., the nearest of these levels to the nucleus is n = 1 has the lowest energy level while n = 7 has highest energy level .

1 – 4 – 2 Secondary Energy Levels مستويات الطاقة الثانوية

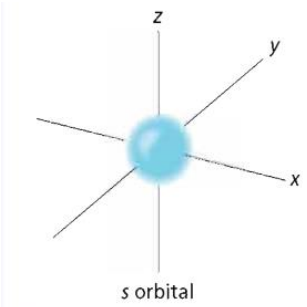


Figure 1-7
Shape of s orbital

Primary energy levels (K ,L ,M ,N) have secondary energy levels (s, p,d and f). These levels difer in terms of shape and number of electrons.

مستويات الطاقة الأولية(K ، L، M، N) لها مستويات طاقة ثانوية s ، p، d و f
تختلف هذه المستويات من حيث الشكل وعدد الإلكترونات.

Orbital (S) has a spherical shape له شكل كروي (S) المداري

As for the second level (P) it has three orbitals and each orbital consists of two equivalent sides distributed in three vertical directions (Px, Py, Pz).

أما المستوى الثاني (P) فلديه ثلاثة مدارات وكل مدار يتكون من وجهين متكافئين موزعين في ثلاثة اتجاهات رأسية (Px, Py, Pz)

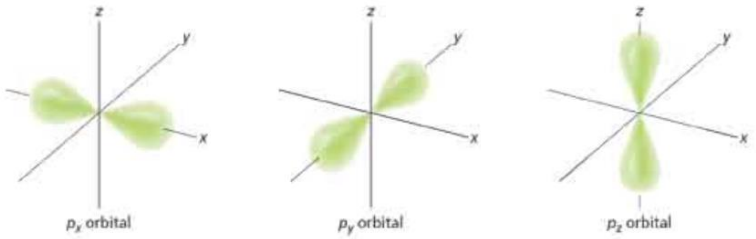


Figure 1-8

As for the secondary levels (d , f) they have more complicated interstitial forms . أما بالنسبة للمستويات الثانوية (د ، و) فلديهم أشكال خلالية أكثر تعقيدًا

Primary energy levels have secondary energy levels as follows :

Primary level K (n = 1) has only one secondary level type s

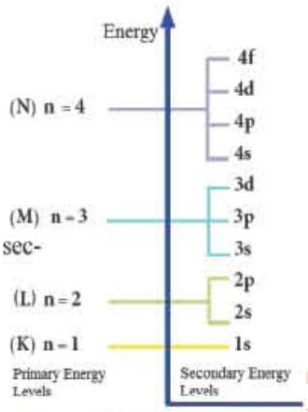
Primary level L (n = 2) has two secondary levels p and s

Primary level M (n = 3) has three secondary levels s,p and d

Primary level N (n = 4) has four secondary levels type s , p , d and f

To determine the secondary level of any of the primary levels in symbols, (n) value is written from the primary level then the letter assigned to the secondary level, for example, the symbol of secondary level is written by indicating the number of the primary level before the secondary level, so it becomes (2s), and the secondary level d of the four primary level 4d and so .

لتحديد المستوى الثانوي لأي من المستويات الأولية في الرموز ، يتم كتابة (n) القيمة من المستوى الأساسي ثم الحرف المخصص للمستوى الثانوي ، على سبيل المثال ، يتم كتابة رمز المستوى الثانوي بالإشارة إلى رقم المستوى الأساسي قبل المستوى الثانوي ، فيصبح (2s) ، والمستوى الثانوي d من أربعة مستويات ابتدائية 4d وهكذا .



1 – 4 – 3 Number of orbitals and Electrons in secondary levels

عدد المدارات والإلكترونات في المرحلة الثانوية

Secondary levels have many different orbitals indicated by as follows :-

المستويات الثانوية لها العديد من المدارات المختلفة المشار إليها على النحو التالي

Secondary level s has 1 orbital ☐

Secondary level p has 3 orbitals ☐☐☐

Secondary level d has 5 orbitals ☐☐☐☐☐

Secondary level f has 7 orbitals ☐☐☐☐☐☐☐

An orbital has as much as two electrons only. but an orbital can have one electron or empty,therefore,secondary level filled as follows :-

يحتوي المدار على ما يصل إلى إلكترونين فقط. ولكن يمكن أن يحتوي المدار على إلكترون واحد أو فارغ ، وبالتالي ، يتم ملء المستوى الثانوي على النحو التالي:

s maximum hold up 2 electrons ⇅

p maximum hold up 6 electrons ⇅ ⇅ ⇅

d maximum hold up10 electrons ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅

f maximum hold up 14 electrons ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅

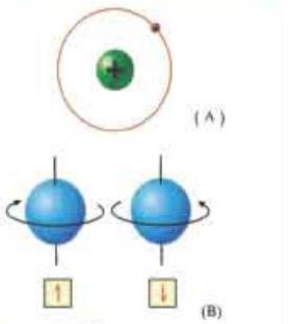


Figure 1-10
A) Electron spin around nucleus.
B)Two electrons spin around their own axis as they are in same orbital.

Explain / Why do electrons in a single orbital not repulse each other?

لماذا لا تتنافر الإلكترونات في مدار واحد ؟

Because the electron spins around itself at the same time as it spins around the nucleus. When two electrons are coupled in, the spin in one orbital is reversed, with the first rotating clockwise and the second rotating counterclockwise, cancel their repulsion. ⇅

لأن الإلكترون يدور حول نفسه في نفس الوقت الذي يدور فيه حول النواة. عند اقتران إلكترونين، ينعكس دوران أحدهما، فيدور الأول مع عقارب الساعة والثاني عكسها، مما يُلغي تنافرهما.

Exercise 1 – 3 :-

A) What is the number of orbitals in the first and third primary energy levels?

ما هو عدد المدارات في مستويات الطاقة الأولية الأولى والثالثة؟

B) What is the number of electrons of second and third primary energy levels ?

ما هو عدد إلكترونات مستويات الطاقة الأولية الثانية والثالثة؟

1 – 5 ELECTRON CONFIGURATION التكوين الإلكتروني

Various elements have different numbers of electrons, these electrons are configuration around the nucleus in the atom, this order is called the electron configuration, and the following rules are considered when electron are order in levels :

تحتوي العناصر المختلفة على أعداد مختلفة من الإلكترونات ، وهذه الإلكترونات يتم تكوينها حول النواة في الذرة ، ويسمى هذا الترتيب تكوين الإلكترون ، ويتم أخذ القواعد التالية في الاعتبار عند ترتيب الإلكترونات في المستويات :

1 – 5 – 1 Aufbau Principle :- مبدأ أوفباو

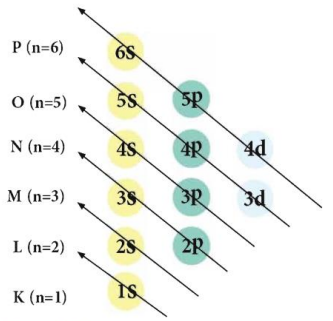


Figure 1-11
Arrangment of secondary energy levels.

the primary quant

Aufbau principle: states that secondary energy levels are filled with electrons according to their energy level from lowest to highest.

مبدأ أوفباو: ينص على أن مستويات الطاقة الثانوية مليئة بالإلكترونات وفقًا لمستوى الطاقة من الأدنى إلى الأعلى.

While writing the electron configuration for any atom, the atomic number must be known, whereby the number of electrons of the electrically balanced natural atom must be equal to its atomic number, commonly written at left down corner side of the symbol.

أثناء كتابة تكوين الإلكترون لأي ذرة ، يجب أن يكون العدد الذري معروفًا ، حيث يجب أن يكون عدد إلكترونات الذرة الطبيعية المتوازنة كهربائيًا مساويًا لعددها الذري ، والذي يُكتب عادةً في الجانب الأيسر السفلي من الرمز.

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f

The number on the left of the symbol of the secondary energy level indicates the primary quantum number (n), while the number on the upper right of the symbol (s) represents the number of electrons in this level this goes to all symbols .

يشير الرقم الموجود على يسار رمز مستوى الطاقة الثانوي إلى الرقم الكمي الأساسي (n) ، بينما يمثل الرقم الموجود في الجزء العلوي الأيمن من الرمز (الرموز) عدد الإلكترونات في هذا المستوى الذي ينتقل إلى جميع الرموز .

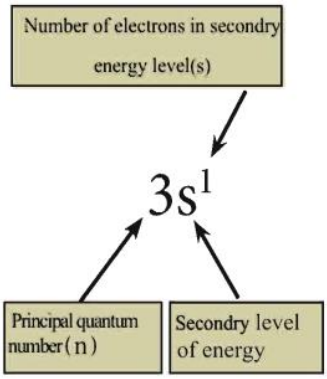


Figure 1-12
Electron configration writting method

1 – 5 – 2 Hund's Rule: قاعدة هوند

Hund's rule: This rule shows that no two electrons are doubly occupied in the secondary level unless its orbitals are singly filled.

قاعدة هوند: توضح هذه القاعدة أنه لا يوجد إلكترونين مشغولين بشكل مزدوج في المستوى الثانوي إلا إذا كانت مداراته ممتلئة بشكل منفرد.

This rule applies to atoms whose electron configuration end with secondary energy levels of p , d and f . Two electrons cannot occupy one orbital until assigning one electron to each orbital in the secondary energy level .

تنطبق هذه القاعدة على الذرات التي ينتهي تكوينها الإلكتروني بمستويات طاقة ثانوية من p و d و f. لا يمكن لإلكترونين أن يشغلوا مدارًا واحدًا حتى يتم تخصيص إلكترون واحد لكل مدار في مستوى الطاقة الثانوي .

Example 1 – 1 :

Write the electron configuration for the following subshells? p^3, d^4, f^6, p^4 , d^7, f^{11}, p^5

مثال ١-١ : اكتب تكوين الإلكترون للأجزاء الفرعية التالية ؟ p^3 ، d^4 ، f^6 ، p^4 ، d^7 ، f^{11}، p^5

Solution :

P^3 ↑ ↑ ↑

d^4 ↑ ↑ ↑ ↑ _

f^6 ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ _

P^4 ↿⇂ ↑ ↑

d^7 ↿⇂ ↿⇂ ↑ ↑ ↑

f^{11} ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↑ ↑ ↑

P^5 ↿⇂ ↿⇂ ↑

Example 1 – 2

Write the electron configuration for the followings elements ?

اكتب التكوين الإلكتروني للعناصر التالية ؟

$_1H$, $_2He$, $_3Li$, $_4Be$

$_1H : 1S^1$

$_2He : 1S^2$

$_3Li : 1S^2\ 2S^1$

$_4Be : 1S^2\ 2S^2$

Example1 – 3

Write the electron configuration and order of electrons in the primary energy level for each of the following elements:

مثال ١-٣ : اكتب تكوين الإلكترون وترتيب الإلكترونات في مستوى الطاقة الأولية لكل من العناصر التالية :

$_5B$, $_8O$, $_{10}Ne$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{15}P$

Element	Electron configuration	Outermost energy level
$_5B$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^1$	$2S^2\ 2P^1$
$_8O$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^4$	$2S^2\ 2P^4$
$_{10}Ne$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6$	$2S^2\ 2P^6$
$_{12}Mg$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2$	$3S^2$
$_{13}Al$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^1$	$3S^2\ 3P^1$
$_{15}P$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^3$	$3S^2\ 3P^3$

Exercise 1 – 4

Write the electron configuration for the following subshells?

اكتب تكوين الإلكترون للأجزاء الفرعية التالية ؟

p^2 , d^6 , d^3 , p^5

Exercise 1 – 5

Write the electron configuration for the following elements:

اكتب تكوين الإلكترون للعناصر التالية

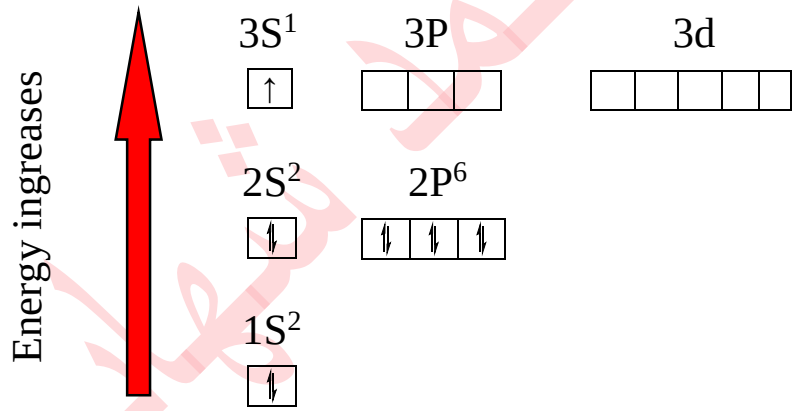
$_9F$, $_{14}Si$, $_{18}Ar$

Example 1 – 4

Write the electron configuration of sodium atom, $_{11}Na$ than , indicate the gradual energy according to the primary energy levels .

اكتب التكوين الإلكتروني لذرة الصوديوم $_{11}Na$ من ، يشير إلى الطاقة التدريجية وفقًا لمستويات الطاقة الأولية .

$_{11}Na$: $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^1$

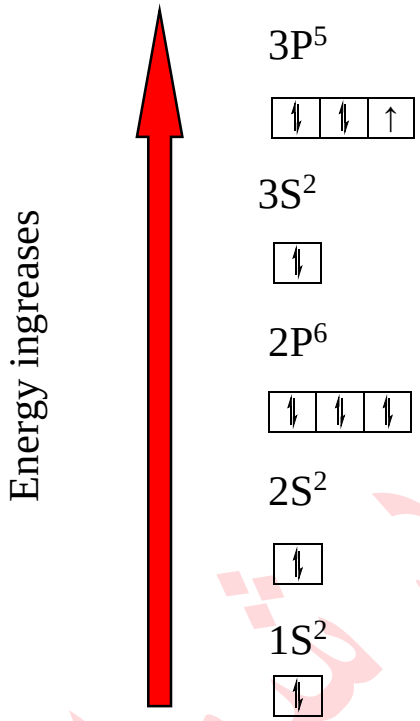


Example 1 – 5

Write the electron configuration of chlorine $_{17}Cl$ then indicate the order of secondary energy levels from lowest to the highest .

مثال ١-٥ : اكتب التكوين الإلكتروني للكلور $_{17}Cl$ ثم حدد ترتيب مستويات الطاقة الثانوية من الأدنى إلى الأعلى.

$_{17}Cl$: $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^5$



Exercise 1 – 6

Write the electron configuration for the following atoms then indicate the gradual energy according to the primary energy levels

اكتب تكوين الإلكترون للذرات التالية ثم حدد الطاقة التدريجية وفقًا لمستويات الطاقة الأولية

$_{15}P$, $_{3}Li$

Exercise 1 – 7

Write the electron configuration the for following atoms then indicate the gradual energy according to the secondary energy levels

اكتب تكوين الإلكترون للذرات التالية ثم حدد الطاقة التدريجية وفقًا لمستويات الطاقة الثانوية

$_{13}Al$, $_{8}O$

Example 1 – 6

State the number of electrons in each primary energy level around the nucleus. حدد عدد الإلكترونات في كل مستوى طاقة أولي حول النواة

$_{5}B$, $_{10}Ne$, $_{12}Mg$

Solution:

$_{5}B : 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$

First primary energy level n = 1 contains 2 electrons.

Second Primary energy level n = 2 contains 3 electrons.

$_{10}Ne : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

First primary energy level n = 1 contains 2 electrons.

Second Primary energy level n = 2 contains 8 electrons.

$_{12}Mg : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

First primary energy level n = 1 contains 2 electrons.

Second Primary energy level n = 2 contains 8 electrons.

Third primary energy level n = 3 contains 2 electrons.

Exercise 1 – 8

What is the number of electrons in each primary energy level for these elements : ما هو عدد الإلكترونات في كل مستوى طاقة أولي لهذه العناصر:

$_{2}He$, $_{7}N$

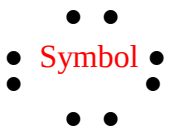
1 – 6 LEWIS ORDER (LEWIS SYMBOL) رمز لويس

Lewis's symbol depends of the number of electrons on the last shell (external energy level) which is called valence shell.

يعتمد رمز لويس على عدد الإلكترونات الموجودة على الغلاف الأخير (مستوى الطاقة الخارجية) والتي تسمى غلاف التكافؤ.

Lewis symbol:- The symbol of the chemical element is written surrounded by dots, each dot represents one electron, two close dots represent a pair of electrons , these dots are distributed in four directions in such a way that it has two , dots on the right and two on the left, two dots above and two dots below, as follow :

رمز لويس: - رمز العنصر الكيميائي مكتوب محاطًا بنقاط ، كل نقطة تمثل إلكترونًا واحدًا ، نقطتان متقاربتان تمثلان زوجًا من الإلكترونات ، يتم توزيع هذه النقاط في أربعة اتجاهات بطريقة تحتوي على نقطتين على يمين واثنتان على اليسار ، نقطتان أعلاه ونقطتان أدناه ، على النحو التالي:



Example 1 – 7

Write Lewis symbol for the following : $_{12}Mg$, $_{10}Ne$, $_{5}B$, $_{1}H$, $_{14}Si$

Solution:

We must order electrons first for each element to determine number of electrons in the outer shell. See the table below:

الحل : يجب علينا ترتيب الإلكترونات أولاً لكل عنصر لتحديد عدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي. انظر الجدول أدناه:

Element	Element configuration	Electrons in the outer	Lewis symbol
$_{1}H$	$1S^1$	1	H •
$_{5}B$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^1$	3	• B •
$_{10}Ne$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6$	8	•• Ne ••
$_{12}Mg$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2$	2	• Mg •
$_{14}Si$	$1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^2$	4	• Si •

Exercise 1 – 9

Write Lewis symbol of the following elements : $_{20}Ca$, $_{18}Ar$, $_{13}Al$

تمرين ١-٩ : اكتب رمز لويس للعناصر التالية : $_{20}Ca$, $_{18}Ar$, $_{13}Al$

Example 1 – 8

An atom, the electrons of which are ordered as follows. $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

مثال ١-٨ : ذرة ، يتم ترتيب إلكتروناتها على النحو التالي : $1s\ 2s^2\ 2p^4$

1 – What is the total number of electrons in this atom ?

ما هو العدد الكلي للإلكترونات في هذه الذرة ؟

2 – What is the atomic number ?

ما هو العدد الذري ؟

3 – How many secondary energy level filled with electrons ?

ما هو عدد مستوى الطاقة الثانوية المملوء بالإلكترونات ؟

4 – What is the number of single electrons ?

ما هو عدد الإلكترونات المفردة ؟

5 – Write Lewis symbol for this atom ?

اكتب رمز لويس لهذه الذرة ؟

Solution :

1- The number of electrons are 8 .

عدد الإلكترونات ٨

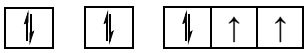
2- The atomic number is 8 because it equals to the number of electrons .

العدد الذري هو ٨ لأنه يساوي عدد الإلكترونات .

3- The secondary level 1s and 2s are occupied by electrons as for 2p it is not filled, so the number of secondary levels filled with electrons is only two .

المستوى الثانوي 1s و 2s تحتلها الإلكترونات أما بالنسبة 2p فهي غير مملوءة وبالتالي فإن عدد المستويات الثانوية المملوءة بالإلكترونات هو اثنان فقط

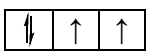
$1S^2$ $2S^2$ $2P^4$



4- It is noted that the number of unpaired electrons are two only .

ويلاحظ أن عدد الإلكترونات غير الزوجية هو اثنان فقط .

$2P^4$



5- Lewis symbol is

●●
● symbol ●
●●

Exercise 1 – 10

If atomic number of an element is 6 : إذا كان العدد الذري لعنصر ما هو ٦

1 – Write its electrons configuration . كتابة تكوين الكتروناتها

2 – How many secondary energy level filled with electrons ?
ما هو عدد مستوى الطاقة الثانوية المملوء بالإلكترونات؟

3 – What is the number of single electrons ? ما هو عدد الإلكترونات المفردة؟

4 – Write Lewis symbol for this atom ? اكتب رمز لويس لهذه الذرة؟

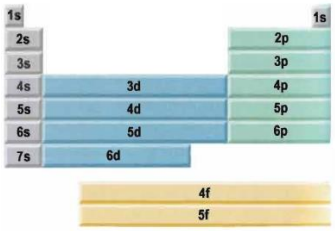
1 – 7 PERIODIC TABLE الجدول الدوري

The periodic table : is table for understanding the physical and chemical properties of elements in the same group or period.
الجدول الدوري هو جدول لفهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر في نفس المجموعة أو الفترة .

1 – 8 CLASSIFICATION OF ELEMENTS IN THE PERIODIC TABLE ACCORDING TO ELECTRON CONFIGURATION
تصنيف العناصر في الجدول الدوري حسب تكوين الإلكترون

Elements can be divided into four blocks, according to the types of the secondary level with which the electron configuration of the elements ends with s, p, d, f as follow :
يمكن تقسيم العناصر إلى أربع كتل ، وفقًا لأنواع المستوى الثانوي التي ينتهي بها التكوين الإلكتروني للعناصر بـ (s ، p، d، f) ، على النحو التالي:

1 – 8 – 1 s-Block Elements : عناصر s – Block



They are elements on the far left of the periodic table including groups IA and IIA, whose electron configuration ends with (s), except for helium (He) ,it is added to the noble elements at the far right. Group IA includes elements whose last secondary energy levels have one electron, for group IIA it includes elements whose last secondary energy level have two electrons

إنها عناصر في أقصى يسار الجدول الدوري بما في ذلك المجموعتين IA و IIA ، والتي ينتهي تكوينها الإلكتروني بـ s ، باستثناء الهيليوم (He) ، تتم إضافته إلى العناصر النبيلة في أقصى اليمين. تتضمن المجموعة IA العناصر التي تحتوي آخر مستويات طاقتها الثانوية على إلكترون واحد ، أما المجموعة IIA فهي تشتمل على عناصر تحتوي آخر مستويات طاقتها الثانوية على إلكترونين

1 – 8 – 2 p-Block Elements : عناصر p – Block

These elements are located on the right side of the periodic table, whose electron configuration ends with (p) and include six groups, the first five of which are (lIIA,IVA, VA, VIA, VIIA) and the last group on the far right of the periodic table (group VIIIA or group zero), it is called the noble gases group. Elements completly filled with electrons at the secondary shells (s) and (p), and noble elements are called (represented elements), Called IA group alkaline metals , group IIA it is called alkaline earth metals , group VIIA are called halogens.

توجد هذه العناصر على الجانب الأيمن من الجدول الدوري ، الذي ينتهي تكوينه الإلكتروني بـ p ويتضمن ست مجموعات ، أول خمس منها هي (lIIA، IVA، VA، VIA، VIIA) والمجموعة الأخيرة في أقصى يمين الجدول الدوري (المجموعة VIIIA أو المجموعة صفر) ، وتسمى مجموعة الغازات النبيلة. تمتلئ العناصر بالكامل بالإلكترونات في الأغلفة الثانوية s و p ، وتسمى العناصر النبيلة (العناصر الممثلة) ، وتسمى المجموعة IA معادن قلوية ، وتسمى المجموعة IIA معادن الأرض القلوية ، وتسمى المجموعة VIIA الهالوجينات .

1 – 8 – 3 d-Block Elements: عناصر d – Block

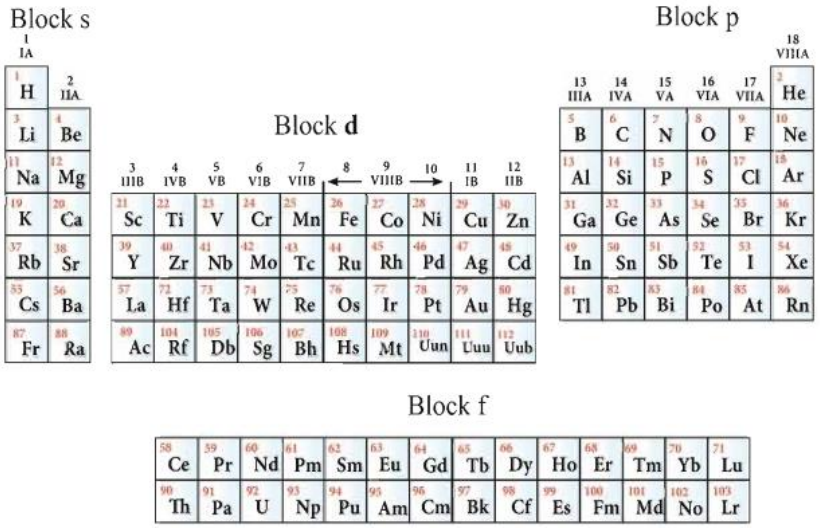
These are metal elements whose electron configuration ends with (s) and (d), they are called transition elements or d- block elements, at the center of the periodic table .

هذه هي العناصر المعدنية التي ينتهي تكوينها الإلكتروني بـ s و d ، وتسمى عناصر انتقالية أو عناصر d- block ، في وسط الجدول الدوري .

1 – 8 – 4 f-Block Elements عناصر f – Block

These elements are located at the bottom of the periodic table whose electron configuration ends with (f), and called the inner transition elements, including 14 groups belonging to sixth and seventh periods .

توجد هذه العناصر في أسفل الجدول الدوري الذي ينتهي تكوينه الإلكتروني بالحرف f ، وتسمى عناصر الانتقال الداخلية ، بما في ذلك ١٤ مجموعة تنتمي إلى الفترتين السادسة والسابعة .



1 – 9 FINDING PERIOD AND GROUP NUMBER OF ANY ELEMENT IN GROUP A

ايجاد الدورة وعدد المجموعة لأي عنصر في المجموعة

To find number of period and group for group A , the following steps hold be followed :

للعثور على عدد الدورة والمجموعة للمجموعة أ ، يتم اتباع الخطوات التالية :

1. Write the electron configuration of the element .

اكتب التكوين الإلكتروني للعنصر .

2. The number of the period is the highest number of the n, which the electron configuration of the element ends .

رقم الفترة هو أعلى رقم لـ n والذي ينتهي تكوين الإلكترون للعنصر .

3. The number of the group can be found as follows :

يمكن إيجاد رقم المجموعة كما يلي :

- If the electron configuration ends with s, thus the number of electrons in this level is the number of the group.

إذا انتهى تكوين الإلكترون بـ s ، فإن عدد الإلكترونات في هذا المستوى هو رقم المجموعة.

- If the electron configuration ends with the (p), thus the number of electrons at this level as well as the secondary levels in the primary level which fills before it represents the number of the group.

إذا انتهى تكوين الإلكترون بـ (p) ، فإن عدد الإلكترونات في هذا المستوى وكذلك المستويات الثانوية في المستوى الأولي الذي يملأ قبله يمثل رقم المجموعة .

- If the total number of electrons is 8 ,then it means that this element is in the noble gases group, except for helium, the last energy level of it ends with s and contain two electrons only .

ج - إذا كان العدد الإجمالي للإلكترونات ٨ ، فهذا يعني أن هذا العنصر موجود في مجموعة الغازات النبيلة ، باستثناء الهيليوم ، ينتهي مستوى الطاقة الأخير منه بـ s ويحتوي على إلكترونين فقط .

Example 1 – 9

What are the period and group for the following elements?

$_{19}K$, $_{10}Ne$, $_{17}Cl$, $_{8}O$

Solution :

$_{8}O : 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

The last main level is level (2). Thus, the period is the second period. The last secondary level (p) contains (4) electrons. 2 electrons from s are added before saturation and the total number is : 2 + 4 = 6 (group six) Oxygen is in the second period in group 6 in the periodic table.

$_{17}Cl : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

The last main level is level (3). Thus, its period is the third period. Its last secondary level (p) contains (5) electrons in addition to (2) clectrons from the underlying level (3s). The total number is (7). Chlorine belongs to group seven of the periodic table. Thus , chlorine is in the third period of group (7) of the periodic table.

$_{10}Ne : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

The last main level is level (2) so its 2nd period The last secondary level (p) contains (6) electrons in addition to (2) electrons from the underlying level (2s). The total number is (8). Thus, its group is the eighth. Accordingly, neon belongs to the second period in the (zero) group or (VIlIA) group of the periodic table.

$_{19}K : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

The last main level is level (4) and its period is the fourth. The last secondary level (s) contains one electron and its group is the first. Based on this. potassium belongs to the fourth period in the first group in the periodic table .

Example 1 – 10

What is the common property between the locations of the following elements in the periodic table? $_{12}Mg$, $_{11}Na$, $_{3}Li$

Solution :

$_{3}Li : 1s^2\ 2s^1$ group (1A) /2^{nd} period

$_{11}Na : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ group (1A)/3^{rd} period

$_{12}Mg : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ group (2A)/3^{rd} period

According to the above, the common property between Li and Na is that they both have the same group (Group 1A). The common property between Na and Mg is that they have the same period 3^{rd} period .

Example 1 – 11

What is the common property between the locations of the following elements in the periodic table? $_{4}Be$, $_{5}B$, $_{7}N$

Solution : $_{4}Be : 1s^2\ 2s^2$ group (2A)/2^{nd} period

$_{5}B : 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ group (3A)/2^{nd} period

$_{7}N : 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ group (5A)/ 2^{nd} period

All these elements are in the same period 2^{nd} period. They differ from each other with respect to groups. Each element belongs to a different group. Beryllium (Be) is in the second group, Boron (B) in the third group and Nitrogen (N) in the fifth group .

Exercise 1 – 11

What are the period and group for the following elements ?

$_{13}Al$, $_{6}C$, $_{3}Li$

Exercise 1 – 12

What is the common property between the locations of the following elements in the periodic table ?

$_{15}P$, $_{6}C$, $_{14}Si$

تمرين ١-١٢ : ما هي الخاصية المشتركة بين مواقع العناصر التالية في الجدول الدوري ؟ $_{15}P$, $_{6}C$, $_{14}Si$

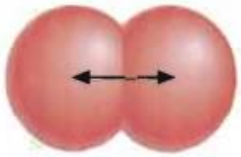
1 – 10 PERIODIC PROPERTIES

The physical and chemical characteristics of the elements in the groups and periods of the periodic table vary according to their atomic radius, ionization energy, electron affinity and electronegativity as arranged below :-

١-١٠ خصائص دورية : تختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر في مجموعات وفترات الجدول الدوري وفقًا لنصف قطرها الذري وطاقة التأين وتقارب الإلكترون والسلبية الكهربية كما هو مُرتَّب أدناه

1 – 10 – 1 Atomic Radius :

نصف القطر الذري



The atomic radius can be defined as: "Half of the minimum distance between two identical and chemically-combined nuclei of the element."

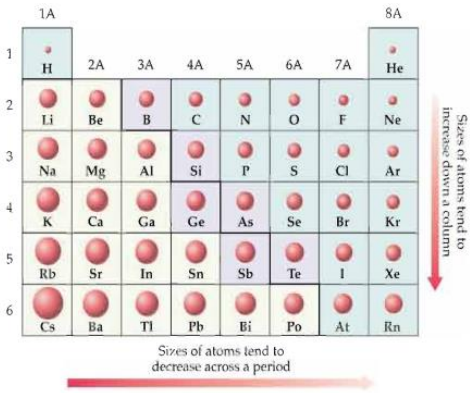
يمكن تعريف نصف القطر الذري على أنه: "نصف المسافة الدنيا بين نواتين متطابقتين ومدمجتين كيميائيًا للعنصر".

- It is noticed that the radius of the elements in one period decreases as we move from left to right, as their atomic numbers increase. The attraction energy between the electrons negative charge with in one main level and the positive charge of the nucleus increases with increasing in the number of electrons in it.

يُلاحظ أن نصف قطر العناصر في فترة واحدة يتناقص كلما تحركنا من اليسار إلى اليمين ، حيث تزداد أعدادهم الذرية. تزداد طاقة الجذب بين الشحنة السالبة للإلكترونات في مستوى رئيسي واحد والشحنة الموجبة للنواة مع زيادة عدد الإلكترونات الموجودة فيها .

Explain / Why does the radius (atomic size) decrease within a period as the atomic number increases?

Answer / This is due to the increased attraction energy of the nucleus on the electrons within in one main level.



- On the other hand, Explain / the elements radius increases as we move from top to bottom in the periodic table , Answer / because the number of shells increases when the atomic number increasing due the number of electrons increasing.

من ناحية أخرى ، يزداد نصف قطر العناصر كلما تحركنا من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري ، لأن عدد الأصداف يزداد عندما يزداد العدد الذري بسبب زيادة عدد الإلكترونات

Example 1 – 12

Arrange the following elements according to increasing in their atomic radius : $_9F$, $_6C$, $_8O$, $_3Li$

مثال ١-١٢ : رتب العناصر التالية وفقًا للزيادة في نصف قطرها الذري

Solution :

$_3Li : 1s^2\ 2s^1$

$_6C : 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

$_8O : 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

$_9F : 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

Notice that all the elements above end with the second main level. This Means that they are all in second period of the periodic table. Thus, the arrangement of these elements according to the increase in their radius is as follow :

لاحظ أن جميع العناصر أعلاه تنتهي بالمستوى الرئيسي الثاني. هذا يعني أنهم جميعًا في الفترة الثانية من الجدول الدوري. وبالتالي ، يكون ترتيب هذه العناصر وفقًا للزيادة في نصف قطرها كما يلي:

$_3Li > {}_6C > {}_8O > {}_9F$

Exercise 1 – 13

Arrange the following elements according to the increase in their atomic radius . رتب العناصر التالية وفقًا للزيادة في نصف قطرها الذري

$_{20}Ca$, $_{12}Mg$, $_{4}Be$

1 – 10 – 2 Ionization Energy : طاقة التأين

Ionization Energy is defined as : "The amount of energy required to remove one electron from the outer energy level of a gaseous atom."
تُعرَّف طاقة التأين على أنها مقدار الطاقة المطلوبة لإزالة إلكترون واحد من مستوى الطاقة الخارجية للذرة الغازية"

As in the ionization of Sodium atom :
كما في تأين ذرة الصوديوم:

$$Na + \text{ionization energy} \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$$

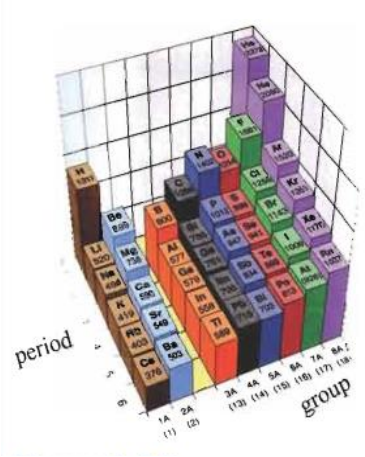
- In the same group Explain / when transed from top to bottom as the atomic number becomes greater the ionization energy of an element decreases , Answer / the reason behind this is that the outer shells' electrons stay away from the nucleus which in turn,increases the tendency of the atom to lose one of the electrons.

في نفس المجموعة عندما يتم الانتقال من أعلى إلى أسفل حيث يصبح العدد الذري أكبر تتناقص طاقة التأين لعنصر ما ، والسبب وراء ذلك هو أن إلكترونات الغلاف الخارجي تبقى بعيدة عن النواة مما يؤدي بدوره إلى زيادة ميل الذرة لتفقد أحد الإلكترونات .

- In the same period Explain / the ionization energies increase as the atomic number of an element increases Answer / because of the increase in the positive charge of the nucleus and the increased of the electrons in the same main level of energy. The attraction energy to attract the electron by the positive charges of the nucleus becomes greater

في نفس الفترة ، تزداد طاقات التأين مع زيادة العدد الذري للعنصر بسبب الزيادة في الشحنة الموجبة للنواة وزيادة الإلكترونات في نفس المستوى الرئيسي للطاقة. تزداد طاقة الجذب لجذب الإلكترون بواسطة الشحنات الموجبة للنواة.

However, there is an exception to this . ومع ذلك ، هناك استثناء لهذا



If an atom has a secondary saturated shell such as (ns^2) or half saturated shell such as (np^3) , its ionization energy is greater than the ionization energy of the following atom An example for this is Nitrogen, which has greater ionization energy than the ionization energy of Oxygen, in spite of the fact that oxygen atom has a bigger atomic number than the atomic number of nitrogen and that they both belong to the same period. Noble gases have the greatest ionization energy so they do not lose electrons easily.

إذا كان للذرة غلاف ثانوي مشبع مثل (ns) أو غلاف نصف مشبع مثل np '، فإن طاقة التأين الخاصة بها تكون أكبر من طاقة التأين للذرة التالية ، ومثال على ذلك ، N التي لديها طاقة تأين أكبر من طاقة التأين لـ O على الرغم من حقيقة أن ذرة الأكسجين لها عدد ذري أكبر من العدد الذري للنيتروجين وأن كلاهما ينتميان إلى نفس الفترة. تمتلك الغازات النبيلة أكبر طاقة تأين ، لذا فهي لا تفقد الإلكترونات بسهولة .

1 – 10 – 3 Electron Affinity :

Electron affinity is defined as: "The amount of energy released when a neutral gaseous atom acquires one electron."As in fluoride atom :

تقارب الإلكترون :يُعَّرف تقارب الإلكترون على أنه: مقدار الطاقة المنبعثة عندما تكتسب ذرة غازية متعادلة إلكترونًا واحدا. "كما في ذرة الفلوريد:

$$F + e^- \longrightarrow F^- + energy$$

The electron affinity of the elements in the periods increases as the atomic number increases.

يزداد تقارب الإلكترون بين العناصر في الفترات مع زيادة العدد الذري.

However, the elements in the same group face more difficulty to acquire an electron as their atomic numbers increase.

ومع ذلك ، فإن العناصر في نفس المجموعة تواجه صعوبة أكبر في الحصول على إلكترون مع زيادة أعدادهم الذرية

1 – 10 – 4 Electronegativity : الكهربية

Electronegativity is defined as: "The tendency of an atom to attract bonded electrons towards itself in any chemical compound".

تُعَرَّف الكهربية على أنها: "ميل الذرة لجذب الإلكترونات المرتبطة تجاه نفسها في أي مركب كيميائي."

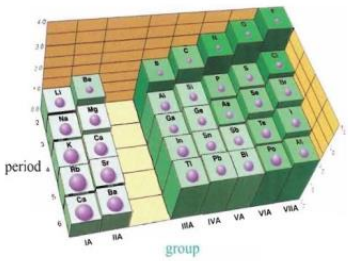
Fluoride, of all other elements, has the greatest electronegativity .

الفلوريد ، من بين جميع العناصر الأخرى ، لديه أكبر قدر من القدرة الكهربية.

In the same period Electronegativity increases as the atomic number increases with some exceptions.

في نفس الفترة تزداد الكهربية مع زيادة العدد الذري مع بعض الاستثناءات.

In the same group, electronegativity decreases as the atomic number increases. في نفس المجموعة ، تقل القدرة الكهربية مع زيادة العدد الذري



As for the noble gases, they are considered exceptional because the noble gases have a very high electronegativity.

أما بالنسبة للغازات النبيلة ، فهي تعتبر استثنائية لأن الغازات النبيلة لها قدرة كهربية عالية جدا

1 – 10 – 5 Metallic and Nonmetallic Properties :

الخصائص المعدنية وغير المعدنية:

The metallic and nonmetal properties change according to the changes in the atomic number of the atoms in a same group and in a same period .

تتغير الخصائص المعدنية واللامعدنية وفقًا للتغيرات في العدد الذري للذرات في نفس المجموعة وفي نفس الفترة.

In the same period the metallic properties decrease and the nonmetallic properties increase As the atomic number of the atoms increases . في نفس الفترة تقل الخواص المعدنية وتزداد الخواص اللافلزية مع زيادة العدد الذري للذرات

In the same group, the metallic properties increase and the nonmetallic properties decrease as the atomic number increases .

في نفس المجموعة ، تزداد الخواص المعدنية وتنخفض الخواص غير المعدنية مع زيادة العدد الذري.

All the elements in group IA and group IIA are metals .

جميع العناصر في المجموعةlA والمجموعةIIA هي معادن.

The elements in group VIA and group VIIA are nonmetals.

العناصر في المجموعةVIA والمجموعةVIIA هي اللافلزات.

The elements in the rest of the groups are not of the same type. For example,nitrogen in group VA shows nonmetallic properties antimony and arsenic show metalloid properties. While Bismuth is the last element in group V and it shows metallic properties.

العناصر الموجودة في باقي المجموعات ليست من نفس النوع. على سبيل المثال ، يظهر النيتروجين في المجموعة VAالخصائص غير المعدنية ، ويظهر الأنتيمون والزرنيخ خصائص أشباه الفلزات. بينما البزموت هو العنصر الأخير في المجموعة الخامسة ويظهر الخصائص المعدنية

As far as the periods are concerned, the two elements in the first period (hydrogen& helium) are nonmetals.

فيما يتعلق بالفترات ، فإن العنصرين في الفترة الأولى (الهيدروجين والهيليوم) هما اللافلزات.

In the following four periods, there is a gradual change from metallic to nonmetallic properties.

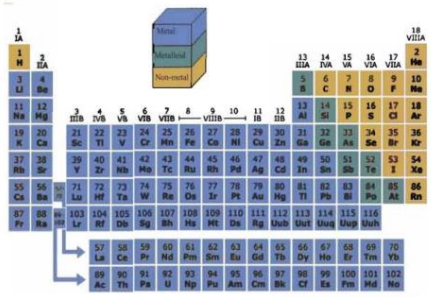
في الفترات الأربع التالية ، هناك تغيير تدريجي من الخصائص المعدنية إلى الخصائص غير المعدنية.

All the elements in the sixth period are metals except the last two elements nonmetallic .

جميع العناصر في الفترة السادسة هي معادن باستثناء آخر عنصرين غير فلزي.

The seventh period includes only which are metals.

الفترة السابعة تشمل فقط الفلزات.



The transitional elements shows metal properties, as well lanthanide and actinides which are internal transitional elements show metal properties too .

تُظهر العناصر الانتقالية خصائص معدنية ، وكذلك اللانثانيد والأكتينيدات وهي عناصر انتقالية داخلية تُظهر خصائص معدنية أيضا

CHAPTER QUESTIONS 1

Q1) Choose what is correct from the following : اختر ما هو صحيح مما يلي

1. The most stable electron is that located in
الإلكترون الأكثر استقرارًا هو الموجود في

a) Fourth primary energy level.

b) Third primary energy level.

c) Second primary energy level.

2. Which one of the following primary energy levels has more electrons
أي من مستويات الطاقة الأولية التالية يحتوي على عدد أكبر من الإلكترونات

a) First primary level.

b) Second primary level.

c) Third primary level.

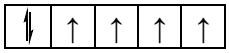
3. Maximum how many electrons are there in second primary energy level (n=2) ?
الحد الأقصى كم عدد الإلكترونات الموجودة في مستوى الطاقة الأولية الثانية (n-2) ؟

a) 32 eletrons. b) 18 electrons. c) 8 electrons.

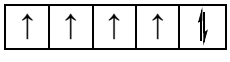
4. What is the number of orbital of (f) sublevel ?
ما هو رقم مدار المستوى (f) الفرعي

a) 3 orbitals. b) 7 orbitals. c) 5 orbitals.

5. Which of the following electron configuration is correct for d sublevel which has 6 electrons according to Hund's Rule ?
أي من تكوين الإلكترون التالي هو الصحيح للمستوى الفرعي d الذي يحتوي على ٦ إلكترونات وفقًا لقاعدة Hund ؟

a) 

b)

c) 

6. The third main energy level contains a number of orbitals
يحتوي مستوى الطاقة الرئيسي الثالث على عدد من المدارات

a) 4 orbitals b) 9 orbitals c) 16 orbitals

7. Electron configuration of one of elements is as follows: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ What is the atomic number of this element ?
تكوين الإلكترون لأحد العناصر كالتالي $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$: ما هو العدد الذري لهذا العنصر؟

a) 5 b) 4 c) 7

8. Electronic arrangement of neon Ne
الترتيب الإلكتروني لنيون

a) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

b) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

c) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

9. In the periodic table the elements of block d are located
في الجدول الدوري توجد عناصر الكتلة (d)

a) Below the periodic table.

b) on right of the periodic table.

c) middle of the periodic table.

10. In the periodic table the elements that assemble the right of the periodic table are
في الجدول الدوري العناصر التي تقع يمين الجدول الدوري هي

a) Block p elements

b) Block f elements

c) Block s elements

11. Halogens are the elements of the group
الهالوجينات هي عناصر المجموعة

a) IA b) VIIA c) VIIIA

12. What is the electron configuration of an element which ends with $3p^3$? ما هو تكوين الإلكترون لعنصر ينتهي بـ $3p^3$

a) $1s^2\ 2p^6\ 3p^3$

b) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

c) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3p^3$

13. The discovery of the nucleus of the element is attributed to the scientist : يعزى اكتشاف نواة العنصر للعالم

a) Rutherford b) Bor c) Thomson

14. Atom element ends with electuonic level $3s^1$ atomic number of this element is : والعدد الذري لهذا العنصر هو $3s^1$ ينتهي العنصر الذري بمستوى الكتروني

a) 8 b) 13 c) 11

15. The amount of energy required to remove one electron from the outer energy level of a gaseous atom is called :
كمية الطاقة المطلوبة لإزالة إلكترون واحد من مستوى الطاقة الخارجية للذرة الغازية تسمى :

a) lonization energy. b) Electronegativity. c) Electron affinity.

16. An atom of an element ends with electronic order in secondary level $2p^5$, what it's group and period :
تنتهي ذرة عنصر ما بترتيب إلكتروني في المستوى الثانوي $2p^5$ ، ما هي مجموعتها وزمرتها :

a) Fifth group, second period.

b) Second group, fifth period .

c) Seventh group, second period.

17. An element in the fifth group and the third period, the final secondary energy level is :
عنصر في المجموعة الخامسة والفترة الثالثة ومستوى الطاقة الثانوي الأخير :

a) $3p^5$ b) $5p^3$ c) $3p^3$

18. Which of the following elements has highest electronegativity?
أي من العناصر التالية يحتوي على أعلى كهرسلبية؟

a) Fluorine. b) Chlorine a) Bromine

19. The radius of elements increases within same period as :
يزداد نصف قطر العناصر خلال نفس الفترة كما يلي:

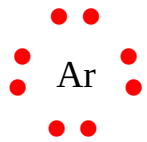
a) it has less atomic number .

b) it has larger atomic number.

c) as we move from left to right in samne period in the periodic table.

20. Which of the following is true for the Lewis structure of argon ($_{18}$Ar) element ?
أي مما يلي ينطبق على بنية لويس لعنصر الأرجون ($_{18}$Ar) ؟

a)

b) 

c)

Q2) Explain Rutherford's atomic model and why his model was failed ?
اشرح نموذج رذرفورد الذري ولماذا فشل نموذجه ؟

Rutherford introduced his perception :-
قدم رذرفورد تصوره :-

- The protons are situated in a tiny area at the center of the atom called the nucleus which contains most of the mass of the atom .
تقع البروتونات في منطقة صغيرة في مركز الذرة تسمى النواة التي تحتوي على معظم كتلة الذرة.

- The number of negative electrons around the nucleus balance the positive charge of the protons.
يوازن عدد الإلكترونات السالبة حول النواة الشحنة الموجبة للبروتونات.

- Electrons rotate around the nucleus in various orbits with varying distances from the nucleus
تدور الإلكترونات حول النواة في مدارات مختلفة بمسافات متفاوتة من النواة

There had been problems with Rutherford's Model. Assuming

كانت هناك مشاكل مع نموذج رذرفورد. بافتراض

(No.1 Assumption), that negative electrons are static these electrons will be drawn to (magnetized) nucleus with the positive charge .

(الافتراض رقم ١) ، أن الإلكترونات السالبة ثابتة سيتم سحب هذه الإلكترونات إلى نواة (ممغنطة) بشحنة موجبة.

(No.2 Assumption), Given that moving electric charge which is under gravitational force releases energy, so there must be loss in the energy of the moving electron which would eventually slow down its motion. This slowing down electron would move around in a circular motion and finally falls into the nucleus.

(الافتراض رقم ٢). بالنظر إلى أن الشحنة الكهربائية المتحركة التي تخضع لقوة الجاذبية تطلق طاقة ، فلا بد أن يكون هناك خسارة في طاقة الإلكترون المتحرك مما يؤدي في النهاية إلى إبطاء حركته. سيتحرك هذا الإلكترون المتباطئ في حركة دائرية ويسقط أخيرًا في النواة.

In both assumptions, the atom must collapse, and considering that the atoms don't usually collapse, so there must be something wrong in Rutherford's Atomic Model.

في كلا الافتراضين ، يجب أن تنهار الذرة ، مع الأخذ في الاعتبار أن الذرات لا تنهار عادة ، لذلك يجب أن يكون هناك خطأ في نموذج رذرفورد الذري.

Q3) Write briefly about :

اكتب بإيجاز عن

1) Ionization energy

Ionization Energy is defined as : "The amount of energy required to remove one electron from the outer energy level of a gaseous atom."

تُعرَّف طاقة التأين على أنها مقدار الطاقة المطلوبة لإزالة إلكترون واحد من مستوى الطاقة الخارجية للذرة الغازية"

In the same group when transed from top to bottom as the atomic number becomes greater the ionization energy of an element decreases

في نفس المجموعة عندما يتم الانتقال من أعلى إلى أسفل يصبح العدد الذري أكبر تتناقص طاقة التأين لعنصر ما

In the same period the ionization energies increase as the atomic number of an element increases

في نفس الفترة ، تزداد طاقات التأين مع زيادة العدد الذري للعنصر

2) There is no electronic repel in same orbital

when two electrons are coupled in one orbital one would spin clockwis and the other would spin anticlockwise i.e., they cancel repulsion in this way

عندما يقترن إلكترونان في مدار واحد ، يدور أحدهما على مدار الساعة والآخر سوف تدور عكس اتجاه عقارب الساعة ، أي تلغي التنافر بهذه الطريقة

3) Thomson atomic model

In his opinion the atom is positively charged sphere on which negatively charged electrons are attached to balance the charge therefore the atom has neutral charge.

الذرة كرة موجبة الشحنة تلتصق عليها الإلكترونات سالبة الشحنة التي تعادل الشحنة الموجبة للكرة لذا فإنها متعادلة الشحنة

4) Secondary energy levels

Primary energy levels (K , L , M , N) have secondary energy levels (s, p , d and f). These levels difer in terms of shape and number of electrons.

مستويات الطاقة الأولية(K ، L ، M ، N) لها مستويات طاقة ثانوية s ، p، d و f تختلف هذه المستويات من حيث الشكل وعدد الإلكترونات.

Orbital (S) has a spherical shape

له شكل كروي (S) المداري

As for the second level (P) it has three orbitals and each orbital consists of two equivalent sides distributed in three vertical directions (Px , Py , Pz).

أما المستوى الثاني (P) فلديه ثلاثة مدارات وكل مدار يتكون من وجهين متكافئين موزعين في ثلاثة اتجاهات رأسية (Px, Py, Pz)

As for the secondary levels (d , f) they have more complicated interstitial forms .

أما بالنسبة للمستويات الثانوية (d , f) فلديهم أشكال خلالية أكثر تعقيدًا.

5) Electronegativity is defined as: "The tendency of an atom to attract bonded electrons towards itself in any chemical compound".

تُعَّرف الكهربية على أنها: "ميل الذرة لجذب الإلكترونات المرتبطة تجاه نفسها في أي مركب كيميائي."

Fluoride, of all other elements, has the greatest electronegativity .

الفلوريد ، من بين جميع العناصر الأخرى ، لديه أكبر قدر من القدرة الكهربية.

In the same period Electronegativity increases as the atomic number increases with some exceptions.

في نفس الفترة تزداد الكهربية مع زيادة العدد الذري مع بعض الاستثناءات.

In the same group, electronegativity decreases as the atomic number increases.

في نفس المجموعة ، تقل القدرة الكهربية مع زيادة العدد الذري

As for the noble gases, they are considered exceptional because the noble gases have a very high electronegativity.

أما بالنسبة للغازات النبيلة ، فهي تعتبر استثنائية لأن الغازات النبيلة لها قدرة كهربية عالية جدا

Q4) Two elements $_{12}Mg$ and $_{16}S$:

1) Write the electronic configration for them indicating the secondary energy levels

اكتب التكوين الإلكتروني لهم موضحًا مستويات الطاقة الثانوية

$_{12}Mg : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2$

$_{16}S : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^4$

2) Period and group of each

الفترة والمجموعة لكل منهما

Mg : Period = 3 , Group = 2

S : Period = 3 , Group = 6

3) What is common between these two elements in their location in the periodic table ?

ما هو المشترك بين هذين العنصرين في موقعهما في الجدول الدوري؟

The common in the same period.

4) Lewis order for both of them ?

ترتيب لويس لكليهما ؟

Q5) Electron configration for fluorine is : $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

1) What is the atomic number for fluorine

The atomic number for fluorine = 9

2) What is the number of secondary energy levels that full with electrons, and named it

ما هو عدد مستويات الطاقة الثانوية التي تمتلئ بالإلكترونات وتسميتها

The number of secondary energy levels that full with electrons = 2

1S and 2S

3) What is the number of un paired electrons in fluorine atom

ما هو عدد الإلكترونات غير المقترنة في ذرة الفلور

The number of unpaired electrons in fluorine atom = 1

Q6) Arrange elements by decreasing in their atomic size :

رتب العناصر بالتناقص في حجمها الذري:

$_{2}He$, $_{10}Ne$, $_{18}Ar$

$_{2}He : 1S^2$ Period = 1 , Group = 8

$_{10}Ne : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6$ Period = 2 , Group = 8

$_{18}Ar : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6$ Period = 3 , Group = 8

All this elements in the same group , therefore the arrengment as following :

$_{2}He < {}_{10}Ne < {}_{18}Ar$

Q7) What is the common thing between the following elements :

ما هو المشترك بين العناصر الآتية:

1) $_{3}Li$, $_{1}H$

$_{3}Li : 1S^2\ 2S^1$ Period = 2 , Group = 1

$_{1}H : 1S^1$ Period = 1 , Group = 1

The common in the same group.

2) $_{13}Al$, $_{17}Cl$

$_{13}Al : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^1$ Period = 3 , Group = 3

$_{17}Cl : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^5$ Period = 3 , Group = 7

The common in the same period.

Q8) Name the period and group for each element : $_{18}Ar$, $_{11}Na$

قم بتسمية الفترة والمجموعة لكل عنصر : $_{18}Ar$, $_{11}Na$

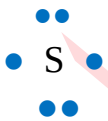
$_{18}Ar : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6$ Period = 3 , Group = 8

$_{11}Na : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^1$ Period = 3 , Group = 1

Q9) Write Lewis symbol for each of the following: $_{16}S$, $_{5}B$

اكتب رمز لويس لكل مما يلي: $_{16}S$, $_{5}B$

$_{16}S : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^4$



$_{5}B : 1S^2\ 2S^2\ 2P^1$

Q10) Which elements are called noble gases in the periodic table and what is the most important characteristic of these elements ?

ما هي العناصر التي تسمى الغازات النبيلة في الجدول الدوري وما هي أهم ما يميز هذه العناصر؟

The last group on the far right of the periodic table (group VIIIA or group zero), it is called the noble gases group. Elements completly filled with electrons at the secondary shells s and p, and noble elements are called (represented elements)

المجموعة الأخيرة في أقصى يمين الجدول الدوري (المجموعة VIIIA أو المجموعة صفر) ، تسمى مجموعة الغازات النبيلة. تمتلئ العناصر بالكامل بالإلكترونات في الأغلفة الثانوية s و p ، وتسمى العناصر النبيلة (العناصر الممثلة)

Q11) How did elements blocks in the periodic table are arrange, and what it's position ?

كيف تم ترتيب عناصر الكتل في الجدول الدوري ، وما هو موقعها ؟

Elements can be divided into four blocks, according to the types of the secondary level with which the electron configuration of the elements ends with s, p, d, f as follow :

يمكن تقسيم العناصر إلى أربع كتل ، وفقًا لأنواع المستوى الثانوي التي ينتهي بها التكوين الإلكتروني للعناصر بـ (s ، p ، d ، f) ، على النحو التالي:

1. s – Block Elements :

They are elements on the far left of the periodic table

إنها عناصر في أقصى يسار الجدول الدوري

2. p – Block Elements :

These elements are located on the right side of the periodic table

توجد هذه العناصر على الجانب الأيمن من الجدول الدوري

3. d – Block Elements:

These are elements at the center of the periodic table .

هذه العناصر في وسط الجدول الدوري .

4. f – Block Elements

These elements are located at the bottom of the periodic table

توجد هذه العناصر في أسفل الجدول الدوري

Q12) How many secondary levels and orbitals and electrons in each of primary energy level (second , third) ?

كم عدد المستويات الثانوية والمدارات والإلكترونات في كل مستوى من مستويات الطاقة الأولية (الثالث ، الثاني)؟

The second primary energy level contains two secondary levels (s, p) , four orbitals, and eight electrons

The third primary energy level contains three secondary levels (s, p , d) , nine orbitals, and eighteen electrons

Q13) Answer the following questions according to $_{17}Cl$ and $_{11}Na$?

أجب عن الأسئلة التالية وفقًا لـ $_{17}Cl$ and $_{11}Na$؟

1- Write electron configuration of them

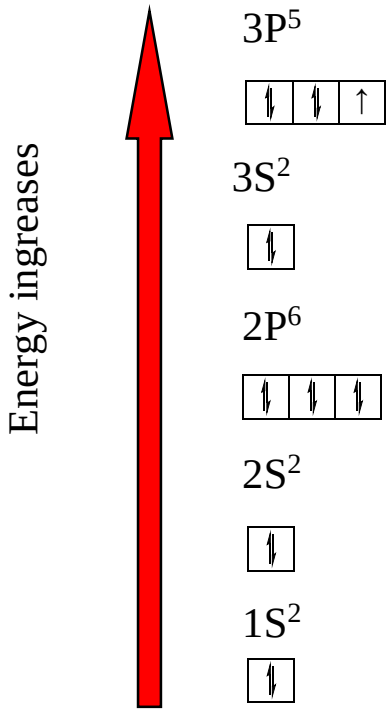
$_{17}Cl : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^5$

$_{11}Na : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^1$

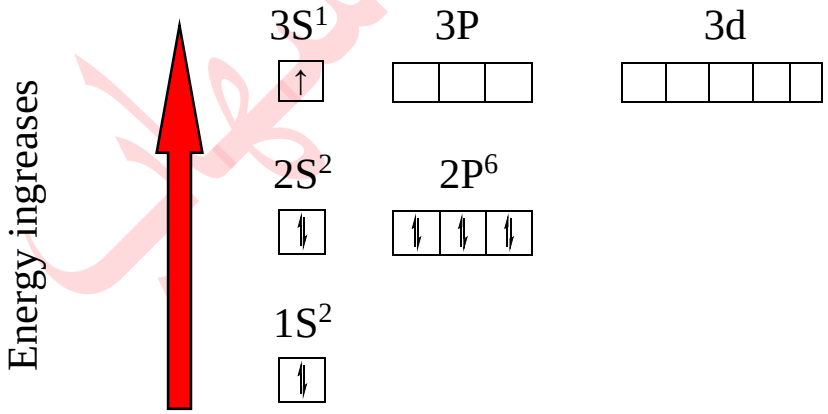
2- Show Lewis structure

3- Show primary and secondary energy levels

$_{17}Cl$: $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^5$



$_{11}Na$: $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^1$



4- Write number of unpaired electrons

Number of unpaired electrons of chlorine = 1

Number of unpaired electrons of sodium = 1

5- Number of electrons for each primary energy level around each nucleus

Chlorine :

Number of electrons for primary energy level n = 1 contain 2 electrons

Number of electrons for primary energy level n = 2 contain 8 electrons

Number of electrons for primary energy level n = 3 contain 7 electron

Sodium :

Number of electrons for primary energy level n = 1 contain 2 electrons

Number of electrons for primary energy level n = 2 contain 8 electrons

Number of electrons for primary energy level n = 3 contain 1 electron

6- Number of secondary energy level that are filled with electrons

Number of secondary energy levels that are filled with electrons for chlorine = 4

Number of secondary energy levels that are filled with electrons for sodium = 3

7- period and group for each atom and what is the common characteristic between them

$_{17}Cl$: Period = 3 , Group = 7

$_{11}Na$: Period = 3 , Group = 1

The common in the same period

Q14) How metal and nonmetallic properties are classified in for each (second period fifth group)

كيف تصنف الخواص المعدنية واللامعدنية لكل (الفترة الثانية المجموعة الخامسة)

In the second period, there is a gradual change from metallic to nonmetallic properties.

في الفترة الثانية ، هناك تغيير تدريجي من الخصائص المعدنية إلى الخصائص غير المعدنية.

Nitrogen in group VA shows nonmetallic properties antimony and arsenic show metalloid properties. While Bismuth is the last element in group V and it shows metallic properties.

يظهر النيتروجين في المجموعة VA الخصائص غير المعدنية ، ويظهر الأنتيمون والزرنيخ خصائص أشباه الفلزات. بينما البزموت هو العنصر الأخير في المجموعة الخامسة ويظهر الخصائص المعدنية

محمد احمد شهاب

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER TWO

GROUP IA & IIA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

GAPTER 2

GROUP IA & IIA

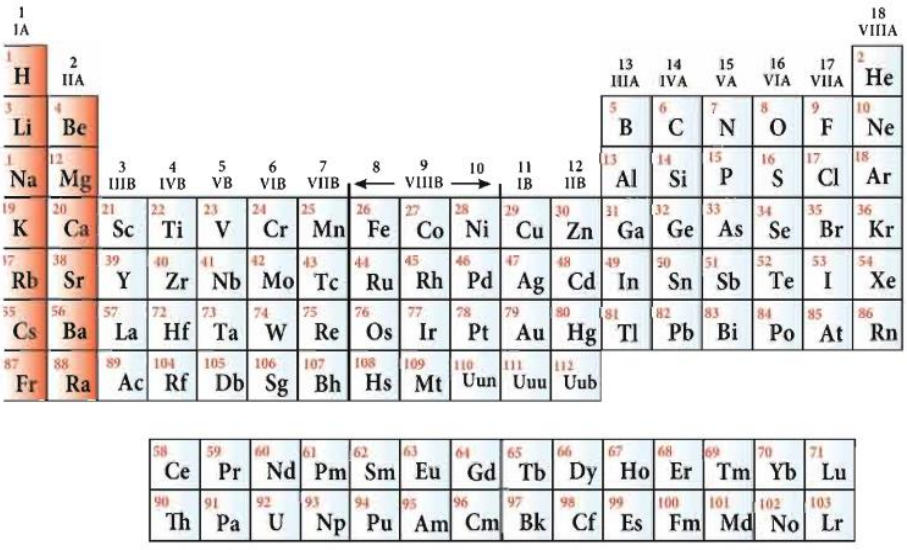
2 – 1 ELEMENTS IN GROUP IA& GROUP IIA

Elements in group IA and group IIA are found on the left side of the periodic table as in the figure below. The first group (IA) consists of the alkali metals: Lithium (Li), Sodium (Na), Potassium (K), Rubidium (Rb), Cesium (Cs) and Francium (Fr). Francium is the only element in this group which is prepared industrially. Group IIA consists of the alkali earth metals: Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) and Radium (Ra).

توجد العناصر في المجموعة IA والمجموعة IIA على الجانب الأيسر من الجدول الدوري كما في الشكل أدناه. تتكون المجموعة الأولى (١ أ) من الفلزات القلوية: الليثيوم (Li) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والروبيديوم (Rb) والسيزيوم (Cs) والفرانسيوم (Fr). الفرانسيوم هو العنصر الوحيد في هذه المجموعة الذي يتم تحضيره صناعيًا. تتكون المجموعة IIA من معادن الأرض القلوية: البريليوم (Be) والمغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونتيوم (Sr) والباريوم (Ba) والراديوم.(Ra) .

These elements are arranged according to the increase in their atomic numbers .

يتم ترتيب هذه العناصر وفقًا للزيادة في أعدادها الذرية



2 – 2 GENERAL PROPERTIES OF GROUP IA AND IIA ELEMENTS

1. The elements in these two groups have low electronegativity and low ionization energy.

العناصر في هاتين المجموعتين لها كهرسلبية منخفضة وطاقة تأين منخفضة.

2. The outer shells of all the elements in group IA have one electron whereas the outer shells of the elements in group IIA have two electrons.

الأغلفة الخارجية لجميع العناصر في المجموعة IA لها إلكترون واحد بينما تحتوي الأغلفة الخارجية للعناصر في المجموعة IIA على إلكترونين.

3. Explain / It is not found free in nature . Answer / Because of their reactivity.

لا توجد حرة في الطبيعة. بسبب تفاعلهم.

- Explain / The ionization energy of the elements in Group IIA is greater than those of the elements in Group IA Answer / because of the decrease in the atomic volume.

طاقة التأين للعناصر في المجموعة IIA أكبر من تلك الخاصة بالعناصر في المجموعة IA بسبب انخفاض الحجم الذري.

Explain / Why lithium ($_3$Li), sodium ($_{11}$Na), and potassium ($_{19}$K) are placed in the same group despite their different atomic numbers.

توضع العناصر الليثيوم $_3$Li والصوديوم $_{11}$Na والبوتاسيوم $_{19}$K ضمن زمرة واحدة رغم اختلافها في العدد الذري

Answer / This is because the number of electrons in the outermost energy level is the same. . بسبب تساوي عدد الالكترونات في المستوى الطاقة الأخير

The most important physical properties of group lA and IIA elements :

1. Melting and boiling points decrease when the atomic numbers of the elements increase.

١- تنخفض درجات الانصهار والغليان مع زيادة الأعداد الذرية للعناصر .

2. The compounds give different colors to the flame of Benzen lamp. such as :-

- Lithium gives scarlet color .
- Sodium compounds gives shiny yellow color.

- Calcium gives dark red color .
- Strontium gives scarlet color .
- Barium gives yellowish green color.

٢ -تعطي المركبات ألواناً مختلفة لشعلة مصباح بنزن. مثل : الليثيوم يعطي اللون القرمزي.
مركبات الصوديوم تعطي لون أصفر لامع - يعطي الكالسيوم اللون الأحمر الداكن. - يعطي السترونتيوم اللون القرمزي يعطي الباريوم اللون الأخضر المصفر.

3. The increase and decrease in the density of elements are irregular to the increase in their atomic numbers, taking into consideration that the density of the first three elements(Li , Na and K)is lower than the density of water at the temperature of (25°C).

٣-تكون الزيادة والنقصان في كثافة العناصر غير منتظمة مع زيادة عددها الذري ، مع الأخذ في الاعتبار أن كثافة العناصر الثلاثة الأولى (Li و Na و K) أقل من كثافة الماء عند درجة حرارة (٢٥ درجة مئوية) .

Some Chemical Properties : بعض الخصائص الكيميائية

1. The elements in group IA have one valence electron and the elements in group IIA have two valence electrons in their outer shells. They have the tendency to lose their valence electrons when they inter into a chemical reaction. Elements in group IA form positively charged ions (M^{+}) and elements in group IIA form (M^{+2}).

١- العناصر في المجموعة IA لها إلكترون تكافؤ واحد والعناصر في المجموعة IIA لها إلكترونان تكافؤ في غلافها الخارجي. لديهم ميل لفقدان إلكترونات التكافؤ الخاصة بهم عندما تدخل في تفاعل كيميائي. تشكل العناصر في المجموعة IA أيونات موجبة الشحنة (M^{+}) وعناصر في شكل المجموعة IIA (M^{+2}).

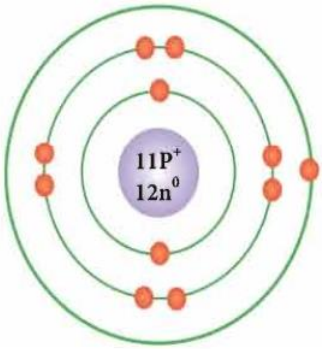
2. The combine with nonmetals to form stable salts with high solubility except Explain / lithium which is less soluble in water. Answer / Because, lithium has small volume and the great attraction energy of its nucleus to electrons.

٢-تتحد مع اللافلزات لتكوين أملاح ثابتة وذوبان عالي ما عدا الليثيوم الأقل قابلية للذوبان في الماء. لأن الليثيوم له حجم صغير وطاقة جذب كبيرة لنواته للإلكترونات.

3. Explain / These elements are very active reducing agents. Answer / They tend to lose the external covalence electrons easily because they are easily oxidized. Explain / Elements of group IA are called "alkaline metals" Answer / because their solutions are highly basic. Explain / Elements of group IIA are called "alkaline earth metals" Answer / because some of their oxides are known as "alkaline earth"

٣-هذه العناصر هي عوامل اختزال نشطة للغاية. تميل إلى فقدان إلكترونات التساهم الخارجي بسهولة لأنها تتأكسد بسهولة. تسمى عناصر المجموعة IA "الفلزات القلوية" لأن حلولها أساسية للغاية. تسمى عناصر المجموعة IIA "معادن الأرض القلوية" لأن بعض أكاسيدها تُعرف باسم "الأرض القلوية"

2 – 3 SODIUM



Electron configuration of sodium element.

Symbol of energy level	Energy level	Number of electron
K	1	2
L	2	8
M	3	1

Chemical symbol : Na
Atomic number : 11
Mass number : 23

2 – 3 – 1 Occurrence

Explain / Sodium does not occur as a free element in nature Answer / due to its high reactivity. It occurs in nature combined with other elements forming stable compounds such as sodium chloride, sodium sulfates and sodium silicates.

لا يوجد الصوديوم كعنصر حر في الطبيعة بسبب تفاعله العالي. يحدث في الطبيعة مع العناصر الأخرى التي تشكل مركبات مستقرة مثل كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم وسيليكات الصوديوم.

Explain / It is preserved in liquids, with which it does not react like pure benzene and kerosene Answer / because it burns when exposed to air.

يحفظ في سوائل لا يتفاعل معها مثل البنزين النقي والكيروسين لأنه يحترق عند تعرضه للهواء.

2 – 3 – 2 Properties of Sodium

A – Physical Properties :

1. Sodium is a soft metal and has a bright silvery luster when it is readily cut. الصوديوم معدن ناعم وله بريق فضي لامع عندما يتم قطعه بسهولة
2. It's density is less than the density of water. كثافتها أقل من كثافة الماء
3. It melts down at (97.81°C). يذوب عند (٩٧,٨١ درجة مئوية)
4. Molten sodium boils at (882.9°C).

يغلي الصوديوم المنصهر عند درجة حرارة (٨٨٢,٩ درجة مئوية).

B – Chemical Properties :

1. It directly combines with oxygen. When a freshly piece of sodium is exposed to moist air, its bright color vanishes after a very short time and the piece gets a white cover.

يتحد مباشرة مع الأكسجين. عندما تتعرض قطعة طازجة من الصوديوم للهواء الرطب ، يتلاشى لونها اللامع بعد وقت قصير جدًا وتغطى القطعة باللون الأبيض .

Explain / Why does the shine of a freshly cut piece of sodium disappear after a while? لماذا يختفي لمعان قطعة الصوديوم المقطوعة حديثًا بعد فترة ؟

Answer / It's due to the intense oxidation of sodium by oxygen in the air, converting it to sodium oxide.

يعود ذلك إلى الأكسدة الشديدة للصوديوم بواسطة الأكسجين في الهواء، محوّلًا إياه إلى أكسيد الصوديوم.

2. It directly combines with chlorine and burns when heated together : يمتزج مباشرة مع الكلور ويحترق عند تسخينه مع بعض :

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

Sodium — chlorine gas — Sodium chloride

3. It reacts vigorously with water forming sodium hydroxide and releasing hydrogen gas :

يتفاعل بقوة مع الماء مكونا هيدروكسيد الصوديوم ويطلق غاز الهيدروجين.

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

Sodium — Water — Sodium hydroxide — Hydrogen gas

4. It reacts vigorously with the dilute acids forming acid salt and releasing hydrogen gas :

يتفاعل بقوة مع الأحماض المخففة مكوناً ملح حامضي ويطلق غاز الهيدروجين

$$2Na + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2\uparrow$$

Sodium — Hydrochloric acid — Sodium chloride — Hydrogen gas

5. It reacts with many oxides and chlorides as in the following equations :

يتفاعل مع العديد من الأكاسيد والكلوريدات كما في المعادلات التالية

$$2Na + MgO \longrightarrow Na_2O + Mg$$

$$3Na + AlCl_3 \longrightarrow 3NaCl + Al$$

2 – 3 – 3 Uses of Sodium:

استخدامات الصوديوم:

1- Explain / Sodium is used as an active reducing agent in some of the organic interactions Answer / because of its high oxidation.

يستخدم الصوديوم كعامل اختزال فعال في بعض التفاعلات العضوية بسبب ارتفاع نسبة الأكسدة فيه.

2- It is used in the production of sodium cyanide which is used in purifying gold and in many other industrial applications.

يستخدم في إنتاج سيانيد الصوديوم الذي يستخدم في تنقية الذهب وفي العديد من التطبيقات الصناعية الأخرى.

3- It is used in mining to remove the oxygen of air which is combined with the metals or which is found in their molten.

يستخدم في التعدين لإزالة أكسجين الهواء المختلط بالمعادن أو الموجود في منصهرها.

Flame of sodium yellow color

2-3-4 Test of sodium ion in its compounds

اختبار أيون الصوديوم في مركباته

Flame test (dry detection) is used for this purpose. Sodium gives the flame the yellow color .

يستخدم اختبار اللهب (الكشف الجاف) لهذا الغرض. الصوديوم يعطي اللهب اللون الأصفر.

2-3-3 Sodium Compounds

1 – Sodium Chloride (Table Salt) : كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)

Table salt (sodium chloride) NaCl is the most abundant sodium compound in nature :

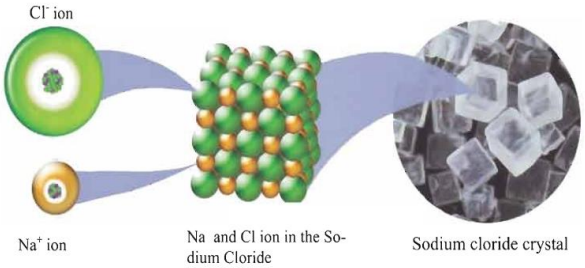
ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) NaCl هو أكثر مركبات الصوديوم وفرة في الطبيعة:

- It occurs in nature as rock salts . يوجد في الطبيعة كأملاح صخرية
- It also occurs as underground salt deposits .

كما يوجد أيضًا على شكل رواسب ملح تحت الأرض.

- It is abundant with huge quantities in springs, seas and lakes.

وتكثر في الينابيع والبحار والبحيرات بكميات كبيرة.



a – Extraction of Salt : استخراج الملح

If salt exists with high concentrations in sea water, the water is pumped into large shallow pools to be vaporized by the sun .

في حالة وجود الملح بتركيزات عالية في مياه البحر ، يتم ضخ المياه في برك ضحلة كبيرة لتبخرها الشمس .

b – Uses of Sodium Chloride: استخدامات كلوريد الصوديوم :

1. It is used as an essential raw material in the preparation of many sodium compounds such as sodium carbonates (washing soda) and sodium hydroxide.

يستخدم كمادة خام أساسية في تحضير العديد من مركبات الصوديوم مثل كربونات الصوديوم (صودا الغسيل) وهيدروكسيد الصوديوم.

2. Explain / Sodium chloride is used in preservation of consumable food for certain period of time such as meat and fish Answer / because the concentrated sodium chloride liquid kills harmful bacteria which case putridity.

يستخدم كلوريد الصوديوم في حفظ المواد الغذائية المستهلكة لفترة زمنية معينة مثل اللحوم والأسماك. سائل كلوريد الصوديوم المركز يقتل البكتيريا الضارة التي تسبب التعفن.

3. Sodium chloride is used in leather tanning, production of ice for cooling and painting adhesives.

يستخدم كلوريد الصوديوم في دباغة الجلود ، وإنتاج الثلج للتبريد وصبغ المواد اللاصقة.

c – Properties of Sodium Chloride : خواص كلوريد الصوديوم

Sodium chloride does not absorb water from air, it does not hydrate whereas regular salt has the property of absorbing water (humidity) from air .

كلوريد الصوديوم لا يمتص الماء من الهواء ، فهو لا يرطب بينما الملح العادي له خاصية امتصاص الماء (الرطوبة) من الهواء.

Hydrolysis : The process of absorbing water from air being wet .

"التحلل المائي": عملية امتصاص الماء من الهواء المبلل.

Explain / Table salt is a hydrated substance. اشرح / ملح الطعام مادة رطبة

Answer / The reason for this hydration is that it contains impurities of calcium chloride or magnesium chloride or both. These two compounds have strong tendency for absorbing water from air .

الجواب / سبب هذا الترطيب احتوائه على شوائب من كلوريد الكالسيوم أو كلوريد الماغنسيوم أو كليهما. هذان المركبان لهما ميل قوي لامتصاص الماء من الهواء.

Question / what is the difference between table salt and sodium chloride ? Why ? سؤال / ما الفرق بين ملح الطعام وكلوريد الصوديوم ؟ ولماذا ؟

2 – Sodium Hydroxide (NaOH) : هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

Sodium hydroxide is a solid substance and it is hydrated when exposed to humid air. The hydrated layer of sodium hydroxide reacts with carbon dioxide in air to form a layer of sodium carbonates Na_2CO_3 which is insolube in concentrated NaOH solution. A dry layer is formed on sodium hydroxide grains.

هيدروكسيد الصوديوم مادة صلبة ويتم ترطيبها عند تعرضها للهواء الرطب. تتفاعل الطبقة المائية من هيدروكسيد الصوديوم مع ثاني أكسيد الكربون في الهواء لتكوين طبقة من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وهو غير قابل للذوبان في محلول NaOH المركز. تتكون طبقة جافة على حبيبات هيدروكسيد الصوديوم.

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

Sodium hydroxide — Carbon dioxide — Sodium carbonate — Water

Explain / When sodium hydroxide grains are left in a humid atmosphere, they form a dry layer. عندما تُترك حبيبات هيدروكسيد الصوديوم في جو رطب، فإنها تُشكل طبقة جافة.

Answer / Because the hydrated layer of sodium hydroxide reacts with carbon dioxide gas, forming a layer of dry sodium carbonate.

لأن الطبقة المائية من هيدروكسيد الصوديوم تتفاعل مع غاز ثاني أكسيد الكربون، مُشكلةً طبقة من كربونات الصوديوم الجافة.

Sodium Hydroxide

Sodium hydroxide is a base with a great tendency to dissolve in water. It is used in many industrial fields.

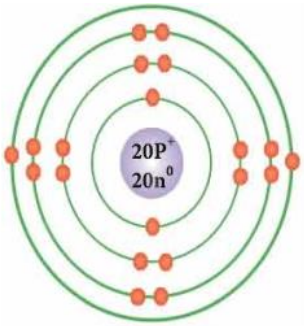
هيدروكسيد الصوديوم عبارة عن قاعدة ذات ميل كبير للذوبان في الماء. يتم استخدامه في العديد من المجالات الصناعية

Q/ What are the uses of sodium hydroxide?

1. Soap and detergent industries, textile, and paper manufacturing. صناعات الصابون والمنظفات، والنسيج، والورق
2. It is used as an essential raw material in the preparation of many chemical compounds used in various industries.

ويُستخدم كمادة خام أساسية في تحضير العديد من المركبات الكيميائية المستخدمة في مختلف الصناعات.

2 – 4 CALCIUM



Electron configuration of calcium element.

Energy level	Principal quantum number	Number of electron
K	1	2
L	2	8
M	3	8
N	4	2

Chemical symbol : Ca
Atomic number : 20
Mass number : 40

2 – 4 – 1 Occurrence

Explain / Answer / Calcium does not occur as a free element in nature because of it's high activity.

لا يوجد الكالسيوم كعنصر حر في الطبيعة بسبب نشاطه العالي.

Q / Where is calcium found in nature?

- It occurs in combination of other elements as in the forms of carbonates such as alabaster and limestone, sulfates such as plaster, phosphates such as calcium phosphates or silicates.

يوجد مع مجموعة من العناصر الأخرى كما هو الحال في أشكال الكربونات مثل المرمر والحجر الجيري والكبريتات مثل الجص والفوسفات مثل فوسفات الكالسيوم أو السيليكات.

- Calcium is obtained by the method of electrolyzes of molten calcium chloride and fluoride.

يتم الحصول على الكالسيوم بطريقة التحليل الكهربائي لكلوريد الكالسيوم المصهور وفلوريد.

- It occurs in some kinds of food such as milk and fish.

يوجد في بعض أنواع الأطعمة مثل الحليب والأسماك.

2 – 4 – 2 Some Calcium Compounds

1 – Calcium Hydroxide $Ca(OH)_2$:

It is prepared by adding water to calcium oxide CaO (quicklime).This process is called "hydrating lime" which results calcium hydroxide which is known sometimes as "hydrated lime". Pure calcium hydroxide solution is called "pure lime water" as in the following equation:

يتم تحضيره بإضافة الماء إلى أكسيد الكالسيوم CaO (الجير الحي) وتسمى هذه العملية "الجير المائي" الذي ينتج هيدروكسيد الكالسيوم والذي يعرف أحيانًا باسم "الجير المطفأ". يسمى محلول هيدروكسيد الكالسيوم "ماء الجير النقي" كما في المعادلة التالية:

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Explain / When exposed to carbon dioxide, CO_2 lime water becomes impure Answer / because of calcium carbonate as in:

عند تعرضها لثاني أكسيد الكربون CO_2 ، تصبح المياه الجيرية غير نقية بسبب كربونات الكالسيوم كما في :

$$\underset{\text{Solution (lime water)}}{Ca(OH)_2} + CO_2 \longrightarrow \underbrace{\underset{\text{Calcium Carbonate (White precipitate)}}{CaCO_3\downarrow} + H_2O}_{\text{(turbid solution)}}$$

Calcium Sulfates occur in the form of plaster $CaSO_4.2H_2O$ whereby two molecules of water (crystallization water) combine with solid calcium sulfates. When heating gradually removes crystallization water, plaster turns into "Paris Plaster" $(CaSO_4)_2.H_2O$ Paris plaster is used in building, statue making and casting .

توجد كبريتات الكالسيوم على شكل جص $CaSO_4.2H_2O$ حيث يتحد جزيئين من الماء (ماء التبلور) مع كبريتات الكالسيوم الصلبة. عندما يزيل التسخين تدريجيًا ماء التبلور ، يتحول الجص إلى" $(CaSO_4)_2.H_2O$ " Paris Plaster يستخدم جص Paris في البناء وصنع التماثيل والصب .

Chapter Questions 2

2 – 1 / Choose from the brackets to complete the scientific meaning in the following : اختر من بين الأقواس لإكمال المعنى العلمي في الآتي :

1 – Which one is the first group elements ?

a) Helium b) Radium c) Sodium d) Boron

١ -أيهما أول عناصر المجموعة ؟ أ) الهليوم ب) الراديوم ج) الصوديوم د) البورون

2 – Why potassium is more active than element of lithium?

a) Its atom has two valence electron.

b) Its atomic radius bigger.

c) Its atom don't have valence electron.

d) Because its free in nature.

٢ -لماذا البوتاسيوم أكثر نشاطا من عنصر الليثيوم؟

أ) تحتوي ذرتها على إلكترونين متكافئين. ب) نصف قطرها الذري أكبر. ج) لا تحتوي ذرتها على إلكترون تكافؤ. د) لأنها حرة بطبيعتها.

3 – What is the oxidation number of magnesium element in its compounds? (1 , 2 , 3 , 4)

٣ - ما هو عدد أكسدة عنصر المغنيسيوم في مركباته ؟ (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤)

4 – If Lithium atom loses its equivalence electrons, it convert to

a) single positive charge ion

b) a negative charge

c) dipositive charge ion

d) di-negative charge ion

٤ -إذا فقدت ذرة الليثيوم إلكتروناتها المعادلة ، فإنها تتحول إلى

أ) أيون شحنة موجبة واحدة ب) شحنة سالبة ج) أيون شحنة ثنائي الموجة د) أيون شحنة ثنائي سالب

2 – 2 /

1. What is the difference between normal plaster and Paris plaster ?

٢ - ٢ / ١- ما الفرق بين الجص العادي وجص باريس ؟

Normal plaster : Chemical Formula is $CaSO_4.2H_2O$ occur in the form of plaster whereby two molecules of water (crystallization water) combine with solid calcium sulfates.

الجص العادي: الصيغة الكيميائية هي $CaSO_4.2H_2O$ تحدث على شكل جص حيث يتحد جزيئين من الماء (ماء التبلور) مع كبريتات الكالسيوم الصلبة.

Paris Plaster : Chemical Formula is $(CaSO_4)_2.H_2O$ When heating gradually removes crystallization water from normal plaster turns into Paris Plaster .

جص باريس: الصيغة الكيميائية هي $(CaSO_4)_2.H_2O$ عندما يزيل التسخين تدريجيًا ماء التبلور من الجص العادي يتحول إلى جص باريس

2. Why sodium chloride is important for industry ?

٢-لماذا كلوريد الصوديوم مهم للصناعة ؟

It is used as an essential raw material in the preparation of many sodium compounds such as sodium carbonates (washing soda) and sodium hydroxide.

يستخدم كمادة خام أساسية في تحضير العديد من مركبات الصوديوم مثل كربونات الصوديوم (صودا الغسيل) وهيدروكسيد الصوديوم.

4. Barium has more metallic properties than beryllium. Why ?

٣- يحتوي الباريوم على خواص معدنية أكثر من البريليوم. لماذا ؟

Because Barium and beryllium are located in the same group. When the atomic number increases the metallic properties increases within the group, So Barium is more metallic than Beryllium because it is the most atomic number .

لأن الباريوم والبريليوم موجودان في نفس المجموعة. عندما يزيد العدد الذري ، تزداد الخصائص المعدنية داخل المجموعة ، لذلك يكون الباريوم أكثر فلزية من البريليوم لأنه أكبر عدد ذري .

2 – 3 / Explain the reason of followings: اشرح أسباب الآتي

1) Aluminum $_{13}Al$ is not found in IA group .

الألومنيوم Al غير موجود في مجموعة IA

Because it has 3 electrons in a last shell .

لأنه يحتوي على ٣ إلكترونات في الغلاف الأخير.

2) Sodium is stored in petroleum. يتم تخزين الصوديوم في البترول

Because it burns when exposed to air . لأنه يحترق عند تعرضه للهواء

3) Group IA is called alkaline metal. المجموعة IA تسمى معدن قلوي

Because are solutions is high basic. لأن محلولها أساسية عالية

4) Sliced Sodium loses its shining after some time.

٤ تفقد شرائح الصوديوم بريقها بعد مرور بعض الوقت.

When a sodium is exposed to moist air, loses its shining after some time because It directly combines with oxygen and the form a layer of sodium oxide .

عندما يتعرض الصوديوم للهواء الرطب يفقد بريقه بعد فترة لأنه يتحد بشكل مباشر مع الأكسجين ويشكل طبقة من أكسيد الصوديوم .

5) When granules NaOH are left in wet atmosphere, they first fade and then form a hard shell.

٥) عندما تترك حبيبات NaOH في جو رطب ، فإنها تتلاشى أولاً ثم تشكل قشرة صلبة.

The hydrated layer of sodium hydroxide reacts with carbon dioxide in air to form a layer of sodium carbonates Na_2CO_3 which is insolube in concentrated NaOH solution. A dry layer is formed on sodium hydroxide grains.

هيدروكسيد الصوديوم مادة صلبة ويتم ترطيبها عند تعرضها للهواء الرطب. تتفاعل الطبقة المائية من هيدروكسيد الصوديوم مع ثاني أكسيد الكربون في الهواء لتكوين طبقة من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وهو غير قابل للذوبان في محلول NaOH المركز. تتكون طبقة جافة على حبيبات هيدروكسيد الصوديوم.

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

Sodium hydroxide — Carbon dioxide — Sodium carbonate — Water

2 – 4 Explain :

1 – Calcium loses two electrons easily يفقد الكالسيوم إلكترونين بسهولة

The valence electron are located far from the nucleus so its ionization energy decreases so it is easier to lose.

يقع إلكترون التكافؤ بعيدًا عن النواة ، لذا تنخفض طاقة التأين الخاصة به وبالتالي يسهل فقدانه.

2 – Put the elements Lithium, Sodium, and Potassium within the same group, although different in the atomic number.

٢- ضع عناصر الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم ضمن نفس المجموعة وإن كانت مختلفة في العدد الذري.

Because this elements It contains one electron in its outer shell. So they have the same physical and chemical properties .

لأن هذه العناصر تحتوي على إلكترون واحد في غلافها الخارجي. لذلك لديهم نفس الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

2 – 5 What is the difference between pure salt (NaCl) and unpure (NaCl) ? ما الفرق بين الملح النقي (NaCl) وغير النقي (NaCl)

pure salt (NaCl) : Its does not contains impurities and it does not absorb water from air . ملح نقي (NaCl) : لا يحتوي على شوائب ولا يمتص الماء من الهواء.

Unpure salt (NaCl) :

it contains impurities of calcium chloride or magnesium chloride or both. These two compounds have strong tendency for absorbing water from air .

ملح غير نقي (كلوريد الصوديوم) : يحتوي على شوائب من كلوريد الكالسيوم أو كلوريد المغنيسيوم أو كليهما. هذان المركبان لهما ميل قوي لامتصاص الماء من الهواء.

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER THREE

GROUP IIIA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

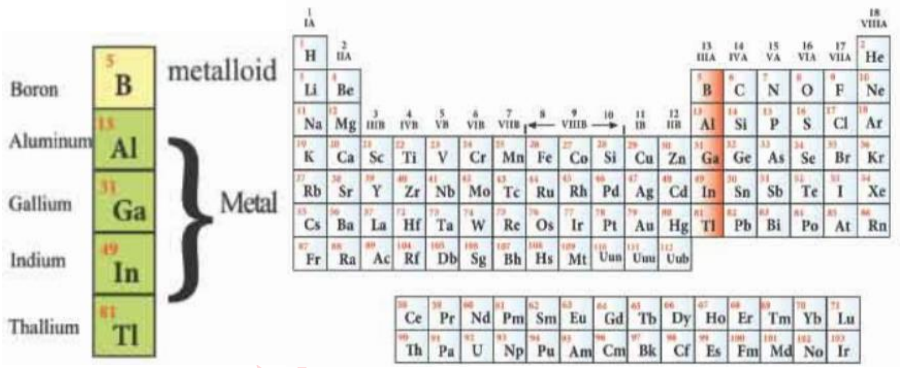
CHAPTER 3

GROUP IIIA

3 – 1 GROUP IIIA ELEMENTS

The outer shell in IIIA group atoms contains same number of electrons despite they are different in their atomic numbers. The elements of this group are: Boron (B), Aluminum (Al). Gallium (Ga), Indium (In), Thallium (Tl), as illustrated in the following periodic table.

يحتوي الغلاف الخارجي في ذرات المجموعة A٣ على نفس العدد من الإلكترونات على الرغم من اختلافها في عددها الذري. عناصر هذه المجموعة هي: البورون (B) والألمنيوم (Al). الغاليوم (Ga) ، الإنديوم (In) ، الثاليوم (Tl) ، كما هو موضح في الجدول الدوري التالي.



3 – 2 GENERAL CHARACTERISTIC PROPERTIES OF GROUP IIIA ELEMENTS

1. The elements of this group are metals except Boron which is metalloid.
عناصر هذه المجموعة عبارة عن معادن ما عدا البورون وهو فلز.
2. Explain / The ionization energy of group IIIA elements is less than the ionization energy of group IIA elements.
طاقة التأين لعناصر المجموعة IIIA أقل من طاقة التأين لعناصر المجموعة IIA.

Answer / The main reason for this is that the elements of group IIIA elements contain one electron in the secondary shell (p) following a saturated secondary shell (ns) .

والسبب الرئيسي لذلك هو أن عناصر المجموعة IIIA تحتوي على إلكترون واحد في الغلاف الثانوي (p) بعد غلاف ثانوي مشبع (ns).

The increase in the atomic number of the elements of this group (up to bottom) generally results in a decrease in the ionization energy of their atoms because of increase of their atomic volume.

تؤدي الزيادة في العدد الذري لعناصر هذه المجموعة (من أعلى إلى أسفل) بشكل عام إلى انخفاض في طاقة التأين لذراتها بسبب زيادة حجمها الذري.

3. It is the oxidation number of these atoms is (+3). However, they tend actually to form covalent bonds.

عدد أكسدة هذه الذرات هو (+٣). ومع ذلك ، فإنها تميل في الواقع إلى تكوين روابط تساهمية.

4. The oxides and hydroxides of the elements of this group are characterized with an increase in the alkaline characteristic and a decrease in the acidic characteristics as the atomic number increases. Thus, the aqueous solutions of boron oxides are acidic, whereas the aluminum oxides are amphoteric.

٤-تمتاز أكاسيد وهيدروكسيدات عناصر هذه المجموعة بزيادة في الخاصية القلوية وانخفاض في الصفات الحمضية مع زيادة العدد الذري. وبالتالي ، فإن المحاليل المائية لأكاسيد البورون حمضية ، في حين أن أكاسيد الألومنيوم مذبذبة.

Exercise 3 – 1

Compare between the ionization energy of elements in group IIIA and IIA.

قارن بين طاقة التأين للعناصر في المجموعة IIIA و IIA

Boron (B)

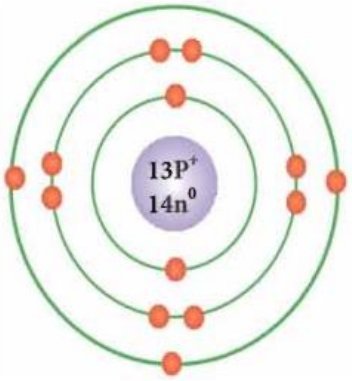
Aluminum (Al)

Gallium (Ga)

Indium (In)

3 – 3 ALUMINUM

Shell Symbol	Shell Number (n)	Number of Electrons
K	1	2
L	2	8
M	3	3



Electron configuration of Aluminum
Chemical symbol: Al
Atomic number : 13
Mass number : 27

3 – 3 – 1 Occurrence : وجوده :

Aluminum metal is reactive chemically . It is found combined in a great number of different compounds. Aluminum is the most abundant metal in the earth's crust.

معدن الألمنيوم متفاعل كيميائيا. تم العثور عليها مجتمعة في عدد كبير من المركبات المختلفة. الألومنيوم هو أكثر المعادن وفرة في القشرة الأرضية.

It makes up about 8% by weight of the earth's solid surface.

تشكل حوالي ٨٪ من وزن سطح الأرض الصلب.

The row material of aluminum is : المادة الخام للألومنيوم هي :

1. bauxite $Al_2O_3.2H_2O$. It is the aqueous aluminum oxide and it is the main source for aluminum extraction.

   ١. البوكسيت $Al_2O_3.2H_2O$. وهو أكسيد الألومنيوم المائي وهو المصدر الرئيسي لاستخراج الألمنيوم.

2. Cryolite (Na_3AlF_6) is a fluoride of sodium and aluminum (sodium hexafluoroaluminate) it is one of the most important sources used in the extraction of aluminum.

٢. الكريوليت (Na_3AlF_6) هو فلوريد الصوديوم والألمنيوم (سداسي فلورو ألومينات الصوديوم) وهو أحد أهم المصادر المستخدمة في استخلاص الألمنيوم.

3 – 3 – 2 Extraction of Aluminum: استخلاص الألمنيوم :

The Hall process : is the major industrial process for aluminum extraction . عملية الهول : هي العملية الصناعية الرئيسية لاستخراج الألمنيوم

Alumina (Al_2O_3) does not exists naturally. It exists in the ore of Bauxite ($Al_2O_3.2H_2O$) with other impurities of iron and others.
الألومينا (Al_2O_3) غير موجود بشكل طبيعي. يوجد في خام البوكسيت ($Al_2O_3.2H_2O$) مع شوائب أخرى من الحديد وغيرها.

- The Bauxite ($Al_2O_3.2H_2O$) is chemically purified to exelude impurities to obtain pure aluminum oxide (Al_2O_3) (alumina) which has a high melting point and being melted in molten cryolite.

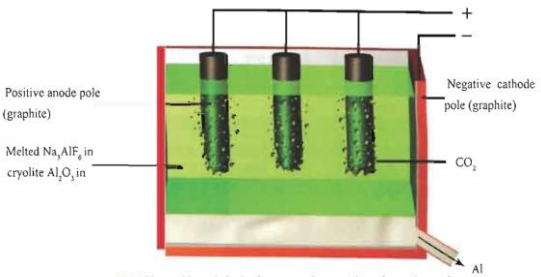
يتم تنقية البوكسيت ($Al_2O_3.2H_2O$) كيميائيًا لإخراج الشوائب للحصول على أكسيد الألومنيوم النقي (Al_2O_3) (الألومينا) الذي له نقطة انصهار عالية ويتم صهره في الكريوليت المصهور.

Explain / Being melted alumina in molten cryolite.
اشرح / يتم ذوبان الألومينا في الكريوليت المنصهر.

Answer / The molten cryolite decreases the melting point of alumina.
الجواب / يقلل الكريوليت المنصهر من درجة انصهار الألومينا

- It involves electrolyzing pure alumina (Al_2O_3) in molten cryolite bath at a temperature of (1000°C) by using carbon electrodes.

يتضمن التحليل الكهربائي لألومينا نقية (Al_2O_3) في حمام كريوليت مصهور عند درجة حرارة (١٠٠٠ درجة مئوية) باستخدام أقطاب كربون.



Hall cell which is used to obtain aluminum.

- The molten, then, is poured in an electrolytic cell.

بعد ذلك ، يُسكب المصهور في خلية إلكتروليتية.

- As the current passes through,aluminum accumulates at the bottom of the cell. Then, the molten aluminum is pulled gradually

مع مرور التيار ، يتراكم الألمنيوم في قاع الخلية. ثم يتم سحب الألمنيوم المصهور تدريجياً

3 – 3 – 3 Properties of Aluminum : خواص الألمنيوم :

1 – Physical properties : ١- الخصائص الفيزيائية :

Aluminum is a fine silvery metal with a remarkable low density and is a good conductor for heat and electricity.

الألومنيوم معدن فضي ناعم ذو كثافة منخفضة بشكل ملحوظ وهو موصل جيد للحرارة والكهرباء .

2 – Chemical properties : الخواص الكيميائية :

A / Oxgen effect on Aluminum تأثير الأوكسجين على الألمنيوم

Explain / Aluminum has the ability to resist corrosion .

اشرح / يمتلك الألمنيوم القدرة على مقاومة التآكل.

Answer / Because that the surface of Aluminum oxides when exposed to air Aluminum is then covered with a thin layer of its oxide which sticks firmly to its surface and prevents further oxidation .

الجواب / لأن سطح أكاسيد الألومنيوم عند تعرضه للهواء يتم تغطيته بطبقة رقيقة من أكسيد الألومنيوم تلتصق بقوة بسطحه وتمنع المزيد من الأكسدة .

B / Aluminum powder burns vigorously with a bright flame releasing great energy . ب- مسحوق الألمنيوم يحترق بقوة مع لهب لامع يطلق طاقة كبيرة.

The reaction occurs according to the following equation :

يحدث التفاعل وفقًا للمعادلة التالية :

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3 + Energy$$

Aluminum Powder

C / Aluminum is a reducing agent ج - الألومنيوم هو عامل مختزل

Thermite process : is the reaction between the aluminum powder and iron (III) Oxide The reaction is so vigorous with a great amount of heat, shiny flame and a lot of sparks .

عملية الثرمايت: هي التفاعل بين مسحوق الألمنيوم وأكسيد الحديد .(III) التفاعل قوي للغاية مع قدر كبير من الحرارة ، واللهب اللامع والكثير من الشرر.

The reaction as in following formula :

$$2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe + \text{high temperature}$$

Aluminum Powder — Iron (III) oxide — Aluminum Oxide — Iron

Thermite Reaction

- This reaction is used in welding steel machines

يستخدم هذا التفاعل في آلات لحام الصلب

- Aluminum is also used to extract some metals from their ores

كما يستخدم الألمنيوم لاستخراج بعض المعادن من خاماتها

D / Reaction of aluminum with acids and bases :

د- تفاعل الألمنيوم مع الأحماض والقواعد :

Aluminum reacts with dilute hydrochloric acid easily to produce hydrogen gas and aluminum chloride component :

يتفاعل الألمنيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف بسهولة لإنتاج غاز الهيدروجين ومكون كلوريد الألومنيوم :

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

Aluminum — Hydrochloric acid — Aluminum chloride — Hydrogen gas

Explain / Aluminum does not continue reacts with both concentrated and dilute nitric acid .

شرح / لا يستمر الألمنيوم في التفاعل مع كل من حمض النيتريك المركز والمخفف.

Answer / Because aluminum oxide (Al_2O_3) forms a layer which isolates the acid from the metal, therefore the reaction stops.

الإجابة / لأن أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) يشكل طبقة تعزل الحمض عن المعدن ، وبالتالي يتوقف التفاعل.

This property helps to use aluminum containers for storing nitric acid.

تساعد هذه الخاصية في استخدام حاويات الألمنيوم لتخزين حامض النيتريك.

Aluminum reacts with basic solutions like sodium hydroxide or potassium hydroxide to release hydrogen gas and aluminum salt.

يتفاعل الألمنيوم مع المحاليل الأساسية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم لإطلاق غاز الهيدروجين وملح الألومنيوم.

It is worth noting that aluminum reacts with acids and bases to release hydrogen gas in both cases. This behavior is called Amphoteric Behavior.

وتجدر الإشارة إلى أن الألمنيوم يتفاعل مع الأحماض والقواعد ليطلق غاز الهيدروجين في كلتا الحالتين. يسمى هذا السلوك السلوك المذبذب.

Exercise 3 – 2 / Compare between Aluminum and iron oxidation reactions that effected by Air .

تمرين ٣-٢ / قارن بين تفاعلات أكسدة الألمنيوم والحديد التي تتأثر بالهواء.

3 – 3 – 4 Uses of Aluminum

استخدامات الألمنيوم

aluminum is a metal with "self- protection" against erosion. This is not the case with iron why ?

الألمنيوم معدن له "حماية ذاتية" من التآكل. ليس هذا هو الحال مع الحديد لماذا؟

Aluminum when exposed to air, it forms a thin but firm layer of aluminum oxide which sticks to the metal and protects it from oxidation .

الألمنيوم عند تعرضه للهواء يشكل طبقة رقيقة لكن متينة من أكسيد الألومنيوم تلتصق بالمعدن وتحميه من الأكسدة.

While this is not the case with iron because the thin layer of iron oxide (erosion) is very thin and fragile, it lets air, oxygen and humidity penetrate the metal. Therefore, the erosion continues.

في حين أن هذا ليس هو الحال مع الحديد لأن الطبقة الرقيقة من أكسيد الحديد (التآكل) رقيقة جدًا وهشة ، فإنها تسمح للهواء والأكسجين والرطوبة باختراق المعدن. لذلك ، يستمر التآكل.

1. Aluminum can be used in electrical wires whereby its connectivity is twice as much of that of copper, therefore, the diameter of Aluminum wires is larger than that of copper.

يمكن استخدام الألمنيوم في الأسلاك الكهربائية حيث يكون توصيله ضعفي اتصال النحاس ، وبالتالي فإن قطر أسلاك الألمنيوم أكبر من قطر النحاس.

2. Explain / Aluminum is used in electrical wires in on a limited level

علل / يستخدم الألمنيوم في الأسلاك الكهربائية على مستوى محدود

Answer / Because is expands and shrinks 39% more than copper when exposed to the same heat.

الإجابة / لأنه يتمدد وينكمش بنسبة ٣٩٪ أكثر من النحاس عند تعرضه لنفس الحرارة.

3. Thin aluminum alloys are used to make kitchen utensils, plates, chairs and many other products in Iraq.

تستخدم سبائك الألمنيوم الرقيقة في صناعة أواني المطبخ والصحون والكراسي والعديد من المنتجات الأخرى في العراق.

Explain / Aluminum alloys are also used to make cans and containers to preserve liquids at a very low temperature such as oxygen, argon and nitrogen .etc.

علل / تستخدم سبائك الألومنيوم أيضًا في صناعة العلب والأوعية للحفاظ على السوائل عند درجة حرارة منخفضة جدًا مثل الأكسجين والأرجون والنيتروجين.

Answer / Because of the fact that the lower the temperature the harder aluminum gets.

الجواب / بسبب حقيقة أنه كلما انخفضت درجة الحرارة ، أصبح الألمنيوم أكثر صلابة.

- As for the elements mixed with aluminum in making alloys, they are lead, copper, zinc and magnesium.

أما العناصر الممزوجة بالألمنيوم في صناعة السبائك فهي الرصاص والنحاس والزنك والمغنيسيوم.

3 – 3 – 5 Aluminum Alloys :

سبائك الألومنيوم :

The most important aluminum alloys are :

1. Duralumin Alloy :

١- سبيكة دورالومين :

This alloy consists of a high percentage of aluminum and a small amount ratio of copper and magnesium. It might contain manganese as well. This alloy is light and hard so it is used for building aircraft parts .

تتكون هذه السبيكة من نسبة عالية من الألومنيوم ونسبة كمية صغيرة من النحاس والمغنيسيوم. قد تحتوي على المنجنيز أيضًا. هذه السبيكة خفيفة وصلبة لذا فهي تستخدم لبناء أجزاء الطائرات .

2. Aluminum Bronze Alloy :

٢- سبائك الألومنيوم والبرونز:

This alloy consists of a small percentage of aluminum and a high ratio of copper and other metals sometimes.

تتكون هذه السبيكة من نسبة صغيرة من الألومنيوم ونسبة عالية من النحاس والمعادن الأخرى أحيانًا.

3 – 3 – 6 Aluminum Compounds : مركبات الألومنيوم :

1 – Aluminum hydroxide $Al(OH)_3$: ١- هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$:

It is result of a reaction between aluminum aqueous solutions of aluminum salts like (aluminum sulfate) $Al_2(SO_4)_3$ with sodium or potassium hydroxide .

ينتج عن تفاعل بين محاليل الألومنيوم المائية لأملاح الألومنيوم مثل (كبريتات الألومنيوم) $Al_2(SO_4)_3$ مع هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم.

Aluminum hydroxide is a white gelatin material insoluble in water.

هيدروكسيد الألومنيوم مادة جيلاتينية بيضاء غير قابلة للذوبان في الماء.

2 . Aluminum Oxide Al_2O_3 : ٢- أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 :

Results from excessive heating of aluminum hydroxide as in the following formula :

ينتج عن التسخين المفرط لهيدروكسيد الألومنيوم كما في الصيغة التالية :

$$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$$

3. Alum : ٣- الشب :

When two equal amounts of aqueous aluminum sulfate and potassium sulfate with crystallized water molecules in a fixed mass ratio .

عند وجود كميات متساوية من كبريتات الألومنيوم المائية وكبريتات البوتاسيوم مع جزيئات الماء المتبلورة في نسبة كتلة ثابتة.

The general formula for Alum is $KAl(SO_4)_2.12H_2O$. It is also called Potassium alum .

الصيغة العامة للشبة هي $KAl(SO_4)_2.12H_2O$. ويسمى أيضًا شب البوتاسيوم.

Normal Alum has many uses as : للشب العادي استخدامات عديدة مثل :

1. A sterile minor cuts, whereby it helps blood to clot easily because it dissolves in water and $Al(OH)_3$ deposits on the wound and stops blood so it clot.

١. جروح معقمة طفيفة حيث تساعد الدم على التجلط بسهولة لأنه يذوب في الماء ويتراكم $Al(OH)_3$ على الجرح ويوقف الدم فيتجلط.

2. It is also used to make dye permanent on textiles .

٢.كما أنها تستخدم لجعل الصبغة دائمة على المنسوجات.

3. In purifying drinking water . ٣.في تنقية مياه الشرب.

3-3-7 Test of Aluminum Ions in Solution of Aluminum Compounds:

٣-٣-٧ اختبار أيونات الألومنيوم في محلول مركبات الألومنيوم :

Aluminum ion is identified in its compounds by basic solution such as sodium hydroxide or potassium hydroxide whereby they react with aluminum ion Al^{3+} to form a white gelatin deposit which is aluminum hydroxide $Al(OH)_3$ as in the following formula :

يتم التعرف على أيون الألومنيوم في مركباته بواسطة محلول أساسي مثل هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم حيث يتفاعلون مع أيون الألومنيوم Al^{3+} لتكوين رواسب جيلاتينية بيضاء وهي هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$كما في الصيغة التالية :

$$Al^{3+} + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3Na^+$$

Aluminum ion	Sodium hydroxide		Aluminum hydroxide	Sodium ion

For example :

$$AlCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$$

The amphoteric behavior of Aluminum hydroxide :

السلوك المذبذب لهيدروكسيد الألومنيوم:

- This precipitate, $Al(OH)_3$, dissolves when sodium hydroxide NaOH is added because dissolved sodium aluminate is formed

يذوب هذا الراسب ، $Al(OH)_3$ ، عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH لأن ألومينات الصوديوم المذابة تتشكل.

- It $Al(OH)_3$ also dissolves when an acid is added .

يذوب أيضًا $Al(OH)_3$ عند إضافة حمض.

CHAPTER QUESTIONS 3

Q1) Which of the following elements is not found in group IIIA.

a) $_{31}Ga$ b) $_{13}A$ c) $_{12}Mg$ d) $_{5}B$

Q2) Choose from the brackets to complete the scientific meaning in the following terms :

1- What is the role of Aluminum for Thermite reaction?

a) Catalysis. b) Reducing agent. c) Oxidizing agent

2- What is the percentage of aluminum in aluminum bronze alloy ?

a) High b) Small c) 100%

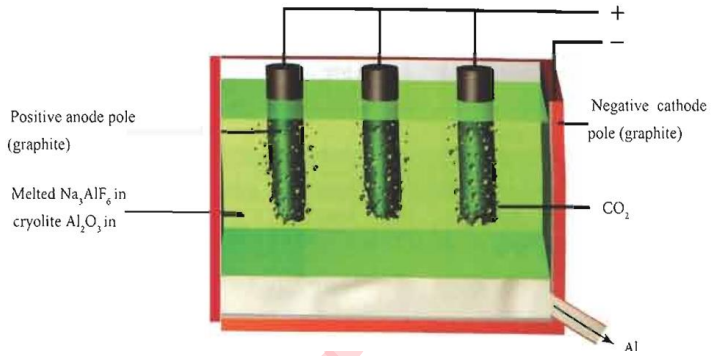
3- Galium Ga is a member of group (first, second, third)

Q3) Complete the following statements :

1. Aluminum reacts with acids to release hydrogen gas , while when reacts with bases it release hydrogen gas, because Amphoteric Behavior
2. The effect of oxygen in air on Aluminum don't lead to corrosion as in the case of iron because of the surface of Aluminum oxides when exposed to air Aluminum is then covered with a thin layer of its oxide which sticks firmly to its surface and prevents further oxidation .
3. Heavy heating of Aluminum hydroxide gives Al_2O_3 , H_2O.
4. Salt composed from potassium and aluminum elements called . Potassium alum
5. The Aluminum behavior when reacts with acids and bases is called Amphoteric

Q4) Explain the extraction of aluminum and draw the figure.

- The Bauxite ($Al_2O_3.2H_2O$) is chemically purified to exelude impurities to obtain pure aluminum oxide (Al_2O_3) (alumina) which has a high melting point and being melted in molten cryolite.
- It involves electrolyzing pure alumina (Al_2O_3) in molten cryolite bath at a temperature of (1000°C) by using carbon electrodes.
- The molten, then, is poured in an electrolytic cell.
- As the current passes through,aluminum accumulates at the bottom of the cell. Then, the molten aluminum is pulled gradually



Q5) Select from list (B) what fits each statement in the list (A)

(A)

1- An element with amphoteric behavior. (4)
2- A reaction in which Aluminum reacts as reduced agent and releases high heat energy that dissolves iron. (1)
3- Aluminum oxide (3)
4- Double salt of potassium sulphate and aluminum (2)
5- One element of group IIIA which is semi-metal (6)

(B)

1- Thermite
2- Alum
3- Alumina
4- Aluminum
5 - Indium
6 - Boron

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER FOUR

SOLUTIONS AND EXPRESSIONS FOR CONCENTRATION

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

CHAPTER 4

SOLUTIONS AND EXPRESSIONS FOR CONCENTRATION

المحاليل والتعبير عن التركيز

4 – 1 INTRODUCTION

Solutions are important in chemistry science with a great extent, especially liquid solutions because they are the medium for chemical reactions, whereby they help to happen interaction among reacting substances.

٤-١ مقدمة : تعتبر المحاليل مهمة في علم الكيمياء إلى حد كبير ، وخاصة المحاليل السائلة لأنها وسيلة للتفاعلات الكيميائية ، حيث تساعد في حدوث تفاعل بين المواد المتفاعلة.

4 – 2 SOLUTIONS

Solutions : It is a homogeneous mixtures composed of two or more pure substance having no chemical reaction between them, the substance with majority in the solution is called the (solvent) and the material with less existence in the solution is called the (solute).

الحلول : وهي عبارة عن مخاليط متجانسة تتكون من مادتين نقيتين أو أكثر لا يوجد بينهما تفاعل كيميائي ، وتسمى المادة ذات الأغلبية في المحلول (المذيب) والمادة ذات الوجود الأقل في المحلول تسمى (المذاب).

This relation can be represented by the following equation :-

يمكن تمثيل هذه العلاقة بالمعادلة التالية :

$$\text{Solute} + \text{solvent} \longrightarrow \text{Solution}$$

4 – 2 – 1 Types of Solutions :

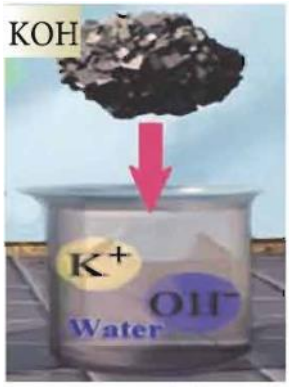
أنواع الحلول

There are several kinds of solutions, the most important and most common are :

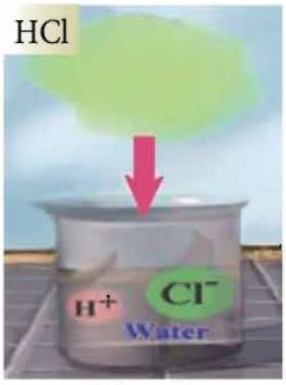
هناك عدة أنواع من الحلول ، أهمها وأكثرها شيوعًا هي

1. Liquid solutions : when the solvent is liquid. Such solutions can be prepared by :

المحاليل السائلة: عندما يكون المذيب سائلاً. يمكن تحضير هذه الحلول من خلال



Basic solution



Acidic solution

a. Dissolving a solid material in a liquid : As in the case of dissolving salt (NaCl) in water to get the saline solution or dissolve sodium hydroxide in water (basic solution) .

إذابة مادة صلبة في سائل: كما في حالة إذابة الملح (NaCl) في الماء للحصول على محلول ملحي أو إذابة هيدروكسيد الصوديوم في الماء (المحلول الأساسي).

b. Dissolving liquid in another liquid : Like dissolving alcohol in water.

إذابة السائل في سائل آخر: مثل إذابة الكحول في الماء.

c. A gas can be dissolved in a liquid : Such as dissolving hydrogen chloride (HCl) in water, the resulting solution is called hydrochloric acid solution (acidic solution) .

يمكن إذابة الغاز في سائل: مثل إذابة كلوريد الهيدروجين (HCl) في الماء ، يسمى المحلول الناتج بمحلول حمض الهيدروكلوريك (محلول حمضي).

$$HCl \xrightarrow{H_2O} HCl$$

Hydrogen chloride gas → Solution of hydrochloride acid

2. There are other types of solutions as dissolving gas in another gas like air .

هناك أنواع أخرى من الحلول مثل إذابة الغاز في غاز آخر مثل الهواء

3. Solid solution in another solid solution : like various alloys, mostly coins and gold alloys .

محلول صلب في محلول صلب آخر: مثل السبائك المختلفة ، معظمها العملات المعدنية وسبائك الذهب.

4 – 2 – 2 Nature of Solutions:

Names of solutions vary according to the amount of the solvent and the solute and also the nature of the dissolving process.

طبيعة الحلول : تختلف أسماء المحاليل باختلاف كمية المذيب والمذاب وكذلك طبيعة عملية الذوبان.

Saturated solution

1. A saturated solution : is the solution which contains a greater amount of the solute and the solvent can dissolve no more of solute at the given temperature and pressure.

محلول مشبع: هو المحلول الذي يحتوي على كمية أكبر من المذاب ولا يستطيع المذيب إذابة المزيد من المذاب عند درجة الحرارة والضغط المعينين.

Super saturated solution

2. Super saturated solution : is the solution which a mount of the solute is greater in any solution that the solvent is able to dissolve it under normal conditions.

محلول فائق التشبع: هو المحلول الذي تكون كمية المذاب فيه أكبر في أي محلول يستطيع المذيب إذابته في الظروف العادية.

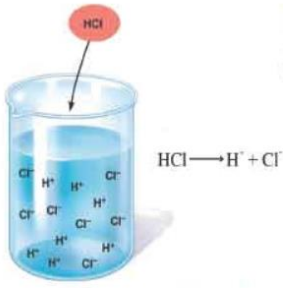
Unsaturated solution

3. An unsaturated solution : is the solution which contains less amount of the solute that is required for saturation at a particular temperature and pressure.

محلول غير مشبع: هو المحلول الذي يحتوي على كمية أقل من المذاب المطلوب للتشبع عند درجة حرارة وضغط معينين.

When the solute molecules ionize in the solution, it is called electrolytic solution. The solute can be strongly ionized when its molecules are completely ionized in the solution like hydrochloric acid.

عندما تتأين جزيئات الذائبة في المحلول ، يطلق عليه محلول التحليل الكهربائي. يمكن أن يتأين المذاب بقوة عندما تتأين جزيئاته تمامًا في المحلول مثل حمض الهيدروكلوريك.

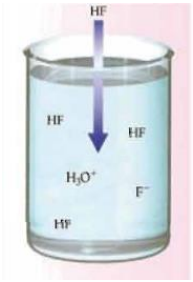


Weak electrolyte solutions : are solutions whose molecules are partially, moderately or slightly ionized.

محاليل الإلكتروليت الضعيفة: هي المحاليل التي تكون جزيئاتها متأينة جزئيًا أو معتدل أو قليلًا.

like hydrofluoric acid, whereby it slightly ionizes in the solvent, its ions are at equilibrium with the non-ionized molecules.

مثل حمض الهيدروفلوريك ، حيث يتأين قليلاً في المذيب ، تكون أيوناته في حالة توازن مع الجزيئات غير المتأينة.



In the formula, $HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$, reversed arrows indicate that the slightly ionized substance is at equilibrium with the resulting ions.

في الصيغة ، $HF = H^+ + F^-$، تشير الأسهم المعكوسة إلى أن المادة المتأينة قليلاً في حالة توازن مع الأيونات الناتجة.

Non-electrolytie solutions : are solutions whose molecules don't ionize at all. المحاليل غير المنحل بالكهرباء: هي المحاليل التي لا تتأين جزيئاتها على الإطلاق

such as sugar or ethyl alcohol in water . مثل السكر أو الكحول الإيثيلي في الماء.

4 – 3 SOLUBILITY

Solubility : is the maximum amount of a solute which can be dissolved in a given amount of a specific solvent to result in a saturated solution at a given temperature.

الذوبان: هو أقصى قدر من المذاب الذي يمكن إذابته في كمية معينة من مذيب معين لينتج عنه محلول مشبع عند درجة حرارة معينة.

Solubility varies according to: تختلف قابلية الذوبان حسب

1. The nature of the solute and the solvent. طبيعة المذاب والمذيب
2. Temperature. درجة الحرارة
3. Pressure. الضغط

4 – 3 – 1 Nature of the solute and the solvent :

طبيعة المذاب والمذيب:

The process of solubility has to do with surfaces which are exposed to dissolution . When the more exposed the surface of the solute in the solvent, the greater the solubility.

تتعلق عملية الذوبان بالأسطح المعرضة للذوبان. كلما زاد تعرض سطح المذاب في المذيب ، زادت قابلية الذوبان.

Explain / Sugar powder dissolves faster than lumps of sugar .

علل / مسحوق السكر يذوب أسرع من كتل السكر.

Answer / Because the surfaces of the powder of sugar is greater than those of the lumps of sugar whereby the more exposed the surface of the solute in the solvent, the greater the solubility .

الإجابة / لأن أسطح مسحوق السكر أكبر من أسطح كتل السكر ، حيث كلما زاد تعرض سطح المذاب في المذيب ، زادت قابلية الذوبان.

Explain / the salt crystals dissolve more quickly when a small amount of table salt is added into water in a beaker when start the process of shaking.

علل / تذوب بلورات الملح بسرعة أكبر عند إضافة كمية صغيرة من ملح الطعام في الماء في دورق عند بدء عملية الرج.

Answer / Because the process of shaking helps to contact the surface of crystals with water even greater whereby the more exposed the surface of the solute in the solvent, the greater the solubility.

الإجابة / لأن عملية الاهتزاز تساعد على ملامسة سطح البلورات بالماء بشكل أكبر حيث كلما زاد تعرض سطح المذاب في المذيب ، زادت قابلية الذوبان.

❖ For the solvent, the nature of polarity determines its solubility, according to a rule which says :

The similar dissolves the similar .

بالنسبة للمذيب ، تحدد طبيعة القطبية قابليته للذوبان ، وفقًا لقاعدة تقول: المماثل يذوب المتماثل.

❖ Polar solvents dissolve polar solutes and vice versa .

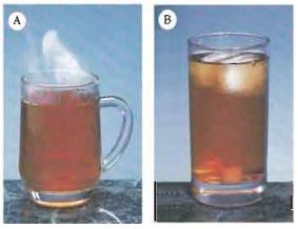
المذيبات القطبية تذوب المذابات القطبية والعكس صحيح .

4 – 3 – 2 Temperature :

Explain / Sugar in the hot liquid dissolves faster than that in the cold liquid. علل / يذوب السكر الموجود في السائل الساخن أسرع من ذلك الموجود في السائل البارد

Answer / Because the motion energy of the liquid molecules increases in the hot liquid, making it more likely to collide with surfaces of sugar crystals, this is why it dissolves quickly.

الجواب / لأن الطاقة الحركية للجزيئات السائلة تزداد في السائل الساخن ، مما يجعله أكثر عرضة للتصادم مع أسطح بلورات السكر ، وهذا هو السبب في أنه يذوب بسرعة.



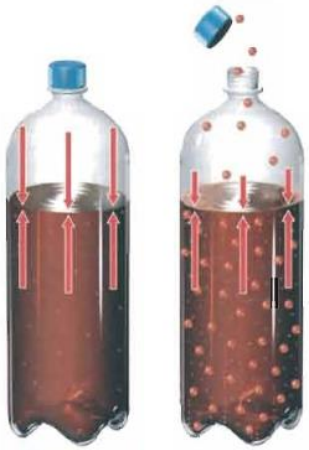
A) Sugar dissolves in cold water slowly.

B) Sugar dissolves in hot water quickly.

4 – 3 – 3 Pressure :

The effect of pressure on solubility is best shown on gaseous materials whereby their solubility increases as the pressure of gas on the surface of the solution increases.

يظهر تأثير الضغط على الذوبان بشكل أفضل على المواد الغازية حيث تزداد قابليتها للذوبان مع زيادة ضغط الغاز على سطح المحلول.



Explain / In carbonate beverages when the cover is removed bubbles are formed and move up in the liquid.

علل / في المشروبات الكربونية عند إزالة الغطاء تتشكل الفقاعات وتتحرك لأعلى في السائل.

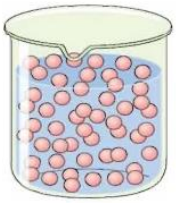
Answer / CO_2 pressure will decrease on the surface of the beverage and making it less soluble and bubbles are formed.

الإجابة / ضغط ثاني أكسيد الكربون سينخفض على سطح المشروب ويجعله أقل قابلية للذوبان وتتكون الفقاعات.

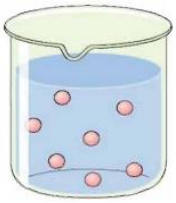
4 – 4 CONCENTRATION OF SOLUTION

Its a solution consists of two major parts : The solute and the solvent.

يتكون المحلول من جزأين رئيسيين: المذاب والمذيب.



(A)



(B)

A) Concentrated solution
B) Dilute solution

Concentration of the solution : It is the amount of solute in a particular solvent from solution.

تركيز المحلول: هو مقدار المذاب في مذيب معين من المحلول.

Concentrated solutions : It solutions which large amount of the solute .

المحاليل المركزة: وهي الحلول التي تحتوي على كمية كبيرة من المذاب.

Dilute solutions : It solutions which relatively small amount of solute.

المحاليل المخففة: وهي الحلول التي تحتوي على كمية قليلة نسبيًا من المذاب

A concentrated solution can be changed into dilute by adding a larger amount of the solvent.

يمكن تغيير المحلول المركز إلى مخفف بإضافة كمية أكبر من المذيب.

A concentration of the solution can be expressed in various ways :

يمكن التعبير عن تركيز المحلول بعدة طرق :

4 – 4 – 1 Concentration by Mass percentage :

Percentage of concentration : It is the number of grams of the solute which are dissolved in 100 grams of the solution.

نسبة التركيز: هو عدد جرامات المذاب المذاب في ١٠٠ جرام من المحلول.

The percentage of mass ratio of the solute and the solvent is calculated as follows :

يتم حساب النسبة المئوية لنسبة الكتلة للمذاب والمذيب على النحو التالي

$$\text{Percentage concentration of solute} = \frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$$

$$\text{Solute \%} = \frac{m_{solute}}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$$

$$\text{Solvent \%} = \frac{m_{solvent}}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$$

Whereby (m_1) refers to solute mass, (m_2) refers to solvent mass and (m_T) refers to the solution mass (total masses of both solute and solvent $m_1 + m_2$). Generally the mass percentage of any component can be expressed in the following mathematical relation :

حيث تشير (m_1) إلى كتلة الذائبة ، (m_2) تشير إلى كتلة المذيب و (m_T) تشير إلى كتلة المحلول (إجمالي كتل المذاب والمذيب $m_1 + m_2$). بشكل عام ، يمكن التعبير عن النسبة المئوية الكتلية لأي مكون بالعلاقة الرياضية التالية:

$$\text{Mass ratio of any component of the solution} = \frac{mass\ of\ component}{mass\ of\ solution} \times 100\%$$

Example 4 – 1

What is the mass ratio of the solute and the solvent of a solution made of 15.3 g of salt dissolved in 155 g of water .

ما نسبة كتلة المذاب والمذيب لمحلول مصنوع من ١٥,٣ جم من الملح المذاب في ١٥٥ جم من الماء.

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 15.3$ g

Mass of solvent : $m_2 = 155$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 15.3 + 155 = 170.3$ g

$$\text{Mass percentage of solute} = \frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$$

$$\text{Solute\%} = \frac{15.3\ \text{g}}{170.3\ \text{g}} \times 100\% = 8.98\ \%$$

$$\text{Mass percentage of solvent \%} = \frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$$

$$\text{Solvent \%} = \frac{155\ \text{g}}{170.3\ \text{g}} \times 100\% = 91.02\ \%$$

Example 4 – 2

A sample of vinegar contains 4% of acetic acid by mass. How many grams of vinegar is required to obtain 20 g of acetic acid ?

عينة من الخل تحتوي على ٤٪ حمض الخليك بالكتلة. كم جرام من الخل مطلوب للحصول على ٢٠ جرام من حمض الأسيتيك ؟

Solution :

$$\text{Mass percentage of solute} = \frac{mass\ of\ solute}{mass\ of\ solution} \times 100\%$$

$$4\% = \frac{20\ \text{g}}{mass\ of\ solution} \times 100\%$$

$$mass\ of\ solution = \frac{2000}{4} = 500\ \text{g of vinegar is necessary}$$

Exercise 4 – 1

A solution is formed by dissolving 48.2 g of sugar in 498 g of water.

What is the mass ratio of sugar and water in the solution ?

يتكون المحلول بإذابة ٤٨,٢ جم من السكر في ٤٩٨ جم من الماء. ما هي نسبة كتلة السكر والماء في المحلول؟

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 48.2\ \text{g}$

Mass of solvent : $m_2 = 498\ \text{g}$

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 48.2 + 498 = 546.2\ \text{g}$

$$\text{Mass percentage of solute} = \frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$$

$$\text{Solute\%} = \frac{48.2\ \text{g}}{546.2\ \text{g}} \times 100\% = 8.82\ \%$$

$$\text{Mass percentage of solvent \%} = \frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$$

$$\text{Solvent \%} = \frac{498\ \text{g}}{546.2\ \text{g}} \times 100\% = 91.17\ \%$$

Exercise 4 – 2

20 g of hydrochloric acid is diluted by 80 g of water. What is the mass ratio of the acid and water in the solution ?

٢٠ جم من حمض الهيدروكلوريك مخفف بـ ٨٠ جم من الماء. ما هي نسبة كتلة الحمض والماء في المحلول؟

Solution :

Mass of solute : m_1 = 20 g

Mass of solvent : m_2 = 80 g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 20 + 80 = 100$ g

$$\text{Mass percentage of solute} = \frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$$

$$\text{Solute\%} = \frac{20\ \text{g}}{100\ \text{g}} \times 100\% = 20\ \%$$

$$\text{Mass percentage of solvent \%} = \frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$$

$$\text{Solvent \%} = \frac{80\ \text{g}}{100\ \text{g}} \times 100\% = 80\ \%$$

4 – 4 – 2 Concentration in volume percentage :

It is ratio of volume of each component of the solution compared to the total volume of the solution multiplied by 100 .

إنها نسبة حجم كل مكون من مكونات المحلول مقارنة بالحجم الكلي للحل مضروبًا في ١٠٠.

$$\text{Percentage of volume for solute} = \frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Solute\%} = \frac{V_{solute}}{V_{solution}(V_T)} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Percentage of volume for solvent} = \frac{Volume\ of\ \text{solvent}\ (V_2)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Solvent \%} = \frac{V_{\text{solvent}}}{V_{solution}(V_T)} \text{ x } 100\%$$

Whereby volume of solute is V_1, volume of solvent is V_2 and volume of solution is V_T, (total volumes of solute and solvent (V_1+V_2). Generally the mathematical formula can be written to express concentration in terms of percentage of volume.

حيث أن حجم المذاب هو V_1 ، فإن حجم المذيب هو V_2 وحجم المحلول V_T ، الحجم الكلي للمذاب والمذيب ، (V_1+V_2)بشكل عام يمكن كتابة الصيغة الرياضية للتعبير عن التركيز من حيث النسبة المئوية الصوت.

$$\text{Percentage of volume for any component} = \frac{volume\ of\ component}{volume\ of\ solution} \times 100\%$$

Units of volume which are commonly used Liter (L) or milliliter (ml) or cubic centimeter (cm^3). Conversions between these units are as follows :

وحدات الحجم التي يشيع استخدامها لتر (لتر) أو مليلتر (مل) أو سم مكعب (سم٣). التحويلات بين هذه الوحدات هي كما يلي :

1L = 1000 ml

1L = 1000 cm^3

1 ml = 1 cm^3

Example 4 – 3

Calculate the percentage of volume for both acetic acid and water in a solution formed by mixing 20 ml of acetic acid and 30 ml of water.

احسب النسبة المئوية للحجم لكل من حمض الأسيتيك والماء في محلول يتكون من خلط ٢٠ مل من حمض الأسيتيك و ٣٠ مل من الماء.

Solution:

Volume of the solute: V_1 = 20 ml

Volume of the solvent: V_2 = 30 ml

Volume of the solution V_T(V_1+V_2) = 20 + 30 = 50 ml

$$\text{Percentage of volume for solute} = \frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)} \times 100\%$$

$$\text{Percentage of volume for solute} = \frac{20}{50} \times 100\% = 40\%$$

Percentage of volume for solvent = $\frac{Volume\ of\ \text{solvent}\ (V_2)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solvent = $\frac{30}{50}$ x 100% = 60%

Example 4 – 4

What is the volume of ethyl alcohol expressed in ml that is required to be added into water so that the total volume of the solution would be 50 ml, and its percentage of volume would be 80% .

ما هو حجم الكحول الإيثيلي المعبر عنه بالملل المطلوب إضافته إلى الماء بحيث يكون الحجم الإجمالي للمحلول ٥٠ مل ، وتكون النسبة المئوية للحجم ٨٠٪.

Solution :

Percentage of volume for any component = $\frac{volume\ of\ component}{volume\ of\ solution}$ x 100%

80% = $\frac{V_1}{50\ ml}$ x 100% = 40 ml of ethyl alcohol is required

Exercise 4 – 3

If 20 ml of sulfuric acid is added to 80 ml of pure water what will be percentage of volume for both sulfuric acid and water ?

إذا تمت إضافة ٢٠ مل من حمض الكبريتيك إلى ٨٠ مل من الماء النقي ، فما النسبة المئوية للحجم لكل من حمض الكبريتيك والماء؟

Solution:

Volume of the solute: V_1 = 20 ml

Volume of the solvent: V_2 = 80 ml

Volume of the solution $V_T(V_1+V_2)$ = 20 + 80 = 100 ml

Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solute = $\frac{20}{100}$ x 100% = 20%

Percentage of volume for solvent = $\frac{Volume\ of\ \text{solvent}\ (V_2)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solvent = $\frac{80}{100}$ x 100% = 80%

4 – 3 – 3 Expressing Concentration by Mass / Volume :

التعبير عن التركيز بالكتلة / الحجم:

Sometimes, concentration is expressed by mass unit of the solute (gram) in a given volume of the solution (liter), the unit for this kind of concentration is (gram/liter) (g/L).

في بعض الأحيان ، يتم التعبير عن التركيز بوحدة كتلة المذاب (جرام) في حجم معين من المحلول (لتر) ، ووحدة هذا النوع من التركيز هي (جرام / لتر) (جم / لتر).

$$\text{Concentration (g/L)} = \frac{Mass\ of\ the\ solute\ (m)}{Volume\ of\ the\ solution\ (V)}$$

It is worth noting this expression of concentration itself is the definition of density which is the unit for volume mass. If density is symbolized by the Latin character (ρ), Mass (m) and Volume (V), therefore, density is expressed by the following relation :

وتجدر الإشارة إلى أن هذا التعبير عن التركيز بحد ذاته هو تعريف الكثافة وهي وحدة حجم الكتلة. إذا تم ترميز الكثافة بالحرف اللاتيني (P) والكتلة (م) والحجم (V) ، فيتم التعبير عن الكثافة بالعلاقة التالية :

$$\text{Density (g/L)} = \frac{Mass\ (g)}{Volume\ (L)} \Rightarrow \rho\ \text{(g/L)} = \frac{m\ (g)}{V\ (L)}$$

Other units can be used for volume like (ml) or (cm^3).

يمكن استخدام وحدات أخرى للحجم مثل (مل) أو (سم ٣).

Example 4 – 5

5 grams of copper sulfate are dissolved in 0.5 L of distilled water. Calculate the concentration of solute in the solution with g/L unit.

يتم إذابة ٥ جرام من كبريتات النحاس في ٠,٥ لتر من الماء المقطر. احسب تركيز المذاب في المحلول بوحدة جرام / لتر.

Solution:

$$\text{Concentration (g/L)} = \frac{Mass\ of\ the\ solute\ (m)}{Volume\ of\ the\ solution\ (V)} = \frac{5\ \text{g}}{0.5\ \text{L}} = 10\ \text{g/L}$$

Example 4 – 6

Calculate the mass percentage of methyl alcohol in a solution containing 27.5 g of methyl alcohol and 175 ml of water and assume that density of water is 1.00 g/ml

احسب النسبة المئوية الكتلية لكحول الميثيل في محلول يحتوي على ٢٧,٥ جم من كحول الميثيل و ١٧٥ مل من الماء وافترض أن كثافة الماء تساوي ١,٠٠ جم / مل

Solution :

$$\text{Density (g/ml)} = \frac{Mass\ (g)}{Volume\ (ml)}$$

$$Mass\ (g) = \rho\ \text{(g/ml)} \times Volume\ (ml)$$

$$Mass\ (g) = 1\ \text{(g/ml)} \times 175\ (ml) = 175\ \text{g}$$

Mass of methyl alcohol : $m_1 = 27.5$ g

Mass of water : $m_2 = 175$ g

Mass of solution : $m_T = m_1 + m_2 = 27.5\ \text{g} + 175\ \text{g} = 202.5\ \text{g}$

$$\text{Mass percentage of methyl alcohol} = \frac{m_1}{m_T} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Mass percentage of methyl alcohol} = \frac{27.5\ g}{202.5\ g} \text{ x } 100\% = 13.6\%$$

Exercise 4 – 4

What should be mass of sodium hydroxide dissolved in 1L of pure water in order to obtain a solution with 0.5 g/L concentration ?

ما كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في ١ لتر من الماء النقي للحصول على محلول بتركيز ٠,٥ جم / لتر؟

Solution:

$$\text{Concentration (g/L)} = \frac{Mass\ of\ the\ solute\ (m)}{Volume\ of\ the\ solution\ (V)}$$

$$0.5\ \text{g/L} = \frac{m_{NaOH}}{1\ \text{L}}$$

$$m_{(NaOH)} = 0.5 \times 1 = 0.5\ \text{g}$$

Exercise 4 – 5

KCl is 5.80 % by mass in a solution. Calculate mass of KCl in 0.337 L of the solution. (Suppose that density of the solution is 1.05 g/ml)

٥.٨٠ ٪KCl بالكتلة في محلول. احسب كتلة KCl في ٠,٣٣٧ لتر من المحلول. (افترض أن كثافة المحلول ١,٠٥ جم / مل.)

Solution :

Density (g/ml) = 1.05 g/ml

$Volume\ of\ solution$ = 0.337 L

Mass percentage of solute = 5.80 %

$Volume\ of\ solution\ (ml)$ = 0.337 × 1000 = 337 ml

$$\text{Density (g/ml)} = \frac{Mass\ of\ solution\ (g)}{Volume\ of\ solution\ (ml)}$$

$$Mass\ (g) = \rho\ \text{(g/ml)} \times Volume\ (ml)$$

$$Mass\ of\ solution\ (g) = 1.05\ \text{(g/ml)} \times 337\ (ml) = 353.85\ \text{g}$$

$$\text{Mass percentage of solute} = \frac{mass\ of\ solute}{mass\ of\ solution} \times 100\%$$

$$5.80\ \% = \frac{mass\ of\ KCl}{353.85} \times 100\%$$

$$mass\ of\ KCl = \frac{5.80 \times 353.85}{100} = 20.52\ \text{g}$$

CHAPTER QUESTIONS 4

Q1) Describe the following :

Solutions : It is a homogeneous mixtures composed of two or more pure substance having no chemical reaction between them, the substance with majority in the solution is called the (solvent) and the material with less existence in the solution is called the (solute).

Saturated solution : is the solution which contains a greater amount of the solute and the solvent can dissolve no more of solute at the given temperature and pressure.

Solubility : is the maximum amount of a solute which can be dissolved in a given amount of a specific solvent to result in a saturated solution at a given temperature.

Electrolytic solution : are the solutions that ionize in solvents into anion and cation, Its divided into a strongly and weak ionized .

Concentrated solutions : It solutions which large amount of the solute .

Concentration by mass percentage : It is ratio of mass of each component of the solution compared to the total mass of the solution multiplied by 100 .

Concentration in volume percentage : It is ratio of volume of each component of the solution compared to the total volume of the solution multiplied by 100.

Q2) 1-Which answer is true example for solid solution ?

a) Juice

b) Coin

c) Salt solution

2 – What is the definition of weak electrolyte solution ?

a) if solute ionize completely in solvent

b) if solute not completely ionize in solvent

c)if solute fast ionize in solvent

3 – The solubility of the sugar in hot water is faster than cold water. What is the main reason of this ?

a) The energy of water molecule reduces under high temperature.

b) The energy of water molecule increases under high temperature

c) The energy of sugar molecule increases under high temperature

4 – How can we convert concentrated solution to dilute solution ?

a) by the help of increasing concentration of solute

b) heating solution

c) by the help of adding much more solvent to solution

Q3) Compare the following terms :

a) Dilute and concentrated solution :

Concentrated solution	Dilute solution
It solutions which large amount of the solute .	It solutions which relatively small amount of solute .

b) Weak electrolytic and strongly electrolytic solution :

Strongly electrolytic solution	Weak electrolytic solution
are solutions whose molecules are completaly ionized .	are solutions whose molecules are partially, moderately or slightly ionized .

c) Super saturated and unsaturated solution :

Super saturated solution	Unsaturated solution
Super saturated solution : is the solution which anmount of the solute is greater in any solution that the solvent is able to dissolve it under normal conditions .	unsaturated solution : is the solution which contains less amount of the solute that is required for saturation at a particular temperature and pressure.

Q4) There is 19 g dissolved solute in 158 g solvent, find mass percentage of the solution.

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 19$ g

Mass of solvent : $m_2 = 158$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 19 + 158 = 177$ g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{19\ g}{177\ g} \times 100\% = 10.73\ \%$

Q5) 5 g of copper sulfate is dissolved in 20 g of pure water, calculate mass percentage of solute and solvent.

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 5$ g

Mass of solvent : $m_2 = 20$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 5 + 20 = 25$ g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{5\ g}{25\ g} \times 100\% = 20\ \%$

Mass percentage of solvent % = $\frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

Solvent % = $\frac{20\ g}{25\ g} \times 100\% = 80\ \%$

Q6) How many liters of water is needed to add 10 g of potassium hydroxide to obtain a solution with 2.5 g/L concentration ?

Solution:

Concentration (g/L) = $\frac{Mass\ of\ the\ solute\ (m)}{Volume\ of\ the\ solution\ (L)}$

2.5 (g/L) = $\frac{10\ g}{Volume\ of\ the\ solution\ (L)}$

Volume of the solution = $\frac{10\ g}{2.5\ (g/L)} = 4$ Liters

Q7) If 25 ml HCl and 75 ml water are mixed, what will be percentage of acid and water by volume in the solution ?

Solution:

Volume of the solute: $V_1 = 25$ ml

Volume of the solvent: $V_2 = 75$ ml

Volume of the solution $V_T(V_1+V_2) = 25 + 75 = 100$ ml

Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solute = $\frac{25}{100}$ x 100% = 25 %

Percentage of volume for solvent = $\frac{Volume\ of\ \text{solvent}\ (V_2)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solvent = $\frac{75}{100}$ x 100% = 75 %

Q8) Calculate the mass percentage of NaCl in the solution, if 15.3 g NaCl and 155.09 g water are mixed.

Solution :

Mass of solute : m_1 = 15.3 g

Mass of solvent : m_2 =155.09 g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2$ = 15.3 +155.09 =170.39 g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{15.3\ g}{170.39\ g} \times 100\% = 8.98\ \%$

Q9) A solution is prepared by dissolving 27.5 g of methyl alcohol in 175 ml water. Calculate the concentration of the solution in g/L.

Solution:

Volume of water = $\frac{175\ (mL)}{1000}$ = 0.175 L

Concentration (g/L) = $\frac{Mass\ of\ the\ solute\ (m)}{Volume\ of\ the\ solution\ (V)} = \frac{27.5\ g}{0.175\ L}$ = 157.14 g/L

Q10) A sample of water is taken from The Habbaniyah Lake. Assume that It contains 8.5 % carbon dioxide. What is the mass of carbon dioxide in 28.6 liters of the Lake water? (Density of the Lake water is 1.03 g/ml.)

Solution :

Volume of the Lake water = 28.6 (L) × 1000 = 28600 ml

Density of the Lake water = $\frac{Mass\ of\ the\ Lake\ water\ \ (m)}{Volume\ of\ the\ Lake\ water\ \ (V)}$

1.03 (g/ml) = $\frac{Mass\ of\ the\ Lake\ water\ \ (m)}{28600\ (ml)}$

Mass of the Lake water = 1.03 × 28600 = 29458 g

Mass percentage of carbon dioxide = $\frac{mass\ of\ carbon\ dioxide}{mass\ of\ the\ Lake\ water} \times 100\%$

8.5 % = $\frac{mass\ of\ carbon\ dioxide}{29458} \times 100\%$

$mass\ of\ carbon\ dioxide\ = \frac{250.393}{100}$ = 2503.93 g

Q11) Mass percentage of sugar is 11.5% in juice also juice contain 85.2 g sugar, what is the volume of Juice?($\rho_{solution}$ = 1 g/ml)

Solution :

Mass percentage of sugar = 11.5%

Mass of sugar = 85.2 g

Mass percentage of sugar = $\frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

11.5% = $\frac{85.2\ g}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

Mass of solution = $\frac{85.2 \times 100}{11.5}$ = 740.86 g

Density of solution = $\frac{Mass\ of\ solution\ (m)}{Volume\ of\ solution\ (V)}$

1 (g/ml) = $\frac{740.86\ g}{Volume\ of\ solution\ (V)}$

$Volume\ of\ Juice$ (ml) = $\frac{740.86\ g}{1\ (g/ml)}$ = 740.86 ml

Q12) What are the factors that effected on solubility ?

1. The nature of the solute and the solvent .

2. Temperature .

3. Pressure.

Q13) Calculate the mass percentage concentration of the following solutions :

a) 10.2 g NaCl in 155 g of water

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 10.2$ g

Mass of solvent : $m_2 = 155$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 10.2 + 155 = 165.2$ g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{10.2\ g}{165.2\ g} \times 100\% = 6.17\ \%$

Mass percentage of solvent % = $\frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

Solvent % = $\frac{155\ g}{165.2\ g} \times 100\% = 93.82\ \%$

b) 48.2 g sucrose in 498 g of water

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 48.2$ g

Mass of solvent : $m_2 = 498$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 48.2 + 498 = 546.2$ g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{48.2\ g}{546.2\ g} \times 100\% = 8.82\ \%$

Mass percentage of solvent % = $\frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

Solvent % = $\frac{498\ g}{546.2\ g} \times 100\% = 91.17\ \%$

c) 0.245 g acetic acid in 4.91 g of water

Solution :

Mass of solute : $m_1 = 0.245$ g

Mass of solvent : $m_2 = 4.91$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 0.245 + 4.91 = 5.155$ g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute% = $\frac{0.245\ g}{5.155\ g} \times 100\% = 4.75\ \%$

Mass percentage of solvent % = $\frac{m_2}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\%$

Solvent % = $\frac{4.91\ g}{5.155\ g} \times 100\% = 95.24\ \%$

Q14) Find mass percentage of sugar which contains 309 grams water and 45 grams sugar.

Solution :

Mass of sugar : $m_1 = 45$ g

Mass of water : $m_2 = 309$ g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2 = 45 + 309 = 354$ g

Mass percentage of sugar = $\frac{mass\ of\ sugar\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Sugar % = $\frac{45\ g}{354\ g} \times 100\% = 12.71\ \%$

Q15) The mass percentage of NaCl in ocean water is 3.5 %. How many grams of NaCl can be obtained from 274 grams of ocean water ?

Solution :

Mass percentage of NaCl = 3.5 %

Mass of ocean water = 274 g

$$\text{Mass percentage of NaCl} = \frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$$

$$3.5\ \% = \frac{\text{Mass of NaCl}}{274} \times 100\ \%$$

$$\text{Mass of NaCl} = \frac{3.5 \times 274}{100} = 9.59\ \text{g}$$

Q16) Find the volume of alcohol in millilitters present in the following solution:

1. 480 ml of a solution containing 3.7 % volumetric percentage of the alcohol

Solution :

Volumetric percentage of alcohol = 3.7 %

Volume of solution = 480 ml

$$\text{Volumetric percentage of alcohol} = \frac{Volume\ of\ solute}{Volume\ of\ solution} \times 100\ \%$$

$$3.7\ \% = \frac{Volume\ of\ alcohol}{480} \times 100\ \%$$

$$\text{Volume of alcohol} = \frac{3.7 \times 480}{100} = 17.76\ \text{ml}$$

2. 103 ml of a solution containing 10.2 % volumetric precentage of the alcohol

Solution :

Volumetric percentage of alcohol = 10.2 %

Volume of solution = 103 ml

$$\text{Volumetric percentage of alcohol} = \frac{Volume\ of\ solute}{Volume\ of\ solution} \times 100\ \%$$

$$10.2\ \% = \frac{Volume\ of\ alcohol}{103} \times 100\ \%$$

$$\text{Volume of alcohol} = \frac{10.2 \times 103}{100} = 10.5\ \text{ml}$$

3. 0.3 L of a solution containing 14.3 % volumetric percentage of the alcohol.

Solution :

Volume of solution = 0.3 L

Volume of solution = 0.3 × 1000 = 300 ml

Volumetric percentage of alcohol = 14.3 %

$$\text{Volumetric percentage of alcohol} = \frac{Volume\ of\ solute}{Volume\ of\ solution} \times 100\ \%$$

$$14.3\ \% = \frac{Volume\ of\ alcohol}{300} \times 100\ \%$$

$$\text{Volume of alcohol} = \frac{14.3 \times 300}{100} = 42.9\ \text{ml}$$

Q17) How many grams of KCl is present in each of the following solutions ?

a) 19.7 g solution consists of 1.08 % solute by mass.

Solution :

Mass percentage of KCl = 1.08 %

Mass of solution = 19.7 g

$$\text{Mass percentage of KCl} = \frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$$

$$1.08\ \% = \frac{\text{Mass of KCl}}{19.7} \times 100\ \%$$

$$\text{Mass of KCl} = \frac{1.08 \times 19.7}{100} = 0.21\ \text{g}$$

b) 23.2 kg solution consists of 18.7 % solute by mass

Solution :

Mass percentage of KCl = 18.7 %

Mass of solution = 23.2 kg

Mass of solution = 23.2 × 1000 = 23200 g

$$\text{Mass percentage of KCl} = \frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$$

$$18.7\ \% = \frac{\text{Mass of KCl}}{23200} \times 100\ \%$$

$$\text{Mass of KCl} = \frac{18.7 \times 23200}{100} = 4338.4\ \text{g}$$

c) 38 mg solution consists of 12 % solute by mass.

Solution :

Mass percentage of KCl = 12 %

Mass of solution = 38 mg

Mass of solution = $\frac{38\ mg}{1000}$ = 0.038 g

Mass percentage of KCl = $\frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$

12 % = $\frac{\text{Mass of KCl}}{0.038} \times 100\ \%$

Mass of KCl = $\frac{12 \times 0.038}{100}$ = 0.00456 g

Q18) Fill in the blanks :

substance	mass of solute	mass of solvent	mass of solution	Percentage mass of solute
A	15.5 g	238.1 g	253.6 g	6.11 %
B	22.8 g	167.2 g	190	12 %
C	28.8 g	183.3 g	212.1 g	13.57 %
D	31.52 g	174.49 g	206.01 g	15.3 %

A) Solution:

Mass of solute : m_1 = 15.5 g

Mass of solvent : m_2 = 238.1 g

Mass of solution = m_T

$m_T = m_1 + m_2$ = 15.5 + 238.1 = 253.6 g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute % = $\frac{15.5\ g}{253.6\ g} \times 100\% = 6.11\ \%$

B) Solution:

Mass percentage of solute = 12 %

Mass of solute = 22.8 g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$

12 % = $\frac{22.8\ g}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$

Mass of solution = $\frac{22.8 \times 100}{12} = 190\ g$

Mass of solute : $m_1 = 22.8\ g$

Mass of solvent : $m_2 = ?\ g$

Mass of solution = $m_T = 190\ g$

$m_T = m_1 + m_2$

$m_2 = m_T - m_1 = 190 - 22.8 = 167.2\ g$

C) Solution :

Mass of solute : $m_1 = ?\ g$

Mass of solvent : $m_2 = 183.3\ g$

Mass of solution = $m_T = 212.1\ g$

$m_T = m_1 + m_2$

$m_1 = m_T - m_2 = 212.1 - 183.3 = 28.8\ g$

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute\ (m_1)}{mass\ of\ solution\ (m_1 + m_2)} \times 100\%$

Solute % = $\frac{28.8\ g}{212.1\ g} \times 100\% = 13.57\ \%$

D) Solution :

Mass percentage of solute = 15.3 %

Mass of solute = 31.52 g

Mass percentage of solute = $\frac{mass\ of\ solute}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$

$$15.3\ \% = \frac{31.52\ g}{mass_{solution}\ (m_T)} \times 100\ \%$$

Mass of solution = $\frac{31.52 \times 100}{15.3}$ = 206.01 g

Mass of solute : m_1 = 31.52 g

Mass of solvent : m_2 = ? g

Mass of solution = m_T = 206.01 g

$m_T = m_1 + m_2$

$m_2 = m_T - m_1$ = 206.01 – 31.52 = 174.49 g

Q19) Fill in the blanks :

substance	vol.of solute	vol. of solvent	vol. of solution	Percentage vol. for solute
A	2.55 ml	25.0 ml	27.55 ml	9.25 %
B	4.58 ml	115.94	120.52	3.8 %
C	1.38 ml	25.82	27.2 ml	5.07 %
D	23.7 ml	384.92	408.62	5.8 %

A) Solution:

Volume of the solute: V_1 = 2.55 ml

Volume of the solvent: V_2 = 25.0 ml

Volume of the solution $V_T(V_1+V_2)$ = 2.55 + 25.0 = 27.55 ml

Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solute = $\frac{2.55}{27.55}$ x 100% = 9.25 %

B) Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)}$ x 100%

$$3.8\ \% = \frac{4.58}{Volume\ of\ solution\ (V_1+V_2)} \times 100\%$$

$Volume\ of\ solution\ (V_1 + V_2) = \frac{458}{3.8} = 120.52$ ml

$V_T = V_1 + V_2$, $120.52 = 4.58 + V_2$

$V_2 = 120.52 - 4.58 = 115.94$ ml

C) $V_T = V_1 + V_2$, $27.2 = 1.38 + V_2$

$V_2 = 27.2 - 1.38 = 25.82$ ml

Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1 + V_2)}$ x 100%

Percentage of volume for solute = $\frac{1.38}{27.2}$ x 100% = 5.07 %

D) Percentage of volume for solute = $\frac{Volume\ of\ solute\ (V_1)}{Volume\ of\ solution\ (V_1 + V_2)}$ x 100%

5.8 % = $\frac{23.7}{Volume\ of\ solution\ (V_1 + V_2)} \times 100\%$

$Volume\ of\ solution\ (V_1 + V_2) = \frac{2370}{5.8} = 408.62$ ml

$V_T = V_1 + V_2$, $408.62 = 23.7 + V_2$

$V_2 = 408.62 - 23.7 = 384.92$ ml

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER FIVE

GROUP IVA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

CHAPTER FIVE

GROUP IVA

5 – 1 GROUPIVA ELEMENTS

عناصر المجموعة IVA

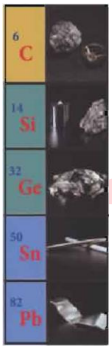
Group IVA consists of the following elements: Carbon (C), Silicon (Si), Germanium (Ge), Tin (Sn) and Lead (Pb). The following table shows the location of group IVA in the periodic table.

تتكون المجموعة IVA من العناصر التالية: الكربون (C) والسيليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) والقصدير (Sn) والرصاص (Pb). يوضح الجدول التالي موقع المجموعة IVA في الجدول الدوري

1 IA																	18 VIIIA
1 H	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	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 La	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 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						

5 – 2 GENERAL CHARACTERISTICS OF GROUP IVA

الخصائص العامة لمجموعةIVA



The members of this group show a clear tendency to transfer from the nonferrous to metal characteristics as we go higher to lower in the group, as the atomic number increases.

أظهر أعضاء هذه المجموعة ميلًا واضحًا للتحول من الخصائص غير الحديدية إلى الخصائص المعدنية كلما نرتقي من الأعلى إلى الأقل في المجموعة ، مع زيادة العدد الذري.

- Carbon is nonferrous . الكربون غير حديدية
- Silicon and germanium are metalloid السيليكون والجرمانيوم شبه فلز
- Tin and lead are pure metals. القصدير والرصاص معادن نقية

The physical characteristics of tin and lead:

الخصائص الفيزيائية للقصدير والرصاص:

1. High density . كثافة عالية
2. Conductor for thermal and electrical . موصل للحرارية والكهربائية
3. Bright color and high malleable and ductile prone.

ساطع اللون وعالية المرونة وقابلة للمعان.

The melting and boiling points of group IV elements also decrease as we go from the top to bottom.

تنخفض أيضًا نقاط الانصهار والغليان لعناصر المجموعة IV مع انتقالنا من الأعلى إلى الأسفل.

Silicon and carbon compounds are actually covalent compounds of tetra-oxidation. مركبات السيليكون والكربون هي في الواقع مركبات تساهمية من الأكسدة الرباعية

Explain / The elements of this group tend to combine four electrons via making covalent bonds to reach the tetra-oxidation case (+4).

علل / تميل عناصر هذه المجموعة إلى الجمع بين أربعة إلكترونات عن طريق تكوين روابط تساهمية للوصول إلى حالة الأكسدة الرباعية.(+4)

Answer / The elements of this group are have four valence electrons in their outer shells, due to the dificulty of gaining or losing four electrons, they need to combine four electrons to reach the stable electron configuration.

الإجابة / تحتوي عناصر هذه المجموعة على أربعة إلكترونات تكافؤ في غلافها الخارجي ، نظرًا لصعوبة اكتساب أو فقدان أربعة إلكترونات ، فإنها تحتاج إلى دمج أربعة إلكترونات للوصول إلى التكوين المستقر للإلكترون.

Germanium, tin and lead, on the other hand, combine to make ionic and covalent compounds.

من ناحية أخرى ، يتحد الجرمانيوم والقصدير والرصاص لإنتاج مركبات أيونية وتساهمية.

In the ionic compounds, only two electrons are lost to make Ge^{+2}, Sn^{+2} and Pb^{+2} .

في المركبات الأيونية ، يتم فقد إلكترونين فقط لتكوين Ge^{+2} و Sn^{+2} و Pb^{+2}.

The elements of the fourth group have common oxidation +4 , +2 .

عناصر المجموعة الرابعة لها أكسدة مشتركة +٤ ، +٢.

The elements of this group whether metalloid or nonmetals, have low level of activity. They react with the nonmetals such as oxygen but they need heat to do so.

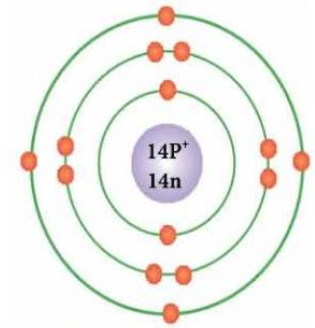
عناصر هذه المجموعة سواء كانت فلزية أو غير فلزية ، لها مستوى منخفض من النشاط. تتفاعل مع اللافلزات مثل الأكسجين ولكنها تحتاج إلى حرارة للقيام بذلك.

5 – 3 SILICON السيليكون

Explain / Silicon combines with its four electrons to form compounds, most of which are covalent silicon compounds, Answer / due Silicon has four electrons in its outer shell, it is so difficult for an element to gain or lose four electrons.

يتحد السيليكون مع إلكتروناته الأربعة لتكوين مركبات ، معظمها عبارة عن مركبات سيليكون تساهمية ، نظرًا لأن السيليكون يحتوي على أربعة إلكترونات في غلافه الخارجي ، فمن الصعب جدًا على عنصر أن يكتسب أو يفقد أربعة إلكترونات.

Shell symbol	Shell number(n)	Electron number
K	1	2
L	2	8
M	3	4



Electron configuration of silicon atom.
Chemical symbol: Si
Atomic number : 14
Mass number : 28

5 – 3 – 1 Occurrence in Nature : وجوده في الطبيعة

Silicon is the most abundant element in the earth's crust after oxygen. It constitutes more than one quarter of the earth's crust, approximately 28% . It does not occur as a pure free element in nature. It is most widely distributed in rocks as silicon dioxide (SiO_2). It is in the form of quartz and sand.

السيليكون هو العنصر الأكثر وفرة في قشرة الأرض بعد الأكسجين. يشكل أكثر من ربع القشرة الأرضية ، حوالي ٢٨٪. لا يحدث كعنصر حر خالص في الطبيعة. يتم توزيعه على نطاق واسع في الصخور مثل ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2). إنه على شكل كوارتز ورمل.

Types of silicon
A) crystallized
B) non-crystallized

Silicon has two main forms :

يتكون السيليكون من شكلين رئيسيين:

- The first form of silicon is crystallized of dark brown color. يتبلور الشكل الأول من السيليكون بلون بني غامق.
- The second form is non-crystallized of dark gray color. الشكل الثاني غير متبلور من اللون الرمادي الداكن

The crystallized form is less active than the noncrystallized one. Both forms have a formula similar to diamonds.

يكون الشكل المتبلور أقل نشاطًا من النموذج غير المتبلور. كلا الشكلين لهما شكل يشبه الماس.

5 – 3 – 2 Preparation of silicon تحضير السيليكون

A – Preparation In Laboratory : التحضير في المختبر

Non-crystallized silicon can be produced by heating potassium element in silicon tetra fluoride (SiF_4) according to the following equation :

يمكن إنتاج السيليكون غير المتبلور عن طريق تسخين عنصر البوتاسيوم في رباعي فلوريد السيليكون (SiF_4) وفقًا للمعادلة التالية :

$$SiF_4 + 4K \xrightarrow{\Delta} Si + 4KF$$

silicon tetra fluoride — potassium — silicon — potassium fluoride

The crystallized silicon can be obtained by melting silicon in aluminum then cooling the solution. Finally, silicon crystals can be separated from the solution.

يمكن الحصول على السيليكون المتبلور عن طريق صهر السيليكون في الألومنيوم ثم تبريد المحلول. أخيرًا ، يمكن فصل بلورات السيليكون عن المحلول.

B – Industrial Preparation: التحضير الصناعي

Silicon (Si) can be prepared industrially by reducing silica (SiO_2) using high temperature and carbon or magnesium as a reducing element, as in the following equation :

يمكن تحضير السيليكون (Si) صناعيًا عن طريق تقليل السيليكا (SiO_2) باستخدام درجة حرارة عالية والكربون أو المغنيسيوم كعنصر اختزال ، كما في المعادلة التالية:

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{\Delta} 2CO\uparrow + Si$$

5 – 3 – 3 Properties of Silicon : خصائص السيليكون

A – Physical Properties : الخصائص الفيزيائية

- Silicon is a metalloid. السيليكون هو شبه فلز
- It is a very rigid element, with a high melting point of approximately (1410 °C).
إنه عنصر صلب للغاية ، مع نقطة انصهار عالية تقارب (١٤١٠ درجة مئوية).
- It has a gray color and a metallic luster. لونها رمادي وبريق معدني

Explain / Silicon is used in manufacturing of electrical devices and applications and also in computer industry.
علل / يستخدم السيليكون في تصنيع الأجهزة والتطبيقات الكهربائية وأيضًا في صناعة الكمبيوتر.

Answer / Because its a semi conductor of electricity
الجواب / لانه شبه موصل للكهرباء

In addition, it is used in manufacturing solar cells which convert the solar energy into electricity.
بالإضافة إلى ذلك ، يتم استخدامه في تصنيع الخلايا الشمسية التي تحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء.

B – Chemical Properties : الخواص الكيميائية

Silicon does not react with most acids. It melts in aqueous solution of bases according to the following reaction :
لا يتفاعل السيليكون مع معظم الأحماض. يذوب في محلول مائي من القواعد حسب التفاعل التالي :

$$Si + 2NaOH + H_2O \longrightarrow Na_2SiO_3 + 2H_2$$

Silicon — Sodium hydroxide — Water — Sodium silicate — Hydrogen gas

Silicon is very reactive with chlorine as in the following equation :
يتفاعل السيليكون بشدة مع الكلور كما في المعادلة التالية :

$$Si + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4$$

Silicon Chlorine gas

Silicon at high temperature

Silicon is not prone to react with air at room temperatures. lt reacts at (950°C).

السيليكون ليس عرضة للتفاعل مع الهواء في درجات حرارة الغرفة. يتفاعل عند (٩٥٠ درجة مئوية).

Silicon and its natural compounds (silica and silicate) are not poisonous.

السيليكون ومركباته الطبيعية (السيليكا والسيليكات) ليست سامة.

5 – 3 – 4 Uses of Silicon : استخدامات السيليكون

Silicon has a wide variety of uses. It is used in :

يحتوي السيليكون على مجموعة متنوعة من الاستخدامات. يتم استخدامه في:

Use of silicon in integrated circuit industry

1. Electronics industry, electrical appliances and in manufacturing solar cells.
   صناعة الإلكترونيات والأجهزة الكهربائية وصناعة الخلايا الشمسية
2. Metal bars used in different industries.
   القضبان المعدنية المستخدمة في الصناعات المختلفة
3. Glass, cement and ceramics industries.
   صناعات الزجاج والاسمنت والسيراميك
4. Organic silicon materials which are very important commercially in the production of oils and plastics.
   مواد السليكون العضوي والتي لها أهمية تجارية كبيرة في إنتاج الزيوت والبلاستيك.

5 – 3 – 5 Silicon Compounds :

Silicon forms a great number of compounds such as :

A – Silicon compounds with hydrogen (silicon hydrates). (Silane) These compounds consist of silicon and hydrogen. SiH_4 is an example of such compounds. It is prepared by the reaction of magnesium silicide Mg_2Si with the acids such as hydrochloride as in the following equation:

(سيلان) تتكون هذه المركبات من السيليكون والهيدروجين. SiH_4 مثال على هذه المركبات. يتم تحضيره عن طريق تفاعل المغنيسيوم سيليسيد Mg_2Si مع الأحماض مثل هيدروكلوريد كما في المعادلة التالية:

$$Mg_2Si + 4HCl \longrightarrow SiH_4 + 2MgCl_2$$

magnesium silicide + hydrochloride acid → Silane + magnesium chloride

Hydrates are so active compounds. For example silicon (IV) hydride burns spontaneously in atmosphere and forms silicon dioxide and water as in the following reaction :

الهيدرات مركبات نشطة للغاية. على سبيل المثال ، يحترق هيدريد السيليكون (IV) تلقائيًا في الغلاف الجوي ويشكل ثاني أكسيد السيليكون والماء كما في التفاعل التالي:

$$SiH_4 + 2O_2 \longrightarrow SiO_2 + 2H_2O$$

Silane Oxygen Silicon dioxide Water

B – Silicon Compounds with Oxygen

مركبات السيليكون بالأكسجين

A sample of pure silicon

Silicon dioxide (Silica) SiO_2

It occurs in nature as pure silica such as quartz and flints. They are highly solid substances and are used in cutting glass and scratching steel.

يوجد في الطبيعة مثل السيليكا النقية مثل الكوارتز والصوان. وهي مواد شديدة الصلابة وتستخدم في تقطيع الزجاج وخدش الفولاذ.

Silica

The other form of silicon dioxide (Silica) (SiO_2) is the impure silica such as sand and clay . It contains different quantities of impurities which give it a wide range of different colors.

الشكل الآخر لثاني أكسيد السيليكون (السيليكا) (SiO_2) هو السيليكا غير النقية مثل الرمل والطين. يحتوي على كميات مختلفة من الشوائب مما يعطيها مجموعة كبيرة من الألوان المختلفة.

The most important properties of silica are :

أهم خصائص السيليكا هي :

a- It is not reactive when reacts with chlorine, bromine, hydrogen or most of the acids.

أ- لا يتفاعل عند تفاعله مع الكلور أو البروم أو الهيدروجين أو معظم الأحماض.

b- It reacts with hydrofluoric acid and bases .

ب- يتفاعل مع حمض الهيدروفلوريك والقواعد .

c- It reacts with oxides or metal carbonates by high heating. The resultant compounds are known as (silicates).

ج- يتفاعل مع الأكاسيد أو الكربونات المعدنية بالتسخين العالي. تُعرف المركبات الناتجة باسم (السيليكات).

Silicates : The resultant compounds from react silica with oxides or metal carbonates by high heating .

السيليكات: المركبات الناتجة من تفاعل السيليكا مع الأكاسيد أو الكربونات المعدنية عن طريق التسخين العالي.

Silica gel as a desiccant factor

d- Explain / Silica gel is mainly used as a drier

د- علل / يستخدم هلام السيليكا بشكل أساسي كمجفف

Answer / Due to its large surface and great ability to absorb water.

الإجابة / بسبب سطحها الكبير وقدرتها الكبيرة على امتصاص الماء.

2 – Silicates

سيليكات

Silicate occurs so widely in nature.

توجد السيليكات على نطاق واسع في الطبيعة

Among other types of silicates, sodium silicate is the most widely used. It is soluble in water and its concentrated aqueous solution is called "water glass or liquid glass" It is commonly used in various industrial fields such as :

من بين الأنواع الأخرى من السيليكات ، فإن سيليكات الصوديوم هي الأكثر استخدامًا. قابل للذوبان في الماء والمحلول المائي المركز يسمى "زجاج الماء" أو "الزجاج السائل" ويستخدم بشكل شائع في مختلف المجالات الصناعية مثل:

- ❖ providing passive fire protection for textiles and papers.

توفير الحماية السلبية من الحرائق للمنسوجات والأوراق.

- ❖ It is also used as a cheap adhesive.

كما أنها تستخدم كمادة لاصقة رخيصة

- ❖ Cement can be strengthened by mixıng it with sodium silicate in order too be used in buildings.

يمكن تقوية الأسمنت بخلطه مع سيليكات الصوديوم حتى يتم استخدامه أيضًا في المباني.

C – Silicones :

Silicones : are organic compounds of silicon. They aren't poisonous and are very stable along a very wide range of temperature variation.

السيليكونات: مركبات عضوية من السيليكون. إنها ليست سامة ومستقرة جدًا على طول نطاق واسع جدًا من التباين في درجات الحرارة.

- Silicon oils are the most important of these compounds. They make the surfaces anti moisture and are used to cover the roofs of buildings.

تعتبر زيوت السيليكون من أهم هذه المركبات. تجعل الأسطح مقاومة للرطوبة وتستخدم لتغطية أسطح المباني.

- Silicone rubber, maintains flexibility at a wide range of temperature variation.

مطاط السيليكون ، يحافظ على المرونة في نطاق واسع من اختلاف درجات الحرارة.

- It is used in manufacturing of molds and as a sealing substance in baths and kitchens.

يتم استخدامه في تصنيع القوالب كمادة مانعة للتسرب في الحمامات والمطابخ.

- Silicone resin is used in electrical insulation and in making construction materials water proof, too.

يستخدم راتنج السيليكون في العزل الكهربائي وفي صنع مواد البناء مقاومة للماء أيضًا.

CHAPTER QUESTIONS 5

Q1) Write the following reaction equation

1) Magnesium and silicon dioxide

$$2Mg + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} 2MgO + Si$$

Magnesium — Silicon dioxide — Magnesium oxide — Silicon

2) Magnesium silicide and hydrochloric acid

$$Mg_2Si + 4HCl \longrightarrow SiH_4 + 2MgCl_2$$

Magnesium silicide — Hydrochloride acid — Silane — Magnesium chloride

3) Silicon dioxide and carbon

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{\Delta} 2CO\uparrow + Si$$

Silicon dioxide — Carbon — Carbon monoxide — Silicon

Q2) Write electron configuration of following elements and ions :
Si and Si^{4+}

Si : $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^2$

Si^{4+} : $1S^2\ 2S^2\ 2P^6$

Q3) Where are silicon and its compound used ? Write them

1. Electronics industry, electrical appliances and in manufacturing solar cells.
2. Metal bars used in different industries.
3. Glass, cement and ceramics industries.
4. Organic silicon materials which are very important commercially in the production of oils and plastics.

Q4) Explain with writing chemical equation how to prepare silicon?

Preparation of silicon

A – Preparation In Laboratory :

Non-crystallized silicon can be produced by heating potassium element in silicon tetra fluoride (SiF_4) according to the following equation :

$$\underset{\text{Silicon tetra fluoride}}{SiF_4} + \underset{\text{Potassium}}{4K} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Silicon}}{Si} + \underset{\text{Potassium fluoride}}{4KF}$$

The crystallized silicon can be obtained by melting silicon in aluminum then cooling the solution. Finally, silicon crystals can be separated from the solution.

B – Industrial Preparation:

Silicon (Si) can be prepared industrially by reducing silica (SiO_2) using high temperature and carbon or magnesium as a reducing element, as in the following equation :

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{\Delta} 2CO\uparrow + Si$$

Q5) Complete the following :

1- There are two types of silicon dioxide silica in nature, first one pure as quartz, and flints and non-pure type such as sand, and clay
2- It can be prepare Silicates from extreme heating silica with metal carbonate or metal oxide.
3- The elements of the fourth group have common oxidation +4 , +2 .
4- The oxidative state +4 is more stable in carbon and silicon.
5- The silicon reacts when it heated to 950 C with oxygen or aerated air to give Silica
6- The more the characteristics in group IVA metal characteristics when we move from the top of the group to the bottom in this group, also the elements of this group melting and boiling points decrease as we move from the top to bottom.
7- Silicon has two main forms, the first form of silicon is crystallized has dark brown color, the second form non-crystallized , and has dark gray color.

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER SIX

INTRDUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

CHAPTER SIX

INTRDUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY

6 – 1 INTRODUCTION

Explain / Over there considerable importance of carbon Answer / due its unique features as it the principal element in the molecules of living organisms and their nutrition.

هناك أهمية كبيرة للكربون بسبب خصائصه الفريدة حيث أنه العنصر الأساسي في جزيئات الكائنات الحية وتغذيتها.

6 – 2 IMPORTANCE OF ORGANIC COMPOUND

أهمية المركب العضوي

Organic compounds are important in our lives as they represent :

المركبات العضوية مهمة في حياتنا لأنها تمثل:

1. Forms of basic food materials for human and animals, which are: proteins, carbohydrates, animal fat and plant oil .

١. أشكال المواد الغذائية الأساسية للإنسان والحيوان وهي: البروتينات والكربوهيدرات والدهون الحيوانية والزيوت النباتية.

2. Many natural and synthetic products like cotton, wool, natural and synthetic silk, paper and plastics.

٢- العديد من المنتجات الطبيعية والصناعية مثل القطن والصوف والحرير الطبيعي والصناعي والورق والبلاستيك.

3. Fuel like petroleum, natural gas and wood.

٣- الوقود مثل البترول والغاز الطبيعي والأخشاب.

4. Medical drugs as well as vitamins, homones and enzymes.

٤- العقاقير الطبية وكذلك الفيتامينات والهومونات والإنزيمات.

6 – 3 EXISTENCE OF CARBON IN ORGANIC COMPOUNDS

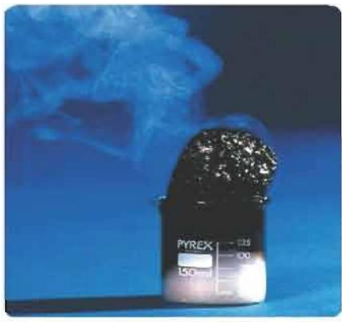
وجود الكربون في المركبات العضوية

Carbon is the essence of the organic compound and to prove its existence in such compounds, the following experiments can be used :

الكربون هو جوهر المركب العضوي ولإثبات وجوده في مثل هذه المركبات يمكن استخدام التجارب التالية :

1- When lighting a candle or a piece of paper or (any organic material), carbon dioxide CO_2, is released which can be found by adding calcium hydroxide solution, $Ca(OH)_2$ which makes it turbid, whereby calcium carbonates are formed $CaCO_3$

١ -عند إشعال شمعة أو قطعة من الورق أو (أي مادة عضوية) ينطلق ثاني أكسيد الكربون CO_2 والذي يمكن إيجاده بإضافة محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ مما يجعله متعكرًا حيث تتشكل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$



Burning of sugar

2- When sugar, an organic substance, is burnt in a test tube, a black substance is formed which is carbon. This indicates that carbon is found in sugar as a component.

٢- عند حرق السكر ، وهو مادة عضوية ، في أنبوب اختبار ، تتشكل مادة سوداء هي الكربون. يشير هذا إلى أن الكربون موجود في السكر كمكون.

6 – 4 GENERAL FEATURES OF ORGANIC COMPOUNDS

الميزات العامة للمركبات العضوية

Organic compounds in general have distinctive features, including the followings :

المركبات العضوية بشكل عام لها سمات مميزة منها ما يلي

1. All organic compounds contain carbon in their compositions and are subject to decomposition or combustion by heating, particularly if heated to high temperature.

١-تحتوي جميع المركبات العضوية في تركيبتها على الكربون وتخضع للتحلل أو الاحتراق بالتسخين خاصة إذا تم تسخينها لدرجة حرارة عالية.

2. Atoms in the organic compounds are bonded by covalent bonds, making them react slowly.

٢-الذرات في المركبات العضوية مرتبطة بالروابط التساهمية مما يجعلها تتفاعل ببطء.

3. Many organic compounds do not dissolve in water but soluble in some organic liquids such as alcohol, ether, acetone and carbon tetrachloride.

٣- العديد من المركبات العضوية لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في بعض السوائل العضوية مثل الكحول والأثير والأسيتون ورابع كلوريد الكربون.

Exercise 6 – 1

How can you prove presence of carbon in organic compounds experimentally ? كيف يمكنك إثبات وجود الكربون في المركبات العضوية تجريبياً ؟

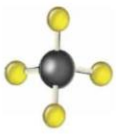
6 – 5 COVALENT BONDS OF CARBON ATOMS IN ORGANIC COMPOUNDS

الروابط التساهمية لذرات الكربون في المركبات العضوية

Carbon atoms bind by four single bonds with hydrogen in a methane molecule (CH_4). ترتبط ذرات الكربون بأربعة روابط مفردة مع الهيدروجين في جزيء الميثان

Carbon has an atomic number of 6. Therefore, the outer shell (valence shell) of carbon atom contains four electrons, so for the carbon atom to reach stability it must share the four valency electrons with other atoms.

يحتوي الكربون على عدد ذري هو ٦. لذلك ، فإن الغلاف الخارجي (غلاف التكافؤ) لذرة الكربون يحتوي على أربعة إلكترونات ، لذلك لكي تصل ذرة الكربون إلى الاستقرار ، يجب أن تشارك إلكترونات التكافؤ الأربعة مع الذرات الأخرى.



Methane (4 single bonds)

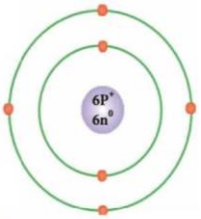
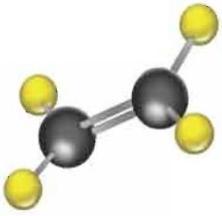
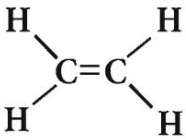


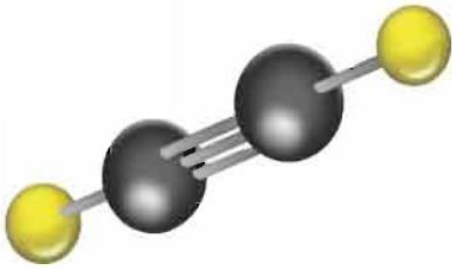
Figure 6-1
Electron configuration of carbon atom





Ethylene: A double bond and 4 single bonds

Carbon atoms might bond with each other in triple bonds, as in acetylene molecule:



$$H-C\equiv C-H$$

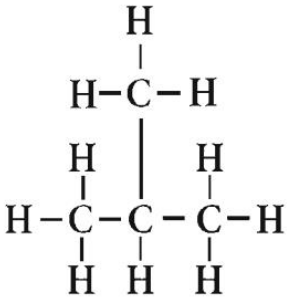
Acetylene : One triple bond and two single bonds;

There are thousands of organic compounds in nature and can also be synthesized as well. هناك الآلاف من المركبات العضوية في الطبيعة ويمكن أيضًا تصنيعها

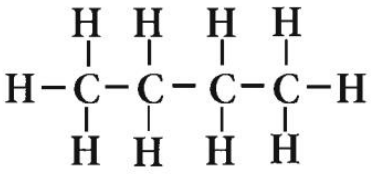
This is because carbon atoms' ability to bond with each other to form open or closed chains (rings), these chains include single, double or triple bonds between carbon atoms or other atoms.

ويرجع ذلك إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط ببعضها البعض لتشكيل سلاسل (حلقات) مفتوحة أو مغلقة ، فإن هذه السلاسل تشتمل على روابط مفردة أو مزدوجة أو ثلاثية بين ذرات الكربون أو الذرات الأخرى.

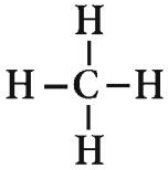
The following examples illustrate various forms of organic compounds : توضح الأمثلة التالية أشكالًا مختلفة من المركبات العضوية



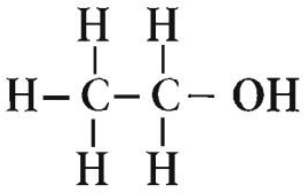
Organic compound (branched chain) Isobutane



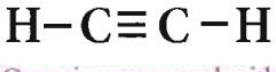
Organic compound (unbranched chain) Butane



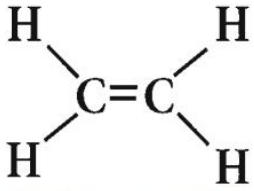
Organic compound with single covalent bond (Methane)



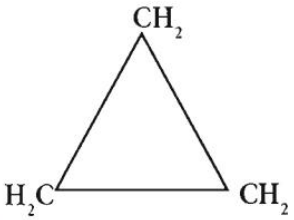
Organic compound containing oxygen element (Ethyl alcohol)



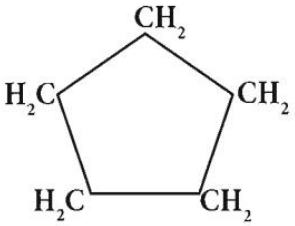
Organic compound with triple covalent bond (Acetylene)



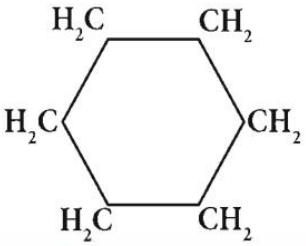
Organic compound with double covalent bond (Ethylene)



Cyclic organic compound in triangular shape (Cyclopropane)



Cyclic organic compound in pentagon shape (Cyclopentane)



Cyclic organic compound in hexagonal shape (Cyclohexane)

Methane, CH_4 represents an example of organic compounds which contain single valence bonds,this type of saturated hydrocarbon compounds is called alkanes.

يمثل الميثان ، CH_4 مثالاً للمركبات العضوية التي تحتوي على روابط تكافؤ مفردة ، ويسمى هذا النوع من مركبات الهيدروكربون المشبعة (الألكانات).

As for ethylene molecule C_2H_4, it contains double bonds between carbon atoms, these compounds are called alkenes.

أما جزيء الإيثيلين C_2H_4 فهو يحتوي على روابط مزدوجة بين ذرات الكربون وتسمى هذه المركبات بالألكينات.

Acetylene C_2H_2 has triple bond between two carbon atoms. These compounds are called alkynes.

يحتوي الأسيتيلين على رابطة ثلاثية بين ذرتين من الكربون. تسمى هذه المركبات الألكاينات.

Both ethylene and acetylene are called unsaturated hydrocarbons.

يطلق على كل من الإيثيلين والأسيتيلين الهيدروكربونات غير المشبعة.

Ethyl alcohol, acetic acid in addition to benzene and phenol compounds which are examples of closed chain organic compounds.

كحول الإيثيل وحمض الخليك بالإضافة إلى مركبات البنزين والفينول التي تعتبر أمثلة للمركبات العضوية ذات السلسلة المغلقة.

6 – 6 SOME ORGANIC COMPOUNDS بعض المركبات العضوية

6 – 6 – 1 Hydrocarbons :

They are the compounds that contains only carbon and hydrogen , either saturated or unsaturated.

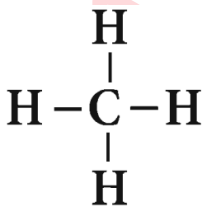
وهي المركبات التي تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين ، سواء كانت مشبعة أو غير مشبعة.

These hydrocarbons include : تشمل هذه الهيدروكربونات

1 – Methane (CH_4) :

Its molecular formula is CH_4, whereby a carbon atom is bonded with 4 hydrogen atoms in a single bond.

صيغته الجزيئية هيCH_4 ، حيث يتم ربط ذرة الكربون بأربع ذرات هيدروجين في روابط مفردة.



Structure of Methane

a) Existence in nature : الوجود في الطبيعة

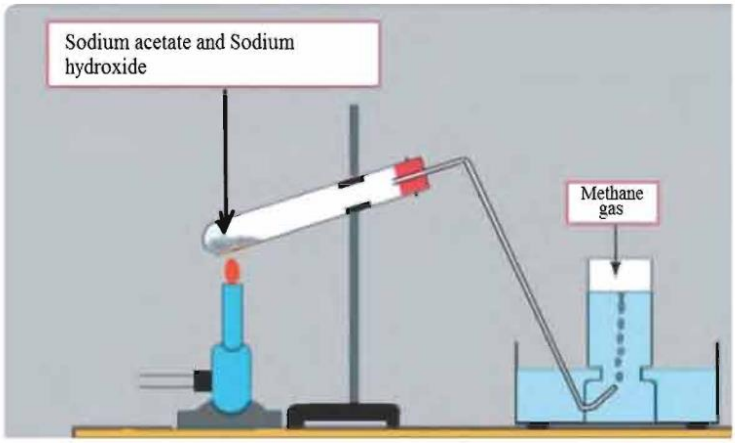
It is the simplest hydrocarbon compound, it is found in large amounts as natural gas which accompanies crude petroleum, it is emitted from cracks of coal mines, it is also formed when organic materials are decomposed in stagnant waters of ponds and swamps.

إنه أبسط مركب هيدروكربوني ، يوجد بكميات كبيرة مثل الغاز الطبيعي المصاحب للبترول الخام ، وينبعث من شقوق مناجم الفحم ، ويتشكل أيضًا عندما تتحلل المواد العضوية في المياه الراكدة للبرك والمستنقعات.

b) Preparation of Methane Gas in Laboratory: تحضير غاز الميثان في المختبر

Methane is prepared by using the apparatus below , whereby sodium acetate is heated at high temperature along with sodium hydroxide or calcium hydroxide (because the mixture will have little effect on glass and ensures higher melting point for sodium hydroxide) in a test tube the resulting gas is collected by removing the water further down.

يتم تحضير الميثان باستخدام الجهاز أدناه ، حيث يتم تسخين أسيتات الصوديوم عند درجة حرارة عالية مع هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الكالسيوم (لأن الخليط سيكون له تأثير ضئيل على الزجاج ويضمن نقطة انصهار أعلى لهيدروكسيد الصوديوم) في أنبوب اختبار الغاز الناتج يتم جمعها عن طريق إزالة الماء إلى أسفل.



An apparatus for preparation of methane gas

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$$

Sodium acetate Sodium hydroxide Methane Sodium carbonate

c) Physical and chemical Properties of Methane gas :

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغاز الميثان:

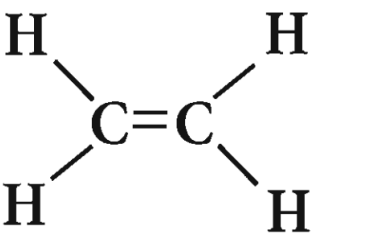
1. Colorless and odorless. عديم اللون والرائحة
2. Highly insoluble in water. غير قابل للذوبان في الماء بدرجة عالية
3. Flammable, smokeless flame, releasing carbon dioxide CO_2, and water vapor and energy, as in the following equation :

لهب غير قابل للاشتعال ولا يدخن ويطلق ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء والطاقة كما في المعادلة التالية:

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O + Energy$$

Methane Oxygen Carbon dioxide Water vapor

2 – Ethylene (C_2H_4) :



Structure of Ethylene (C_2H_4)

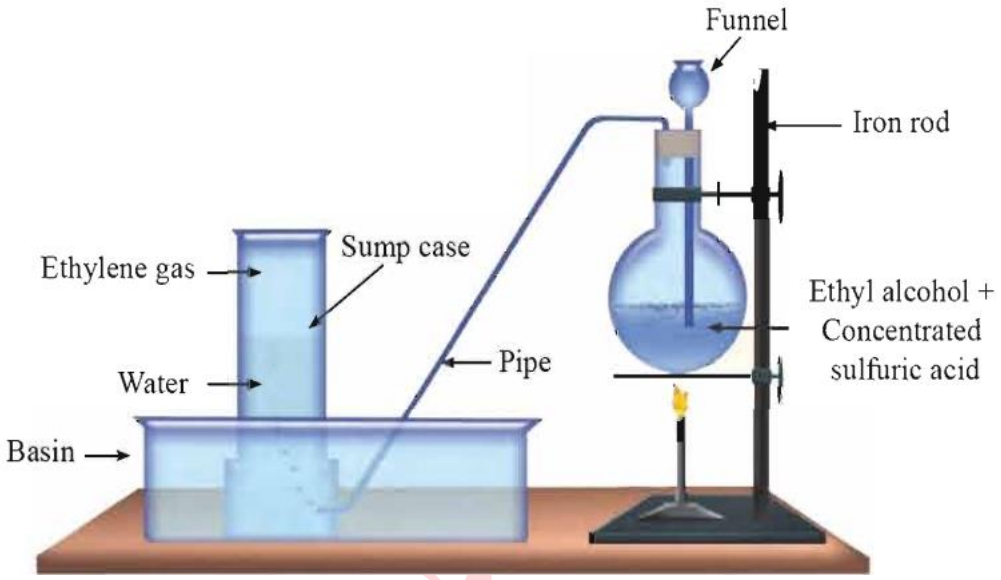
Ethylene has the molecular formula of C_2H_4 in which two carbon atoms combine with each other through double bond. It is one kind of unsaturated hydrocarbons which are called "Alkenes".

يحتوي الإيثيلين على الصيغة الجزيئية لـ C_2H_4 حيث تتحد ذرتان من الكربون مع بعضهما البعض من خلال رابطة مزدوجة. إنه نوع واحد من الهيدروكربونات غير المشبعة التي تسمى "الألكينات."

a) Preparation of Ethylene Gas In Laboratory تحضير غاز الإيثيلين في المختبر

Ethylene can be produced by heating ethyl alcohol C_2H_5OH, with sufficient amount of concentrated sulfuric acid up to 170 °C as in the figure below .

يمكن إنتاج الإيثيلين عن طريق تسخين كحول الإيثيل C_2H_5OH بكمية كافية من حامض الكبريتيك المركز حتى ١٧٠ درجة مئوية كما في الشكل أدناه.



The sulfuric acid removes water molecule from the of alcohol according to the following equation :

يزيل حمض الكبريتيك جزيء الماء من الكحول وفقًا للمعادلة التالية :

$$\underset{\text{Ethyl alcohol}}{C_2H_5OH} \xrightarrow[170°C]{\text{Concentrated } H_2SO_4} \underset{\text{Ethylene}}{C_2H_4\uparrow} + \underset{\text{Water}}{H_2O}$$

b) Physical Properties of Ethylene الخصائص الفيزيائية للإيثيلين

1 – It is colorless with sweet and musky odor and insoluble in water.

عديم اللون ورائحة المسك وغير قابل للذوبان في الماء.

2 – It burns with a smoky flame producing carbon dioxide and water.

يحترق بلهب مدخن ينتج عنه غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

3 – It reacts with the red bromine water and removes its color.

يتفاعل مع ماء البروم الأحمر ويزيل لونه.

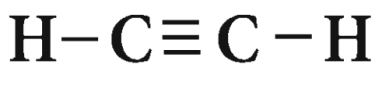
- This process can distinguish between ethylene and gaseous methane. Methane does not react with the red bromine water and color does not disappear. Ethylene, on the other hand reacts with the red bromine water and the color disappears.

يمكن لهذه العملية التمييز بين الإيثيلين والميثان الغازي. لا يتفاعل الميثان مع ماء البروم الأحمر ولا يختفي اللون. من ناحية أخرى ، يتفاعل الإيثيلين مع ماء البروم الأحمر ويختفي اللون.

Ethylene + red bromine water ⟶ red color disappears
يختفي اللون الأحمر

Methane + red bromine water ⟶ red color doesn't disappear
لا يختفي لون البروم الأحمر

3 – Acetylene (C_2H_2) :



Acetylene (C_2H_2) molecule

It is a hydrocarbonic compound with the molecular formula of (C_2H_2) in which the two carbon atoms combine with each other in triple covalent bonds. It is an example of the unsaturated hydrocarbons called "Alkynes".

إنه مركب هيدروكربوني بالصيغة الجزيئية لـ (C_2H_2) حيث تتحد ذرتا الكربون مع بعضهما البعض في روابط تساهمية ثلاثية. إنه مثال على الهيدروكربونات غير المشبعة المسماة "Alkynes".

a) Preparation of Acetylene :

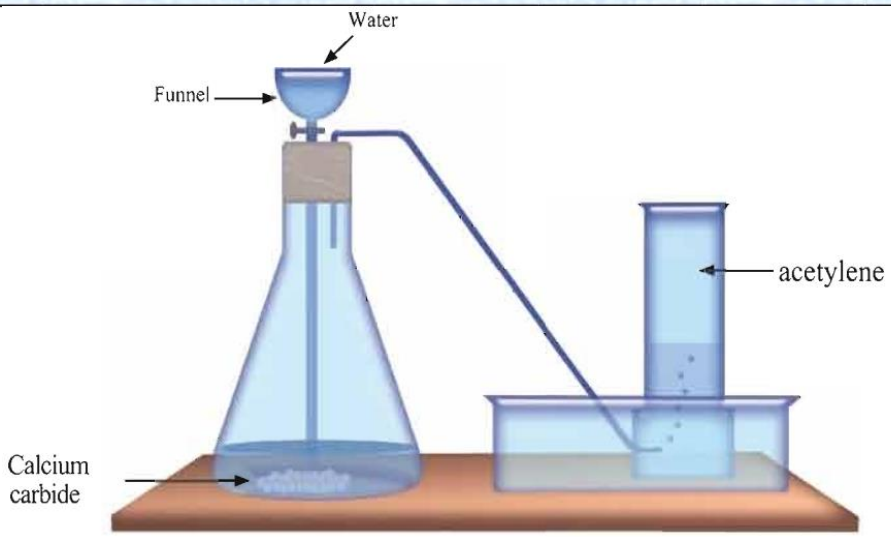
Acetylene can be produced by the reaction of calcium carbide, CaC_2, with water .

يمكن إنتاج الأسيتيلين عن طريق تفاعل كربيد الكالسيوم CaC_2 مع الماء

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2\uparrow + Ca(OH)_2$$

It is an industrial process of acetylene production also. In the laboratory, acetylene can be produced as shown in the figure by putting calcium carbide in an erlenmeyer flask. Water is added very slowly and gradually using a tube. The reaction which happens immediately produces the gaseous acetylene which can be collected from the bottle by removing water downward.

إنها عملية صناعية لإنتاج الأسيتيلين أيضًا. في المختبر ، يمكن إنتاج الأسيتيلين كما هو موضح في الشكل عن طريق وضع كربيد الكالسيوم في دورق مخروطي. يضاف الماء ببطء شديد وبالتدريج باستخدام أنبوب. ينتج التفاعل الذي يحدث على الفور الأسيتيلين الغازي الذي يمكن جمعه من الزجاجة عن طريق إزالة الماء إلى أسفل.



b) Properties of Acetylene

1. It is a colorless gas with a bad smell. It smells like garlic.
غاز عديم اللون ورائحته كريهة. رائحتها مثل الثوم.
2. It is insoluble in water.
لا يذوب في الماء
3. Combustion of acetylene forms a smoky flame.
احتراق الأسيتيلين يشكل لهبًا مدخنًا.
4. It burns with oxygen gas in making a faded blue flame and high temperature :
يحترق بغاز الأكسجين في صنع لهب أزرق باهت وارتفاع درجة الحرارة

$$2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O + Energy$$

5. It reacts with the red bromine water and removes its color.
يتفاعل مع ماء البروم الأحمر ويزيل لونه.

This reaction is used to distinguish between acetylene and methane gas. Acetylene removes the red color of the bromine water whereas methane has no such effect according to the following equations :
يستخدم هذا التفاعل للتمييز بين الأسيتيلين وغاز الميثان. يزيل الأسيتيلين اللون الأحمر لماء البروم بينما الميثان ليس له مثل هذا التأثير وفقًا للمعادلات التالية :

Acetylene + red bromine water $\longrightarrow$ red color disappears
يختفي اللون الأحمر

Methane + red bromine water $\longrightarrow$ red color doesn't disappear
لا يختفي اللون الأحمر

c) Uses of Acetylene

1. The mixture of the gas and oxygen is used to produce the oxyacetylene for cutting or welding metals.
يستخدم خليط الغاز والأكسجين لإنتاج الأوكسي أسيتيلين لقطع أو لحام المعادن

2. The gas is used as a raw material in the production of rubber plastics and acetic acid. يستخدم الغاز كمادة خام في إنتاج اللدائن المطاطية وحمض الخليك

4 – Ethanol (Ethyl Alcohol) (C_2H_5OH):

Alcohol was known long time before and was produced then by fermenting molasses, dates or grapes in isolated air . By the effect of Zymase enzyme, its occurs naturally in yeasts sugar is converted into simpler sugar which in turn is converted into carbon dioxide and ethanol by effect of enzyme.
كان الكحول معروفا منذ زمن بعيد ، وكان ينتج بعد ذلك عن طريق تخمير دبس السكر أو التمور أو العنب في الهواء المعزول. بتأثير إنزيم زايميز، يحدث بشكل طبيعي في الخمائر يتم تحويل السكر إلى سكر أبسط والذي بدوره يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والإيثانول بتأثير الإنزيم.

$$\text{Simple sugar} \xrightarrow{\text{Zymase enzyme}} \text{Ethyl alcohol} + \text{Carbon dioxide}$$

Alcohol is then separated from its aqueous solution by the process of distillation. ثم يتم فصل الكحول عن محلوله المائي عن طريق عملية التقطير

Ethanol or ethyl alcohol can be produced industrially from oil products through the reaction of gaseous ethylene, C_2H_4 with water with the existence of concentrated sulfuric acid and other factors such as heat and pressure.
يمكن إنتاج الإيثانول أو كحول الإيثيل صناعياً من المنتجات النفطية من خلال تفاعل الإيثيلين الغازي ، C_2H_4 مع الماء مع وجود حمض الكبريتيك المركز وعوامل أخرى مثل الحرارة والضغط.

$$\underset{\text{Ethylene}}{C_2H_4} + \underset{\text{Water}}{H_2O} \xrightarrow{\text{Concentrated } H_2SO_4} \underset{\text{Ethanol or ethyl alcohol}}{C_2H_5OH}$$

a) Properties of Ethanol (Ethyl Alcohol):

1. It is a liquid with a boiling point lower than the boiling point of water. Its freezing point is very low.
هو سائل تقل درجة غليانه عن نقطة غليان الماء. نقطة التجمد منخفضة للغاية

2. It is a volatile liquid with a very distinguishing smell.
سائل متطاير ذو رائحة مميزة جدا

3. It is an active solvent to many organic substances.
مذيب فعال للعديد من المواد العضوية

4. Complete combustion of ethanol produces a faded blue flame and forms carbon dioxide, CO_2 and water vapor.
الاحتراق الكامل للإيثانول ينتج لهبًا أزرق باهتًا ويشكل ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

b) Uses of Ethanol (Ethyl Alcohol):

1- Ethyl alcohol is used as a raw material in many industries especially cosmetics, commercial rubber, ink, many types of paints and perfumes.
يستخدم الكحول الإيثيلي كمادة خام في العديد من الصناعات خاصة مستحضرات التجميل والمطاط التجاري والحبر والعديد من أنواع الدهانات والعطور

2- It is used in the production of alcoholic beverages and drugs.
يستخدم في صناعة المشروبات الكحولية والمخدرات

3- It is used as a motor fuel through mixing it with other oil products.
يستخدم كوقود للمحرك من خلال مزجه مع المنتجات الزيتية الأخرى

4- Used as a sterilizer by mixing it with some iodine and it is poisonous.
يستخدم كمعقم بخلطه مع بعض اليود وهو سام

5- Ethyl alcohol is very cheap for industrial purposes. It is undrinkable as some poisonous substances like methyl alcohol are added to it and by then known as inactivated alcohol (sperto) . Also, some dyeing substances are added to it to make its color different from pure ethyl alcohol.
الكحول الإيثيلي رخيص جدا للأغراض الصناعية. إنه غير صالح للشرب حيث تضاف إليه بعض المواد السامة مثل كحول الميثيل ومن ثم يُعرف باسم الكحول المعطل (سبيرتو). كما يتم إضافة بعض مواد الصباغة إليها لجعل لونها مختلفًا عن الكحول الإيثيلي النقي.

c) Effect of Ethyl Alcohol on Human Beings:

Drinking alcohol disturbs the consistency between the muscular and nervous systems. These changes in the human body caused by alcohol slow down the functions of nerve cells in the nervous system.

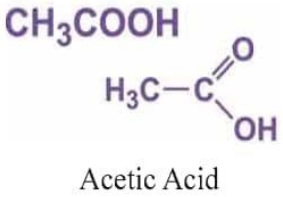
شرب الكحول يزعج التناسق بين الجهاز العضلي والجهاز العصبي. هذه التغيرات في جسم الإنسان التي يسببها الكحول تبطئ وظائف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي.

5 – Acetic Acid (CH_3COOH):

a) Industrial Preparation:

Acetic acid is produced industrially by the reaction of acetylene with water using sulfuric acid and other facilitating factors.

ينتج حمض الخليك صناعيًا عن طريق تفاعل الأسيتيلين مع الماء باستخدام حامض الكبريتيك وعوامل التسهيل الأخرى.



Acetic Acid

b) Properties of Acetic Acid:

1. It is a liquid at room temperature. إنه سائل في درجة حرارة الغرفة
2. It is a volatile compound. إنه مركب متقلب
3. It reacts with sodium hydroxide to form water soluble sodium acetate.
   يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين أسيتات الصوديوم القابلة للذوبان في الماء
4. It can be mixed with water at any rate. يمكن خلطها بالماء بأي معدل

6 – Benzene (C_6H_6):

Benzene can be extracted from coal tar which is one of the petrol products and is fugitive (vapor quickly). Benzene is a hydrocarbonic compound consisting of carbon and hydrogen.

يمكن استخلاص البنزين من قطران الفحم الحجري وهو أحد المنتجات البترولية وهارب (بخار سريع). البنزين هو مركب هيدروكربوني يتكون من الكربون والهيدروجين

Explain / Combustion complete of benzene is results in a very smoky flame.

علل / ينتج عن الاحتراق الكامل للبنزين لهب شديد الدخان.

Answer / Because of the high percentage of carbon in it.

الجواب / بسبب ارتفاع نسبة الكربون فيه.

Benzene is the simplest compound in the group of hydrocarbons which are called "Aromatic Hydrocarbons" because of their distinctive smells.

البنزين هو أبسط مركب في مجموعة الهيدروكربونات التي تسمى "الهيدروكربونات العطرية" بسبب روائحها المميزة.

Benzene vapors very quickly and boils at (80°C).

يبخر البنزين بسرعة كبيرة ويغلي عند (٨٠ درجة مئوية).

It is not soluble in water and is used as an important industrial solvent to paints and many important industrial products.

لا يذوب في الماء ويستخدم كمذيب صناعي مهم للدهانات والعديد من المنتجات الصناعية الهامة.

It is also used in the production of insecticides, nylon, modern detergents, etc.

كما أنها تستخدم في إنتاج المبيدات الحشرية والنايلون والمنظفات الحديثة وما إلى ذلك.

CHAPTER QUESTIONS

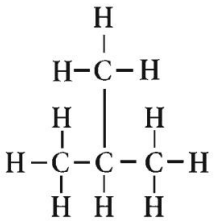
Q1) How can methane gas be produced in laboratory, draw shape of equipments and write the reactions?

كيف يمكن إنتاج غاز الميثان في المختبر ورسم شكل المعدات وكتابة التفاعلات؟

Answer) Page 68

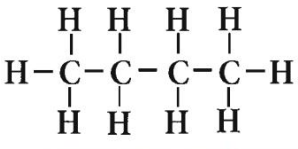
Q2) Give example about following terms :

Branched chain



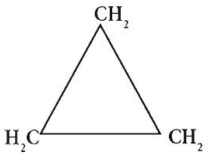
Organic compound
(branched chain)
Isobutane

Unbranched chain



Organic compound
(unbranched chain)
Butane

Cyclic chain



Cyclic organic compound
in triangular shape
(Cyclopropane)

Q3) Choose the most appropriate of the brackets that complete the following expressions :

اختر أنسب الأقواس التي تكمل التعبيرات التالية:

1. All organic compounds contain one of the following elements in their composition (hydrogen – oxygen – nitrogen – sulfur – carbon)

١. تحتوي جميع المركبات العضوية في تركيبها على أحد العناصر التالية (الهيدروجين - الأكسجين - النيتروجين - الكبريت - الكربون)

2. The bond covalent between two carbon atoms in the saturated hydrocarbons is a .....

٢. الرابطة التساهمية بين ذرتين من الكربون في الهيدروكربونات المشبعة هي .....

a) Single b) Double c) Triple

3. The gas that is found in large amounts in natural gas is .....

٣. الغاز الموجود بكميات كبيرة في الغاز الطبيعي هو .....

(Methane – Ethylene – Acetylene)

4. In acetylene : two carbon atoms are bound each other by .....

٤. في الأسيتيلين. ترتبط ذرتان من الكربون ببعضهما البعض .....

a) Single covalent bond

b) Two covalent bonds

c) Three covalent bonds

Q4) How can be produced acetylene gas in laboratory, draw shape of equipment and write the reaction eqaution ?

كيف يمكن إنتاج غاز الأسيتيلين في المختبر ، ورسم شكل المعدات وكتابة رد الفعل؟

Answer) Page 70 – 71

Q5) What are the general features of the organic compound ?

ما هي السمات العامة للمركب العضوي؟

Answer) Page 63 – 64

Q6) Write balance equations of the following :

1) Heating of Sodium acetate and sodium hydroxide :

$CH_3COONa + NaOH \longrightarrow CH_4 + Na_2CO_3$

2) Burning of Methane, ethylene, acetylene gases in air :

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + Energy$

$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O + Energy$

$2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O + Energy$

3) Reaction of water with calcium carbide :

$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

Q7) Explain the effect of normal alcohol on the humans body after drinking it? شرح تأثير الكحول الطبيعي على جسم الإنسان بعد شربه؟

Drinking alcohol disturbs the consistency between the muscular and nervous systems. These changes in the human body caused by alcohol slow down the functions of nerve cells in the nervous system.

شرب الكحول يزعج التناسق بين الجهاز العضلي والجهاز العصبي. هذه التغيرات في جسم الإنسان التي يسببها الكحول تبطئ وظائف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي.

Q8) What is inactivated alcohol (Sperto)? ما هو الكحول المعطل (سبيرتو)

Alcohol is undrinkable as some poisonous substances like methyl alcohol are added to it and by then known as inactivated alcohol (sperto) . Also, some dyeing substances are added to it to make its color different from pure ethyl alcohol.

الكحول غير صالح للشرب حيث تضاف إليه بعض المواد السامة مثل كحول الميثيل ومن ثم يُعرف باسم الكحول المعطل (سبيرتو). كما يتم إضافة بعض مواد الصباغة إليها لجعل لونها مختلفًا عن الكحول الإيثيلي النقي.

Q9) 1. Compare the methane, ethylene and acetylene gases about :

س ٩) ١. قارن بين غازات الميثان والإيثيلين والأسيتيلين حول :

No.	Property	Methane	Ethylene	Acetylene
1	Color	Colorless	Colorless	Colorless
2	Solubility in water	Highly insoluble in water	Insoluble in water	Insoluble in water
3	Burning in air in normal form	Flammable, smokeless flame, releasing carbon dioxide CO_2, and water vapor and energy	It burns with a smoky flame producing carbon dioxide and water	Combustion of acetylene forms a smoky flame
4	Reaction with red bromine solution	red color doesn't disappear	red color disappears	red color disappears

2. What is used with acetylene gas to produce strong flame?

٢. ما الذي يستخدم مع غاز الأسيتيلين لإنتاج لهب قوي؟

It burns with oxygen gas to produce strong flame

يحترق بغاز الأكسجين لإنتاج لهب قوي

Q10) What is the importance of benzene? ما هي أهمية البنزين؟

1. Benzene used as an important industrial solvent to paints and many important industrial products.

يستخدم البنزين كمذيب صناعي مهم للدهانات والعديد من المنتجات الصناعية الهامة.

2. Benzene is also used in the production of insecticides, nylon, modern detergents, etc.

يستخدم البنزين أيضًا في إنتاج المبيدات الحشرية والنايلون والمنظفات الحديثة وما إلى ذلك.

Q11) What is the methane gas that is reflected in each of the following observations :

ما هو غاز الميثان الذي ينعكس في كل من الملاحظات التالية:

a. The gas is collected when it is prepared by pushing the water down.

أ. يتم تجميع الغاز عند تحضيره عن طريق دفع الماء لأسفل.

Because highly insoluble in water

لأنه غير قابل للذوبان للغاية في الماء

b. Gas does not react with bromine.

ب. لا يتفاعل الغاز مع البروم.

Because it is a compound saturated with hydrogen and all its bonds are single

لأنه مركب مشبع بالهيدروجين وجميع روابطه منفردة

c. The gas burns with a smokeless flame.

ج. الغاز يحترق بلهب لا يدخن.

Because it contains a low percentage of carbon

لأنه يحتوي على نسبة قليلة من الكاربون

Q12) Both acetylene and Benzen are ignited with an smoke flame, what do you deduce from this observation.

يشتعل كل من الإيثيلين والبنزين بلهب مدخن ، فماذا تستنتج من هذه الملاحظة.

We conclude that both acetylene and benzene contain a high percentage of carbon

نستنتج أن كل من الاستيلين والبنزين تحتوي على نسبة عالية من الكاربون

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER SEVEN

GROUP VA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

CHAPTER SEVEN

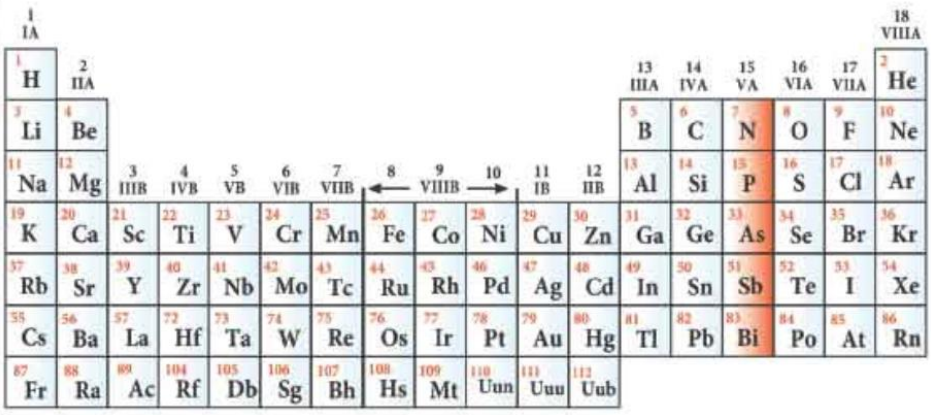
GROUP VA

7 – 1 ELEMENTS OF GROUP VA عناصر المجموعة VA

Group VA (group five) consists of nitrogen (N), phosphorus (P), arsenic (As), antimony (Sb) and bismuth (Bi) as shown in the periodic table below. All the elements in this group have five electrons in their outer shells.

تتكون المجموعة VA (المجموعة الخامسة) من النيتروجين (N) والفوسفور (P) والزرنيخ (As) والأنتيمون (Sb) والبزموت (Bi) كما هو موضح في الجدول الدوري أدناه. تحتوي جميع العناصر في هذه المجموعة على خمسة إلكترونات في غلافها الخارجي.

Place of group VA elements in periodic table.



7 – 2 GENERAL CHARACTERISTICS OF GROUP VA

Although the five elements of this group form less than 0.2% of the Earth's crust, they are very important in nature.

على الرغم من أن العناصر الخمسة لهذه المجموعة تشكل أقل من ٠,٢٪ من قشرة الأرض ، إلا أنها مهمة جدًا في الطبيعة.

The most important properties of the group VA elements are :

أهم خصائص عناصر المجموعة VA هي:

1- The properties of the elements vary gradually from being nonmetals (nitrogen and phosphorus) to metals (bismuth). Arsenic and antimony are metalloid.

تختلف خواص العناصر تدريجياً من كونها غير فلزية (نيتروجين وفوسفور) إلى معادن (بزموت). الزرنيخ والأنتيمون من الفلزات.

2- Nitrogen is gaseous. The rest of the elements are solids in normal conditions.

النيتروجين غازي. باقي العناصر صلبة في الظروف العادية

Phosphorus and nitrogen have the propensity to form covalent compounds, other elements like bismuth and arsenic form ionized compounds.

يميل الفوسفور والنيتروجين إلى تكوين مركبات تساهمية ، عناصر أخرى مثل البزموت والزرنيخ تشكل مركبات مؤينة

The acidic and basic properties of the elements' oxides also vary from being acidic (phosphorus) to basic (bismuth).

تختلف الخصائص الحمضية والأساسية لأكاسيد العناصر أيضًا من كونها حمضية (فوسفور) إلى قاعدية (بزموت).

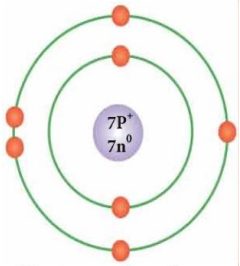
7 – 3 NITROGEN

Chemical symbol N

Atomic number : 7

Mass number : 14

Shell symbol	Shell number	Electrons number
K	1	2
L	2	5



Electron configuration of Nitrogen

7 – 3 – 1 Occurrence in Nature :

Nitrogen constitutes 78% of the Earth's atmosphere. It is mostly an inert gas in standard conditions. In ancient times, it was called "Azote".

يشكل النيتروجين ٧٨٪ من الغلاف الجوي للأرض. هو في الغالب غاز خامل في الظروف القياسية. في العصور القديمة ، كان يطلق عليه "أزوت".

7 – 3 – 2 Preparation of Nitrogen :

Nitrogen can be produced in two ways :

1 – Preparation in Laboratory :

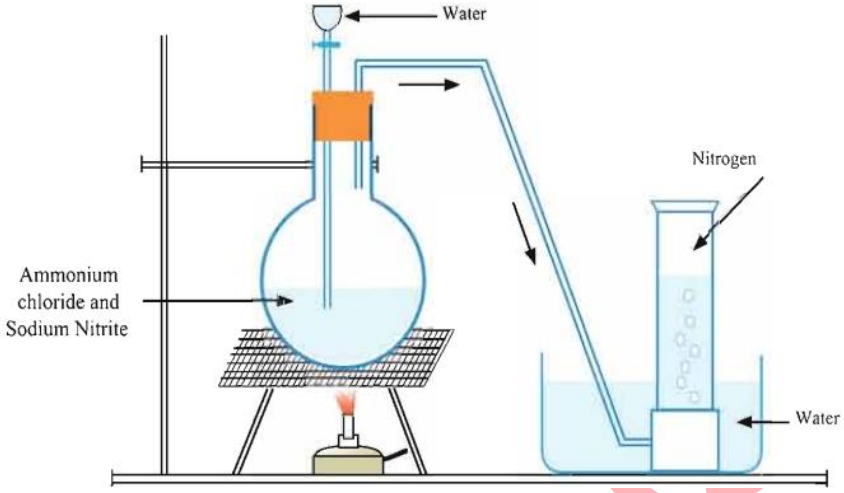
A mixture of ammonium chloride (NH_4Cl) and Sodium Nitrite $NaNO_2$ is put to a heating source with some water to prevent any possibility of explosion occurrence, as in the figure below. The reaction can be expressed by the following equations :

يتم وضع خليط من كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ في مصدر تسخين مع بعض الماء لمنع أي احتمال لحدوث انفجار ، كما في الشكل أدناه. يمكن التعبير عن التفاعل بالمعادلات التالية:

$$NH_4Cl + NaNO_2 \xrightarrow[\Delta]{H_2O} NaCl + NH_4NO_2$$

$$NH_4NO_2 \xrightarrow{H_2O} 2H_2O + N_2$$

Preparation of nitrogen
from ammonium nitrite



2 – Industrial Preparation :

Large quantities of gaseous nitrogen can be industrially produced by the fractional distillation of liquid air which must have no carbon dioxide (CO_2).

يمكن إنتاج كميات كبيرة من النيتروجين الغازي صناعيًا عن طريق التقطير الجزئي للهواء السائل الذي يجب ألا يحتوي على ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

Explain / In Industrial Preparation of nitrogen, nitrogen distills first leaving oxygen behind

علل / في التحضير الصناعي للنيتروجين ، يقطر النيتروجين أولاً تاركاً الأكسجين وراءه

Answer / Because the boiling point of nitrogen (-198°C) is lower than the boiling point of oxygen (-183°C).

الإجابة / لأن درجة غليان النيتروجين (-١٩٨ درجة مئوية) أقل من درجة غليان الأكسجين (-١٨٣ درجة مئوية).

The produced nitrogen contains very small quantities of oxygen which can be removed by passing the gas through heated copper fillings which react with oxygen to form (CuO).

يحتوي النيتروجين الناتج على كميات صغيرة جدًا من الأكسجين يمكن إزالتها عن طريق تمرير الغاز عبر حشوات نحاسية ساخنة تتفاعل مع الأكسجين لتكوين (CuO).

7 – 3 – 3 Properties of Nitrogen : خصائص النيتروجين :

1 – Physical Properties : الخصائص الفيزيائية :

Nitrogen is colorless, odorless and tasteless. It has the form of diatomic molecule (N_2) at room temperature. It is less soluble in water and is almost inactive in normal conditions.

النيتروجين عديم اللون والرائحة والمذاق. لها شكل جزيء ثنائي الذرة (N_2) في درجة حرارة الغرفة. إنه أقل قابلية للذوبان في الماء وهو غير نشط تقريبًا في الظروف العادية.

2 – Chemical Properties : الخواص الكيميائية :

1. Heating nitrogen leads to direct interaction between nitrogen and magnesium, lithium and calcium. When mixed with oxygen and the mixture is put under a spark, nitrogen produces nitrogen oxides (NO_2 and NO).

١. يؤدي تسخين النيتروجين إلى تفاعل مباشر بين النيتروجين والمغنيسيوم والليثيوم والكالسيوم. عندما يخلط مع الأكسجين ويوضع الخليط تحت شرارة ، ينتج النيتروجين أكاسيد النيتروجين (NO_2 و NO)

2. Heating nitrogen with gaseous hydrogen under high pressure and with an appropriate catalyst produces ammonia (Haber- BOSCH process), according to the following equation :

٢. ينتج عن تسخين النيتروجين بالهيدروجين الغازي تحت ضغط مرتفع وبمحفز مناسب إنتاج الأمونيا (عملية هابر-بوش) ، وفقًا للمعادلة التالية :

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{Catalyst}]{\Delta \ / \ \text{high pressure}} 2NH_3$$

Catalyst : A substance that changes the speed or yield of a chemical reaction without being consumed or chemically changed by the chemical reaction.

محفز: مادة تغير سرعة أو ناتج تفاعل كيميائي دون أن يتم استهلاكها أو تغييرها كيميائيًا بواسطة التفاعل الكيميائي.

7 – 3 – 4 Uses of Nitrogen:

1. It is used to produce ammonia industrially. It is the most important use of nitrogen due to the vital importance of this substance in the production of fertilizers and in the production of nitric acid (Ostwald process).

يتم استخدامه لإنتاج الأمونيا صناعياً. وهو أهم استخدام للنيتروجين لما لهذه المادة من أهمية حيوية في إنتاج الأسمدة وفي إنتاج حامض النيتريك (عملية أوستوالد).

2. It is used in cooling and freezing food products by putting the products into the liquid nitrogen gas.

يتم استخدامه في تبريد وتجميد المنتجات الغذائية عن طريق وضع المنتجات في غاز النيتروجين السائل.

3. The liquid nitrogen is used in the petroleum industries. It is used to cause an increase in the pressure in the petrol producing wells to push the petrol up the wells.

يستخدم النيتروجين السائل في الصناعات البترولية. يتم استخدامه لإحداث زيادة في الضغط في الآبار المنتجة للبنزين لدفع البنزين إلى أعلى الآبار.

4. It is used as an inert agent in containers and tanks of flammable materials.

يتم استخدامه كعامل خامل في حاويات وخزانات المواد القابلة للاشتعال.

7 – 3 – 5 Nitrogen Compounds : مركبات النيتروجين :

Nitrogen atom has five electrons in its outer shell. It has the propensity to form covalent bonds which can be single bond as in the molecule of ammonia (NH_3) or triple bond as in the molecule of nitrogen (N_2).

تحتوي ذرة النيتروجين على خمسة إلكترونات في غلافها الخارجي. يميل إلى تكوين روابط تساهمية والتي يمكن أن تكون رابطة واحدة كما في جزيء الأمونيا (NH_3) أو رابطة ثلاثية كما في جزيء النيتروجين.(N_2)

The most important compounds of nitrogen are : أهم مركبات النيتروجين هي

1 – NH_3 (Ammonia) :

It is one of the important compounds of nitrogen and hydrogen. Ammonia occurs in soil in the form of ammonium salts.

إنه أحد المركبات المهمة للنيتروجين والهيدروجين. توجد الأمونيا في التربة على شكل أملاح الأمونيوم.

a) Preparation of Ammonia in Laboratory : تحضير الأمونيا في المختبر :

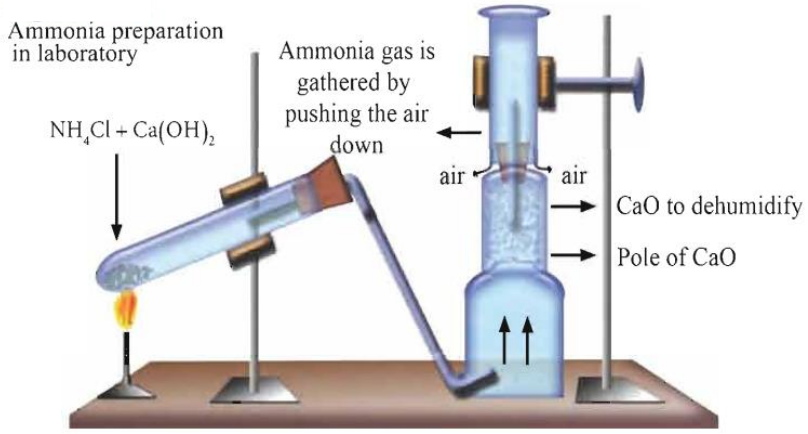
Gaseous ammonia can be produced in the laboratory by heating the salt of ammonium chloride with calcium hydroxide, as in the following equation :

يمكن إنتاج الأمونيا الغازية في المختبر عن طريق تسخين ملح كلوريد الأمونيوم بهيدروكسيد الكالسيوم ، كما في المعادلة التالية :

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

The gas ammonia is lighter than air. It is, then, collected by downward removal of air after passing it in a pole of calcium oxide to remove any moisture with the gas, as in the figure below :

غاز الأمونيا أخف من الهواء. يتم تجميعها بعد ذلك عن طريق إزالة الهواء إلى أسفل بعد تمريره في قطب من أكسيد الكالسيوم لإزالة أي رطوبة مع الغاز ، كما هو موضح في الشكل أدناه :

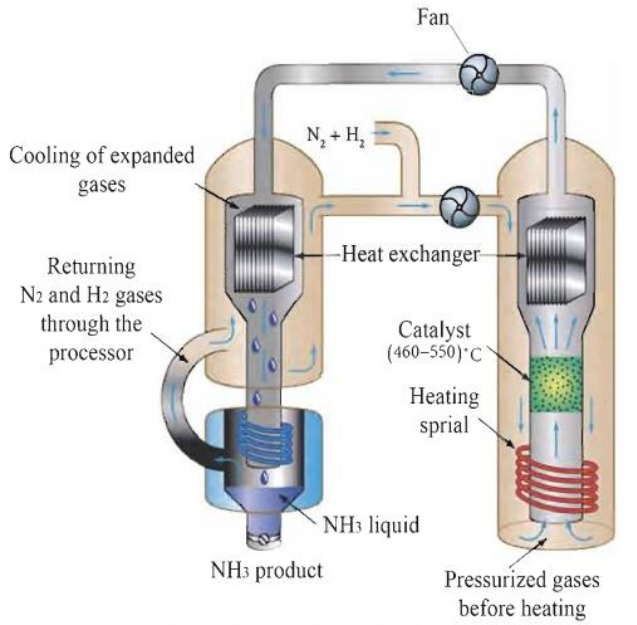


b) Industrial Preparation of Ammonia : المستحضر الصناعي للأمونيا :

Large quantities of ammonia can be produced industrially by Haber- BOSCH Process which involves the direct combination of nitrogen and hydrogen as in the equation and figure below :

يمكن إنتاج كميات كبيرة من الأمونيا صناعيًا عن طريق عملية هابر بوش التي تتضمن مزيجًا مباشرًا من النيتروجين والهيدروجين كما في المعادلة والشكل أدناه:

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

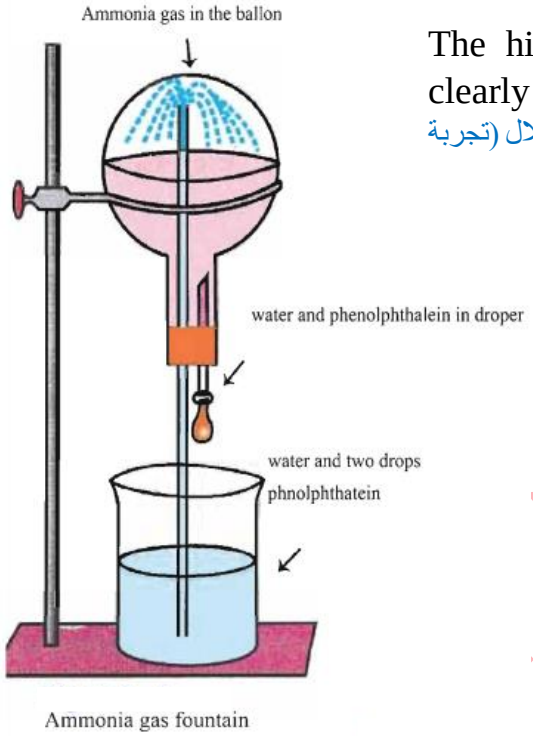


Ammonia production by Haber process

Physical Properties of Ammonia الخصائص الفيزيائية للأمونيا

1- Ammonia is a colorless gas with a characteristic pungent smell. It is lighter than air.
الأمونيا غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة مميزة. إنه أخف من الهواء

2- It has strong propensity to be soluble in water. Its aqueous solution is called "Ammonia Water" (NH_4OH). If this aqueous solution is heated or exposed to air, the solution loses ammonia gas.
لديها ميل قوي للذوبان في الماء. محلولها المائي يسمى "ماء الأمونيا (NH_4OH)." إذا تم تسخين هذا المحلول المائي أو تعريضه للهواء ، فإن المحلول يفقد غاز الأمونيا.



Ammonia gas fountain

The high solubility of mmonia in water can be clearly shown by (the fountain experiment).
يمكن إظهار القابلية العالية للذوبان في المونيا في الماء بوضوح من خلال (تجربة النافورة).

The device used in this experiment consists of a Beaker half full of water with two drops of phenolphthalein It also consists of a round bottom flask provided with a rubber cover with two holes. A long glass tube goes through one of these two holes down to the bottom of the flask. A dropper tube goes through the other hole of the cover.
الجهاز المستخدم في هذه التجربة يتكون من دورق نصف مملوء بالماء مع قطرتين من الفينول فثالين كما يتكون من دورق سفلي مستدير مزود بغطاء مطاطي به فتحتان. يمر أنبوب زجاجي طويل عبر إحدى هاتين الفتحتين إلى أسفل القارورة. يمر أنبوب قطارة عبر الفتحة الأخرى للغطاء.

The flask is filled with dry ammonia gas and then turned upside down on the water glass. The dropper tube is used to add some water drops with the colorless phenolphthalein. The gas reach with the water and starts to dissolve. This process changes the presure inside the flask and the water pushes from the glass to the flask as a fountain. The solution becomes pink- red because of its basically (ammonia solution is act as a base).
تمتلئ القارورة بغاز الأمونيا الجاف ثم تنقلب رأسًا على عقب على كوب الماء. يستخدم أنبوب القطارة لإضافة بعض قطرات الماء مع الفينول فثالين عديم اللون. يصل الغاز إلى الماء ويبدأ في الذوبان. هذه العملية تغير الضغط داخل القارورة ويدفع الماء من الزجاج إلى القارورة كنافورة. يصبح المحلول ورديًا أحمر بسبب أساسه (محلول الأمونيا يعمل كقاعدة).

3- It can be liquidized at room temperature with 8-10 atm pressure. The boiling point of liquid Ammonia is (-33.5°C) under the normal atmospheric pressure. It vapors at high temperature and for this reason it is used in refrigeration and ice production.

يمكن تصفيته في درجة حرارة الغرفة بضغط ٨-١٠ ضغط جوي. درجة غليان الأمونيا السائلة هي (-٣٣,٥ درجة مئوية) تحت الضغط الجوي العادي. إنها أبخرة عند درجة حرارة عالية ولهذا السبب يتم استخدامها في التبريد وإنتاج الثلج.

Chemical properties of ammonia : الخواص الكيميائية للأمونيا :

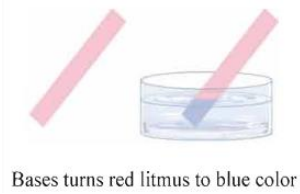
1. Ammonia molecule is chemically stable, yet it can release nitrogen and hydrogen when you pass gas on a hot metal surface, or when passing an electric spark through the gas.

جزيء الأمونيا مستقر كيميائيًا ، ومع ذلك يمكنه إطلاق النيتروجين والهيدروجين عند تمرير الغاز على سطح معدني ساخن ، أو عند تمرير شرارة كهربائية عبر الغاز.

2. Ammonia gas is flammable in an atmosphere of oxygen, as in the following equation :

غاز الأمونيا قابل للاشتعال في جو من الأكسجين كما في المعادلة التالية :

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2 + 6H_2O$$



Bases turns red litmus to blue color

3. Ammonia solution turns the red litmus paper into blue.

٣-محلول الأمونيا يحول ورق عباد الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق.

Test of Ammonia : اختبار الأمونيا :

Ammonia can be detected by the following method :

يمكن اكتشاف الأمونيا بالطريقة التالية:

When ammonia reacts with hydrogen chloride, it produces white dense vapor which is ammonium chloride.

عندما تتفاعل الأمونيا مع كلوريد الهيدروجين ، فإنها تنتج بخار أبيض كثيف وهو كلوريد الأمونيوم.

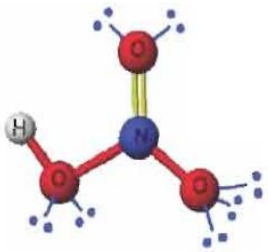
$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(g)}\uparrow$$

Ammonia — Hydrogen chloride — Ammonium chloride

2 – Nitric acid, HNO_3 :

Nitric acid is the most important oxygenated acids of nitrogen which has a molecular formula HNO_3.

حمض النيتريك هو أهم الأحماض المؤكسجة للنيتروجين والتي لها الصيغة الجزيئية HNO_3 .



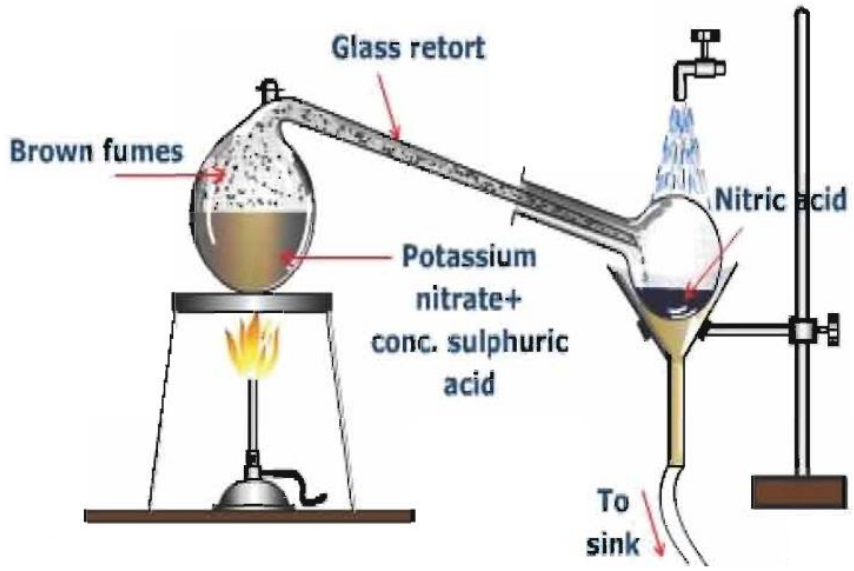
Nitric Acid, HNO_3

Preparation of Nitric Acid in Laboratory : تحضير حامض النيتريك في المختبر

This acid is usually prepared by heating a mixture of Potassium nitrate salt with sulfuric acid in the glass retort,and the nitric acid vapor resulting from the interaction is condensed in a water-cooled vessel the interaction can be expressed in the following equation :

يتم تحضير هذا الحمض عادةً عن طريق تسخين خليط من ملح نترات البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك في معوجة زجاجية ، ويتكثف بخار حمض النيتريك الناتج عن التفاعل في وعاء مبرد بالماء ، ويمكن التعبير عن التفاعل بالمعادلة التالية :

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$

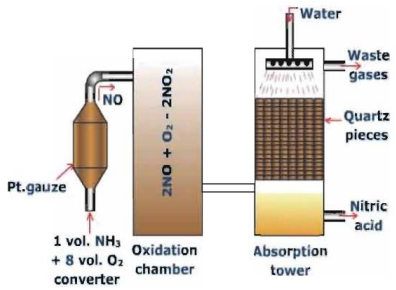


Nitric acid preparation in laboratory

Industrial preparation of the acid : التحضير الصناعي للحمض :

The acid can be prepared artificially in commercial quantities by method of ostwald whereby ammonia is oxidized in air, platinum acts as a catalyst.

يمكن تحضير الحمض صناعياً بكميات تجارية بطريقة أوستوالد حيث تتأكسد الأمونيا في الهواء ، ويعمل البلاتين كمحفز.



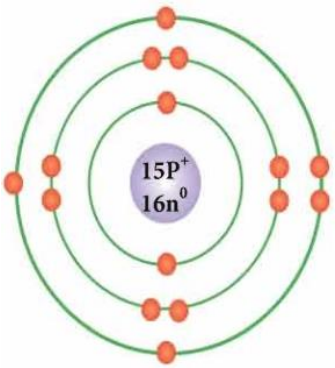
Nitric acid preparation industrial

Properties of Nitric acid: خصائص حامض النيتريك :

Pure acid is colorless, it has odorous fumes, Explain/but the color of the impure acid (or the pure acid after leaving for a period of time) is yellow Answer/due to containing soluble nitrogen oxides (especially NO_2). The acid is completely dissolving in water forming a mixture of (68%) and it boils at 120.5 °C.

الحمض النقي عديم اللون ، وله أبخرة معطرة ، لكن لون الحمض غير النقي (أو الحمض النقي بعد مغادرته لفترة من الوقت) أصفر بسبب احتوائه على أكاسيد النيتروجين القابلة للذوبان (خاصة NO_2 ،). يذوب الحمض تمامًا في الماء مكونًا خليطًا من (٦٨٪) ويغلي عند ١٢٠,٥ درجة مئوية.

7 – 4 PHOSPHORUS



Shell symbol	(Shell number	Electronnumber
K	1	2
L	2	8
M	3	5

Electron configuration of phosphorus

Chemical Symbol: P

Atomic Number : 15

Mass Number : 31

7 – 4 – 1 Existence of Phosphorus:

This element is an essential component in living things, it is found in nerve cells, bones and cell cytoplasm. It is not found freely in nature. Apatite ores (apatite: impure form of calcium phosphate) are important source of this element.

هذا العنصر هو عنصر أساسي في الكائنات الحية ، يوجد في الخلايا العصبية والعظام والسيتوبلازم الخلوي. لا توجد بحرية في الطبيعة. تعتبر خامات الأباتيت (الأباتيت: شكل من فوسفات الكالسيوم) مصدرًا مهمًا لهذا العنصر.

7 – 4 – 2 Industrial Production of Phosphorous:

Explain / There is no need to prepare Phosphorous in laboratory.

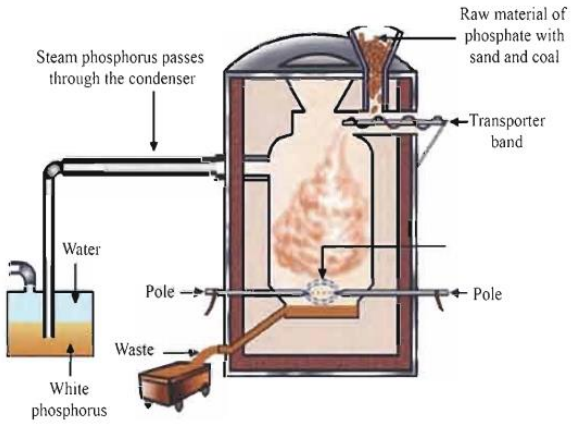
علل / ليست هناك حاجة لتحضير الفوسفور في المختبر.

Answer / Because Phosphate ores contain high ratio of phosphorous, therefore, these ores represent the basic source for commercial phosphorous production with high purity.

الجواب / لأن خامات الفوسفات تحتوي على نسبة عالية من الفوسفور ، لذلك فإن هذه الخامات تمثل المصدر الأساسي لإنتاج الفوسفور التجاري بنقاوة عالية.

Phosphorous is normally produced by heating Calcium Phosphate $Ca_3(PO_4)_2$ with the sand (SiO_2) and carbon C in an electrical oven at high temperature, air-tight, as in the following equation:

ينتج الفوسفور عادة عن طريق تسخين فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ بالرمل (SiO_2) والكربون C في فرن كهربائي عند درجة حرارة عالية ، ومحكم الغلق ، كما في المعادلة التالية:



Preparation of Phosphorous in industry

$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10CO \xrightarrow{1500°C} 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$$

The resulting phosphorous is white, sometimes called yellow phosphorous it is cast in the form of cylinder bars.

يكون الفسفور الناتج أبيض اللون ، ويسمى أحيانًا الفوسفور الأصفر ، ويصب في شكل قضبان أسطوانية.

Explain / Casting process and preservation of white phosphorous is done underwater.

علل / عملية الصب والحفاظ على الفوسفور الأبيض تتم تحت الماء

Answer / Because of the low temperature of flammability, fast integration with oxygen, high flammability in air.

الجواب / بسبب انخفاض درجة حرارة القابلية للاشتعال ، والتكامل السريع مع الأكسجين ، وقابلية عالية للاشتعال في الهواء.

7 – 4 – 3 Properties of Phosphorous:

White phosphorus

Phosphorous is normally white (yellowish) having a waxy form.

عادة ما يكون الفوسفور أبيض (مصفر) وله شكل شمعي.

As for pure Phosphorous, it is solid colorless and transparent.

أما الفوسفور النقي فهو صلب عديم اللون وشفاف.

Red phosphorus

There are other types of it, red or black (or purple), the most common is white and red phosphorous.

هناك أنواع أخرى منه ، أحمر أو أسود (أو أرجواني) ، وأكثرها شيوعًا هو الفوسفور الأبيض والأحمر.

Exp. White Phosphorous is more active than red phosphorous under normal temperatures, Ans. because atoms of these two forms of phosphorous differ in the way that they bind.

يعتبر الفوسفور الأبيض أكثر نشاطًا من الفوسفور الأحمر تحت درجات الحرارة العادية ، لأن ذرات هذين الشكلين من الفوسفور تختلف في طريقة ارتباطها.

Properties of white phosphorous

خصائص الفوسفور الأبيض

1. White phosphorous glows in the dark, looking pale green when exposed to damp air, this process is called chemical luminance or "glitter", accompanied by garlic-like odor.

الفسفور الأبيض يضيء في الظلام ، ويظهر باللون الأخضر الباهت عند تعرضه للهواء الرطب ، وتسمى هذه العملية الإنارة الكيميائية أو "اللمعان" ، مصحوبة برائحة تشبه رائحة الثوم.

2. It burns spontaneously "automatically" in air at room temperature due to enough oxidation, releasing phosphorous pentoxide (P_2O_5), see the follow ing equation:

يحترق تلقائيًا "تلقائيًا" في الهواء عند درجة حرارة الغرفة بسبب الأكسدة الكافية ، مما يؤدي إلى إطلاق خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) ، انظر المعادلة التالية:

$$P_4 + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

Under other conditions, (limited amount of oxygen) white phosphorous oxidizes to form phosphorous trioxide P_2O_3 as in the following equation:

في ظل ظروف أخرى ، (كمية محدودة من الأكسجين) يتأكسد الفوسفور الأبيض ليشكل ثلاثي أكسيد الفوسفور P_2O_3 كما في المعادلة التالية:

$$P_4 + 3O_2 \longrightarrow 2P_2O_3$$

3. White Phosphorous is a poisonous for cells of living things whereby it penetrates into the digestive system and dissolves in the digestive juices , turning into a poison, unlike red phosphorous which doesn't dissolve in the juices.

الفوسفور الأبيض مادة سامة لخلايا الكائنات الحية حيث يخترق الجهاز الهضمي ويذوب في العصارات الهضمية ويتحول إلى سم على عكس الفوسفور الأحمر الذي لا يذوب في العصائر.

Comparison of white and red phosphorous

No.	White phosphorous	Red phosphorous
1	Translucent, white to yellowish color شفاف ، أبيض إلى لون مصفر	Its external surface is red to violet color لون سطحه الخارجي أحمر إلى بنفسجي
2	Exp. Produced in the rod form and stored under water Ans. because of its activity يتم إنتاجه على شكل قضيب ومخزن تحت الماء بسبب نشاطه	Produced in powder form it is not effected by air at ordinary condition يتم إنتاجه في شكل مسحوق ولا يتأثر بالهواء في الظروف العادية
3	Lower density than the red كثافة أقل من الأحمر	Higher density than the white كثافة أعلى من الأبيض
4	Soluble in some organic solvents such as carbon disulfide but insoluble in water قابل للذوبان في بعض المذيبات العضوية مثل ثاني كبريتيد الكربون ولكنه غير قابل للذوبان في الماء	Insoluble in organic solvents and water غير قابل للذوبان في المذيبات العضوية والمياه
5	Its melting point is low نقطة انصهارها منخفضة	Sublimates by heating يتصاعد عن طريق التسخين
6	Its flash point is low so it burns easily نقطة وميضها منخفضة لذا فهي تحترق بسهولة	Its flash point is high نقطة الوميض عالية
7	lt is poisonous إنه سام	It is not poisonous ليست سامة

7 – 4 – 4 Some Phosplhorous Compounds:

Phosphoric Acid (H_3PO_4)

A densely formed ,colorless and odorless liquid. سائل عديم اللون والرائحة كثيف التكوين

This acid is weak non oxidative acid. هذا الحمض هو حمض ضعيف غير مؤكسد

It reacts with bases forming phosphorous salts, such as sodium phosphate Na_3PO_4 which is used as preservative for some food products, meat and many other usees.

يتفاعل مع القواعد المكونة لأملاح الفوسفور ، مثل فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 الذي يستخدم كمواد حافظة لبعض المنتجات الغذائية واللحوم والعديد من الاستخدامات الأخرى.

Have major importance in manufacturing phosphate fertilizers.

لها أهمية كبيرة في تصنيع الأسمدة الفوسفاتية.

7 – 4 – 5 Industrial Uses of some Phosphorous compounds:

1 – Matchsticks:

Matchsticks:

Matchsticks are processed by Ammonium Phosphate solution $(NH_4)_3PO_4$. This material helps burn the matchstick in a smokeless flame. It also helps keep the flame burning completely. It also ensures the stick put off when the flame goes off, therefore, no hazard of fires when the matchstick is thrown away. The top of the stick is covered by a paste made of:

تتم معالجة أعواد الثقاب بواسطة محلول فوسفات الأمونيوم $(NH_4)_3PO_4$ تساعد هذه المادة على حرق عود الثقاب في لهب لا يدخن. كما أنه يساعد في الحفاظ على اللهب مشتعلًا تمامًا. كما أنه يضمن تأجيل العصا عندما تنفجر الشعلة ، وبالتالي ، لا يوجد خطر نشوب حرائق عند رمي عود الثقاب بعيدًا. الجزء العلوي من العصا مغطى بمعجون مصنوع من:

a. Flammable material like antimony sulfide Sb_2S_3.
مادة قابلة للاشتعال مثل كبريتيد الأنتيمونSb_2S_3

b. An oxidant, like Potassium Chlorate, $KClO_3$.
عامل مؤكسد مثل كلورات البوتاسيوم$KClO_3$

c. Friction material like glass powder.
مادة الاحتكاك مثل مسحوق الزجاج

d. Glue material to bind the ingredients of the paste when the top of the matchstick is rubbed against the side of the box which contains red phosphorous, a sufficient heat is generated to ignite the side of the box then this ignition transfer to the top of the matchstick and it burns.

مادة صمغية لربط مكونات العجينة عند فرك الجزء العلوي من عود الثقاب على جانب الصندوق الذي يحتوي على فوسفور أحمر ، يتم توليد حرارة كافية لإشعال جانب الصندوق ثم ينتقل هذا الاشتعال إلى أعلى عود الثقاب وتحترق.

2 – Phosphate Fertilizers:

Phosphorous is an essential element in the growth of plants, it plays a vital role in the life of living beings and the development of the skeletal structure of animals and humans. Therefore, it is important for plants to make use of this element in the soil in the form of soluble compounds.

الفوسفور عنصر أساسي في نمو النباتات ، فهو يلعب دورًا حيويًا في حياة الكائنات الحية وتطور الهيكل العظمي للحيوانات والبشر. لذلك ، من المهم للنباتات الاستفادة من هذا العنصر في التربة في شكل مركبات قابلة للذوبان.

Use of Fertilizers

Since calcium phosphate (the original source of phosphate in nature), which is a salt that is fairly insoluble in water, therefore, it is necessary to transform it into a salt easily soluble in water to be used as a fertilizer.

نظرًا لأن فوسفات الكالسيوم (المصدر الأصلي للفوسفات في الطبيعة) ، وهو ملح غير قابل للذوبان في الماء إلى حد ما ، لذلك من الضروري تحويله إلى ملح قابل للذوبان في الماء بسهولة لاستخدامه كسماد

When calcium phosphate (naturally found in rocks) is processed with sulfuric acid, it changes into another chemical formula known commercially as super-phosphate fertilizer. It is soluble in water, so that the plant can make use of it, as in the following equation:

عندما تتم معالجة فوسفات الكالسيوم (الموجود بشكل طبيعي في الصخور) بحمض الكبريتيك ، فإنه يتحول إلى صيغة كيميائية أخرى تُعرف تجاريًا باسم الأسمدة الفوسفاتية الفائقة. وهو قابل للذوبان في الماء حتى يستفيد منه النبات كما في المعادلة التالية:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$$

This fertilizer is used to increase soil fertility.

يستخدم هذا السماد لزيادة خصوبة التربة

Other kinds of phosphate fertilizers can be prepared through the reaction of phosphoric acid with calcium phosphate to form a fertilizer commercially called triple super-phosphate $Ca(H_2PO_4)_2$.

يمكن تحضير أنواع أخرى من الأسمدة الفوسفاتية من خلال تفاعل حمض الفوسفوريك مع فوسفات الكالسيوم لتكوين سماد تجاري يسمى سوبر فوسفات ثلاثي الكالسيوم$Ca(H_2PO_4)_2$

Explain / Fertilizer triple super-phosphate better than ordinary phosphate.

علل / سماد ثلاثي سوبر فوسفات أفضل من الفوسفات العادي

Answer / Because it doesn't contain calcium sulfate.

الإجابة / لأنها لا تحتوي على كبريتات الكالسيوم.

محمد أحمد شهاب

CHAPTER QUESTIONS 7

Q 7.1 Complete the following statements :

1. Atomic number of nitrogen is 7 therefore its nucleus contains 7 proton which 7 electrons rotate around of nucleus.
2. Atomic number of phosphorus is 15 therefore its nucleus contains proton, 15 which 15 electrons rotate around of nucleus.
3. A match's tip is coated with a paste,which consist of the following substance.

   a) Inflammable material such as antimony sulfide Sb_2S_3.

   b) An oxidizing material such as Potassium Chlorate, $KClO_3$.

   c) A material that increases the friction force such as glass powder.

4. Nitrogen has diatomic molecule in nature. Chemical symbol of nitrogen N_2
5. NH_3 is symbol of ammonia molecule. This molecule consists of 1 atom nitrogen and three atoms hydrogen
6. What is the benefts of fertilizer of phosphate?
   - Phosphate is an essential element in the growth of plants.
   - It plays a vital role in the development of the skeletal structure of animals and humans.
   - Phosphate fertilizer is used to increase soil fertility.

Q7.2 Choose the correct answer :

1. Which one of the following percentage of nitrogen in earth's atmosphere ?

   a) 21% b) 78% c) 50%

2. Which of the following compounds is used in preparation of nitrogen gas in laboratory ?

   a) Copper oxide

   b) Calcium Chloride

   c) Ammonium Chloride and sodium nitrate in the presente of water.

3. Among those substances, where as phosphorus enters their structure a substance directly used as phosphate fertilizer; this substance is .....

   a) bones

   b) natural calcium phosphate

   c) super phosphate

4. Which one of the following can be a proof that shows presence of ammonia in a solution ?

   a) It turns red litmus to blue.

   b) It turns blue litmus to red.

   c) It turns red litmus to yellow.

5. Heat of your hand is sufficient to ignite one form of phosphorus element, thus it should not be handle with hand when it is used in experiments for studying the phosphorus properties. This form is .....

   a) Red phosphorus

   b) White phosphorus

6. Which method is used to preparation of nitric acid in industry ?

   a) Heating of Potassium nitrate salt and concentrated sulfuric acid mixtures

   b) Oxidizing of ammonia by using catalyst platinum in atmospheric pressure.

   c) Separation of ammonia molecule in aqueous solution dissociation.

7. When phosphorous burns in enough of air, mostly produces .....

   a) Phosphorous trioxide

   b) Phosphorous pentaoxide

   c) Phosphorous nitrate

محمد احمد شهاب

Q7.3 Complete the following reactions equations then balance them and write name of reactants and products :

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

b) $Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$

c) $2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10CO \xrightarrow{1500°C} 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$

Q7.4 Mark the following sentences as true (T) or false (F) after that correct the false sentences :

a. Phosphorous element exists compound form in the nature. T
b. Highly tempretures are used in preparation of ammonia in industry. F
High pressure
c. Nitrogen has five electrons in outermost energy level. It can be composed single or multiple covalent bond. T
d. Compounds which are called "phosphate" are salt of common phosphoric acid H_3PO_4. T
e. White phosphorus is poisonous material thus it is stored under water. F
Because its high flammability in air
f. Red phosphorus is stored in the water container bottles. F White
g. White phosphorus is more reactive than red phosphorus, where as they are two forms for same element. T
h. The color of pure Nitric acid after a while becomes yellow after a while. T

محمد احمد شهاب

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER EIGHT

GROUP VIA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

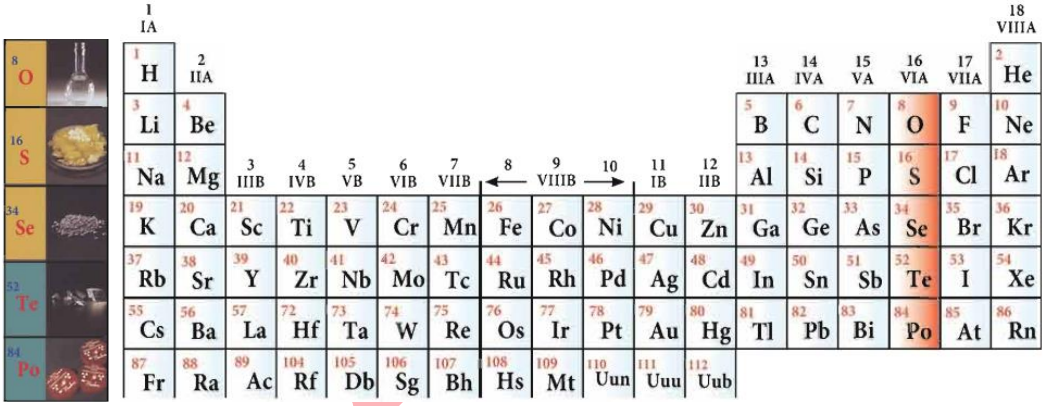
CHAPTER EIGHT

GROUP VIA

8 – 1 INTRODUCTION

Group VIA elements appear on the right side of the periodic table. They include five elements : Oxygen (O), Sulfur (S), Selenium (Se), Tellurium (Te), Polonium (Po). Figure illustrates the location of this group on the periodic table.

تظهر عناصر المجموعة VIA على الجانب الأيمن من الجدول الدوري. وهي تشمل خمسة عناصر: الأكسجين (O) ، والكبريت (S) ، والسيلينيوم (Se) ، والتيلوريوم (Te) ، والبولونيوم (Po). يوضح الشكل موقع هذه المجموعة في الجدول الدوري.



8 – 2 GENERAL PROPERTIES OF GROUP VIA

الخصائص العامة للمجموعة السادسة

Elements of this group are characterized by gradual increase in their atomic numbers ,whereby oxygen and sulfur are considered as nonmetal while selenium and tellurium have non-metalic properties, as for polonium, it has pure metal properties. All elements of the group VIA has six electrons in the outer shell which make them "hunt" two electrons from other elements in order to have a stable electron configuration similar to that of noble elements.

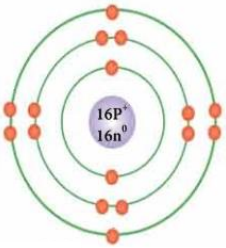
تتميز عناصر هذه المجموعة بالزيادة التدريجية في أعدادها الذرية ، حيث يعتبر الأكسجين والكبريت من اللافلزات بينما يمتلك السيلينيوم والتيلوريوم خواص غير معدنية ، أما البولونيوم فلديه خصائص معدنية نقية. تحتوي جميع عناصر مجموعة VIA على ستة إلكترونات في الغلاف الخارجي مما يجعلها "تصطاد" إلكترونين من العناصر الأخرى من أجل الحصول على تكوين إلكترون مستقر مشابه لتكوين العناصر النبيلة.

Tellurim

Cesium

Sulfur

8 – 3 SULFUR



Electron configuration of sulfur atom

Symbol of shell	(Shell number (n)	Number of electron
K	1	2
L	2	8
M	3	6

Chemical symbol: S
Atomic number : 16
Mass number : 32

8 – 3 – 1 Occurrence of Sulfur : وجود الكبريت :

Sulfur is found in nature in Mosul city, Mishraq region, Northern Iraq. It is found in the form of compounds such as hydrogen sulfide, H_2S, and sulfur dioxide, SO_2 which evaporate with other volcanic gases

يوجد الكبريت في الطبيعة في مدينة الموصل ، منطقة المشراق ، شمال العراق. يوجد في شكل مركبات مثل كبريتيد الهيدروجين ، H_2S ، وثاني أكسيد الكبريت ، SO_2 التي تتبخر مع الغازات البركانية الأخرى

8 – 3 – 2 Preparation of Sulfur : تحضير الكبريت :

a – Preparation of sulfur in laboratory : تحضير الكبريت في المختبر :

Sulfur can be prepared in laboratory by adding concentrated hydrochloric acid to sodium thiosulfate, $Na_2S_2O_3$ (at -10°C). Sulfur precipitates and collected through filtration according to the following reaction equation :

يمكن تحضير الكبريت في المختبر عن طريق إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز إلى ثيوسلفات الصوديوم ، $Na_2S_2O_3$ (عند -١٠ درجة مئوية). يترسب الكبريت ويجمع من خلال الترشيح وفقًا لمعادلة التفاعل التالية:

$$2HCl + Na_2S_2O_3 \xrightarrow{-10°C} S\downarrow + SO_2\uparrow + 2NaCl + H_2O$$

Concentrated hydrochloric acid	Sodium thiosulfate		Sulfur	Sulfur dioxide	Sodium chloride	Water

b – Extraction of Sulfur : استخلاص الكبريت :

Sulfur is extracted by using Frasch Process. يتم استخراج الكبريت باستخدام عملية فراش

This process is done by three overlapping tubes pivotally centered :

تتم هذه العملية من خلال ثلاثة أنابيب متداخلة تتمحور حول محور:

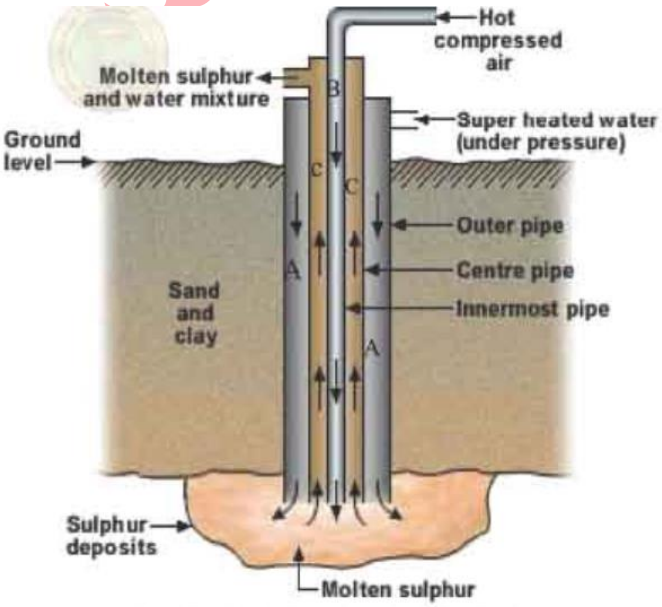
1. Pressurized and superheated to 170 ° C water vapor is pushed into the outer tube (A) to where sulfur converges, this pressure melts sulfur underground.
١. يتم دفع بخار الماء المضغوط والمسخن إلى ١٧٠ درجة مئوية إلى الأنبوب الخارجي (A) حيث يتقارب الكبريت ، ويؤدي هذا الضغط إلى إذابة الكبريت تحت الأرض.

2. Pressurized air from tube B lifts up molten sulfur through tube C, the middle tube.
٢. يرفع الهواء المضغوط من الأنبوب B الكبريت المنصهر عبر الأنبوب C ، الأنبوب الأوسط.

3. Sulfur comes out to the surface from tube C mixed with some air bubbles.
٣. يخرج الكبريت إلى السطح من الأنبوب C الممزوج ببعض فقاعات الهواء.

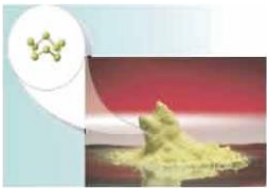
- On the surface, molten sulfur is cast in large basins and left to cool down and solidify.
على السطح ، يُصب الكبريت المنصهر في أحواض كبيرة ويترك ليبرد ويتصلب.

- Much of the sulfur produced by using this process is 99.5% - 99.9% pure, therefore in needs no further re-purification.
معظم الكبريت المنتج باستخدام هذه العملية نقي بنسبة ٩٩,٥٪ - ٩٩,٩٪ ، وبالتالي لا يحتاج إلى مزيد من التنقية.



Frasch process for the extraction of sulphur (or mining of sulphur).

8 – 3 – 3 General Properties of Sulfur : الخصائص العامة للكبريت :



1 – Physical Properties : الخصائص الفيزيائية :

a. It is yellow solid substance مادة صلبة صفراء
b. Tasteless, with distinctive odor. لا طعم ، له رائحة مميزة
c. Insoluble in water, yet dissolves in some inorganic solvents like carbon disulfide, CS_2. If carbon disulfide is evaporated, sulfur with 8 atoms (S_8) deposits gradually in the form of crystals.

غير قابل للذوبان في الماء ولكنه يذوب في بعض المذيبات غير العضوية مثل ثاني كبريتيد الكربون ، CS_2. إذا تم تبخير ثاني كبريتيد الكربون ، فإن الكبريت الذي يحتوي على ٨ ذرات (S_8) يترسب تدريجياً على شكل بلورات.

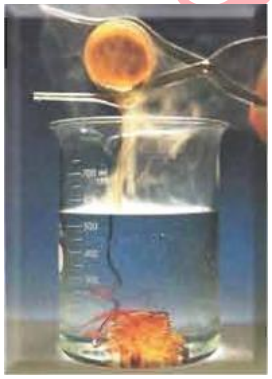
d. Non-conductor of electricity. غير موصل للكهرباء
e. Has various forms in nature with variant physical properties.

له أشكال مختلفة في الطبيعة مع خصائص فيزيائية مختلفة.

Sulfur has two main allotropes : يحتوي الكبريت على نوعين من التآصل الرئيسيين :

Rhombic sulfur

Prismatic sulfur



1. Crystalline sulfur : كبريت بلوري

Rhombic sulfur is the most common type it is a yellow crystal , It is the most stable form of sulfur. It is found as cyclic S_8 molecule . Explain / There is another type of crystal sulfur, called the prismatic, Answer / because its crystals look like prism.

الكبريت المعيني هو النوع الأكثر شيوعًا وهو بلورة صفراء ، وهو أكثر أشكال الكبريت استقرارًا. تم العثور عليه كجزيء دوري S_8. هناك نوع آخر من الكبريت البلوري ، يسمى المنشور ، لأن بلوراته تشبه المنشور.

Non-crystalline sulfur : الكبريت غير البلوري

like rubber or plastic sulfur. It is called amorphous sulfur.

مثل الكبريت المطاط أو البلاستيك. يطلق عليه الكبريت غير المتبلور.

It can be prepared by heating sulfur to 1500 ° C and pouring the liquid sulfur into cold water, whereby spiral chains are formed.

يمكن تحضيره عن طريق تسخين الكبريت إلى ١٥٠٠ درجة مئوية وصب الكبريت السائل في الماء البارد ، حيث يتم تشكيل سلاسل لولبية.

Three-dimensional shape of the S_8 molecule

It is less stable than crystal sulfur, it turns to crystal sulfur gradually. Sulfur has the formulas; S_8 and S_6 . Explain / The first form is more active than the latter Answer / due to the high tension of the rhombic ring.

إنه أقل ثباتًا من الكبريت البلوري ، ويتحول إلى كبريت بلوري تدريجيًا. الكبريت له الصيغ S_8 و S_6 الشكل الأول أكثر نشاطًا من الأخير بسبب التوتر العالي للحلقة المعينية.

2 – Chemical Properties of Sulfur : الخواص الكيميائية للكبريت

Sulfur is not reactive under normal temperatures, but when heated it gets active and reacts chemically, As follows :

الكبريت لا يتفاعل تحت درجات الحرارة العادية ، ولكن عند تسخينه يصبح نشطًا ويتفاعل كيميائيًا ، على النحو التالي:

a- Reaction with non-metals: Sulfur burns easily in air producing blue flame, reacts with oxygen gas and releases a huge amount heat and sulfur dioxide as in the following reaction :

التفاعل مع اللافلزات: يحترق الكبريت بسهولة في الهواء وينتج لهبًا أزرق ويتفاعل مع غاز الأكسجين ويطلق كمية كبيرة من الحرارة وثاني أكسيد الكبريت كما في التفاعل التالي :

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

Sulfur reacts with carbon to produce carbon disulfide, CS_2

يتفاعل الكبريت مع الكربون لإنتاج ثاني كبريتيد الكربون ، CS_2

$$2S + C \xrightarrow{\Delta} CS_2$$

b- Reaction with metals: Sulfur reacts with metals like iron, copper and zinc to produce metal sulfides :

التفاعل مع المعادن: يتفاعل الكبريت مع معادن مثل الحديد والنحاس والزنك لإنتاج كبريتيدات المعادن :

$$S + Fe \xrightarrow{\Delta} FeS$$

Iron (II) sulfide

Exercise 8 – 1

write Sulfur reaction eqution with copper and Zinc.

اكتب معادلة تفاعل الكبريت مع النحاس والزنك.

c. Reaction with concentrated and oxidized acids:

التفاعل مع الأحماض المركزة والمؤكسدة :

Sulfur is not affected by dilute acids while it is oxidized with concentrated acids such as hot sulfuric acid, producing non-metallic oxides.

لا يتأثر الكبريت بالأحماض المخففة بينما يتأكسد بالأحماض المركزة مثل حامض الكبريتيك الساخن وينتج أكاسيد غير معدنية .

$$S + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 3SO_2 + 2H_2O$$

Concentrated and hot

With hot concentrated nitric acid, it produces non-metal oxides of NO_2 :

مع حامض النيتريك المركز الساخن ، ينتج أكاسيد غير معدنية من NO_2 :

$$S + 6HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

8 – 3 – 4 Uses of Sulfur: استخدامات الكبريت

Sulfur has many uses in industrial and agricultural fields, it is used in

للكبريت استخدامات عديدة في المجالات الصناعية والزراعية حيث يستخدم فيها

1. matchsticks and black gunpowder arnd fireworks because of high flammability. أعواد الثقاب والبارود الأسود هي الألعاب النارية بسبب قابليتها للاشتعال العالية
2. It is used in agriculture to balance earth alkaline as well as a fertilizer.
يتم استخدامه في الزراعة لتحقيق التوازن بين قلوية الأرض وكذلك الأسمدة
3. It is used to produce sulfuric acid, paints. يتم استخدامه لإنتاج حامض الكبريتيك والدهانات
4. It is used mining metals and oil refinery, films, drug industry.
يتم استخدامه معادن التعدين ومصافي النفط والأفلام وصناعة الأدوية.

8 – 3 – 5 Some Sulfur Compounds : بعض مركبات الكبريت :

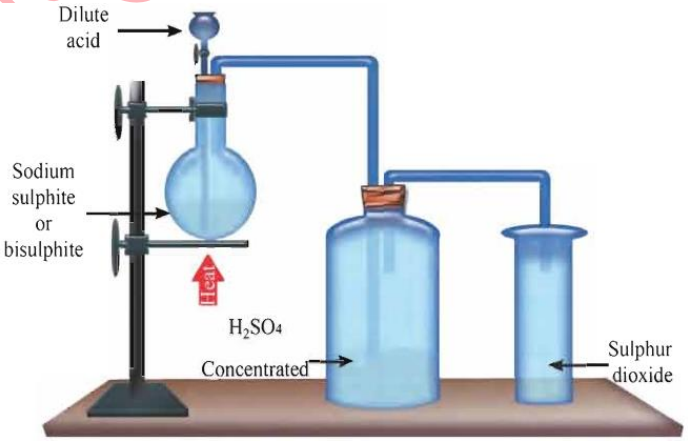
a- Sulfur Dioxide (SO_2) : ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) :

Preparation of SO_2 in laboratory : تحضير ثاني أكسيد الكبريت في المختبر :

Sulfur dioxide is prepared at laboratory by adding dilute sulfuric acid to sodium sulfite, Na_2SO_3 . Explain / It can be collected by pumping air out from above Answer / because it is heavier than air. As in the following equation :

يتم تحضير ثاني أكسيد الكبريت في المختبر عن طريق إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى كبريتيت الصوديوم ، Na_2SO_3 يمكن جمعها عن طريق ضخ الهواء من أعلى لأنها أثقل من الهواء. كما في المعادلة التالية :

$$H_2SO_4 + Na_2SO_3 \longrightarrow SO_2\uparrow + Na_2SO_4 + H_2O$$



Preparation of sulfur dioxide in laboratory

Properties of SO_2 : خصائص ثاني أكسيد الكبريت SO_2

1. Sulfur dioxide is a colorless gas with a strong characteristic smell.
ثاني أكسيد الكبريت غاز عديم اللون ذو رائحة قوية مميزة.
2. It is heavier than air. أثقل من الهواء.
3. It does not dissolve much in water producing a weak solution of sulfurous acid : لا يذوب كثيرًا في الماء مما ينتج عنه محلول ضعيف من حامض الكبريتيك :

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

Sulfurous acid

4. The color of the blue litmus paper is turned to red .
يتحول لون ورق عباد الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر.

Preparation of SO_2 industrially : تحضير ثاني أكسيد الكبريت صناعياً :

Large quantities of sulfur dioxide can be industrially produced by the combustion of sulfur in air. The molten sulfur is pumped in special combustion towers. The resultant gas contains some impurities which need to be removed :

يمكن إنتاج كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت صناعيًا عن طريق احتراق الكبريت في الهواء. يتم ضخ الكبريت المنصهر في أبراج احتراق خاصة. يحتوي الغاز الناتج على بعض الشوائب التي يجب إزالتها:

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

Uses of sulfur dioxide : استخدامات ثاني أكسيد الكبريت :

1. sulfur dioxide is commercially used in decolorizing the delicate organic substances such as paper, straw, artificial silk and wool.
يستخدم ثاني أكسيد الكبريت تجاريًا في إزالة لون المواد العضوية الحساسة مثل الورق والقش والحرير الصناعي والصوف.
2. This gas can also be used for sterilizing purposes by the process of combustion some quantities inside the places that need to be sterilized.
يمكن استخدام هذا الغاز ايضا لاغراض التعقيم من خلال عملية احتراق بعض الكميات داخل الاماكن المراد تعقيمها.
3. It is, in addition, used as a preservative agent in food industries.
بالإضافة إلى ذلك ، فإنه يستخدم كعامل حافظة في الصناعات الغذائية.

- Sulfur can burn spontaneously in air at (400°C) with the existence of oxygen. This gas is bad for health and it is also the main cause of acid rains.
يمكن أن يحترق الكبريت تلقائيًا في الهواء عند (٤٠٠ درجة مئوية) مع وجود الأكسجين. هذا الغاز مضر بالصحة وهو أيضًا السبب الرئيسي للأمطار الحمضية.

محمد أحمد شهاب

b – Hydrogen Sulfide (H_2S) : كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

Hydrogen sulfide is a colorless gas with a characteristic foul odor of rotten eggs. كبريتيد الهيدروجين غاز عديم اللون له رائحة كريهة مميزة للبيض الفاسد

- Hydrogen sulfide occurs in nature as a result from the bacterial breakdown of the organic matters.
  يحدث كبريتيد الهيدروجين في الطبيعة نتيجة للتحلل البكتيري للمواد العضوية.
- Hydrogen sulfide is present in underground water that contains sulfur as in the mineral water wells in Hammam Al-Aleel in Nineveh Province north of Iraq .
  يتواجد كبريتيد الهيدروجين في المياه الجوفية التي تحتوي على الكبريت كما هو الحال في آبار المياه المعدنية في حمام العليل بمحافظة نينوى شمال العراق.
- It can produce hydrogen sulfide from the biological activity of some kinds of bacteria. يمكن أن ينتج كبريتيد الهيدروجين من النشاط البيولوجي لبعض أنواع البكتيريا
- Hydrogen sulfide also occurs in almost all the natural and petroleum gases. يوجد كبريتيد الهيدروجين أيضًا في جميع الغازات الطبيعية والغازات البترولية تقريبًا
- Natural gas contains 28% of hydrogen sulfide .
  يحتوي الغاز الطبيعي على ٢٨٪ من كبريتيد الهيدروجين.

Preparation of H_2S :

Gas hydrogen sulfide gas can be produced in laboratories using the same device used to produce SO_2. The device is based on the reaction of the diluted acids such as sulfuric acid with metal sulfides such as iron (II) sulfide as in the following equation :
يمكن إنتاج غاز كبريتيد الهيدروجين في المختبرات باستخدام نفس الجهاز المستخدم لإنتاج ثاني أكسيد الكبريت. يعتمد الجهاز على تفاعل الأحماض المخففة مثل حامض الكبريتيك مع كبريتيدات المعادن مثل كبريتيد الحديد (II) كما في المعادلة التالية:

$$\underset{\text{Iron (II) sulfide}}{FeS} + \underset{\text{Sulfuric acid}}{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\text{Hydrogen sulfide}}{H_2S\uparrow} + \underset{\text{Iron (II) sulfate}}{FeSO_4}$$

Test of hydrogen sulfide gas :

Passing hydrogen sulfide gas through in the solutions of metal ions like copper (II) sulfate results in a black precipitate of copper (II) sulfide according to the following equation :
يؤدي تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين في محاليل أيونات المعادن مثل كبريتات النحاس (II) إلى ترسب أسود من كبريتيد النحاس (II) وفقًا للمعادلة التالية:

$$H_2S + CuSO_4 \longrightarrow H_2SO_4 + CuS\downarrow$$

Hydrogen sulfide — Copper (II) sulfate — Sulfuric acid — Copper (II) sulfide

c – Sulfuric Acid (H_2SO_4)

Sulfuric acid is a colorless oily liquid with high density and has no characteristic smell when it is pure. It is a highly corrosive strong acid. It is soluble in water at all concentrations and its solutions have high electrical conductivity.

حمض الكبريتيك سائل زيتي عديم اللون ذو كثافة عالية وليس له رائحة مميزة عندما يكون نقيًا. إنه حمض قوي شديد التآكل. قابل للذوبان في الماء بجميع التركيزات ومحاليله لها موصلية كهربائية عالية.

1- Industrial Manufacturing of Sulfuric Acid التصنيع الصناعي لحمض الكبريتيك

Sulfuric acid can be industrially manufactured by contact process which simply involves the reaction between sulfur and oxygen to produce sulfur dioxide :

يمكن تصنيع حامض الكبريتيك صناعيًا عن طريق عملية التلامس التي تتضمن ببساطة التفاعل بين الكبريت والأكسجين لإنتاج ثاني أكسيد الكبريت:

$$S + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} SO_2$$

Sulfur dioxide is pumped into chamber which contains catalyst to obtain sulfur trioxide.

يتم ضخ ثاني أكسيد الكبريت في الغرفة التي تحتوي على محفز للحصول على ثالث أكسيد الكبريت.

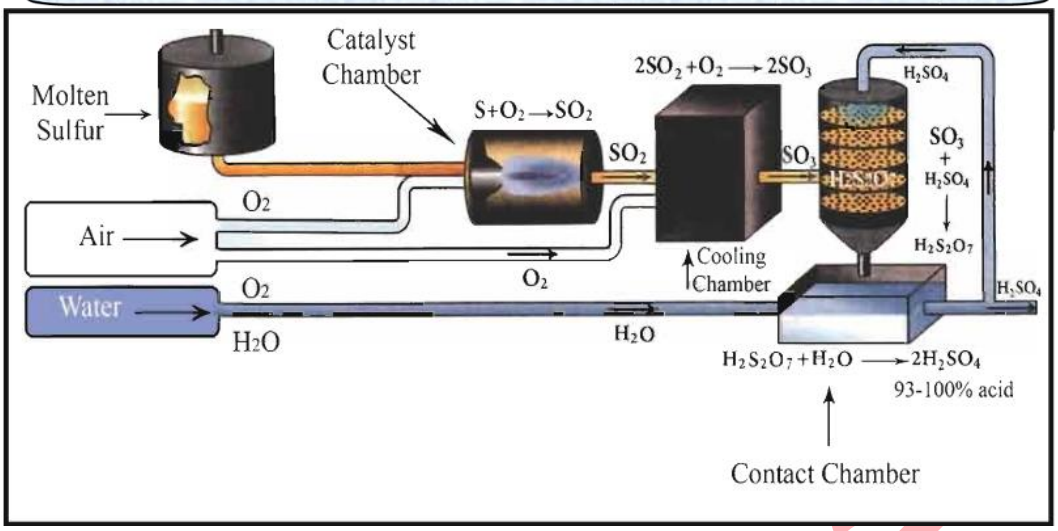
$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

Sulfur dioxide — sulfur trioxide

After that sulfur trioxide is dissolved in water. بعد ذلك يذوب ثالث أكسيد الكبريت في الماء

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

Sulfuric acid



Sulfuric acid

Sulfuric acid with a high density of (1.84 g/cm^3) Explain / and cautions must be taken when reducing its concentration. Answer / because it dissolves in water at all concentrations generating high temperature, Explain / Sulfuric acid is usually used as a drying agent Answer / because of its high ability to absorb water from the organic compounds. This can be shown when we put a spoonful sugar in a bowel full of concentrated sulfuric acid. We see that a black carbonic substance results from the reaction in the bowel as in the following equation :

حامض الكبريتيك بكثافة عالية (١,٨٤ جم / سم^3) ويجب توخي الحذر عند تقليل تركيزه ، لأنه يذوب في الماء في جميع التركيزات التي تولد درجة حرارة عالية ، وعادة ما يستخدم حامض الكبريتيك كعامل تجفيف بسبب قدرته العالية على تمتص الماء من المركبات العضوية. يمكن إظهار ذلك عندما نضع ملعقة سكر في أمعاء مليئة بحمض الكبريتيك المركز. نرى أن مادة كربونية سوداء تنتج عن تفاعل الأمعاء كما في المعادلة التالية:

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{Concentrated } H_2SO_4} 12C + 11H_2O$$

Sugar cane — Carbon — Water

2 – Uses of Sulfuric Acid

استخدامات حامض الكبريتيك

Every year, large quantities of sulfuric acid are being produced more than any other chemical substances. The acid is used for many purposes:

في كل عام ، يتم إنتاج كميات كبيرة من حامض الكبريتيك أكثر من أي مواد كيميائية أخرى. يستخدم الحمض لأغراض عديدة:

1. Exp. / It is used in the production of other acids such as nitric and hydrochloric acids Ans. / because of its high boiling point.
   يتم استخدامه في إنتاج الأحماض الأخرى مثل أحماض النيتريك والهيدروكلوريك بسبب ارتفاع درجة غليانه.
2. Exp. / It is used as a drying agent especially with the gases which do not react with it Ans. / because of its high ability to react with water.
   يستخدم كعامل تجفيف خاصة مع الغازات التي لا تتفاعل معها بسبب قدرتها العالية على التفاعل مع الماء.

Addition of sulfuric acid into beaker which contains sugar cane

3. It is used to refine crude oil and remove impurities.
   يتم استخدامه لتكرير النفط الخام وإزالة الشوائب
4. It is used in the production of explosives like nitroglycerin nitrates and cellulose nitrates. يتم استخدامه في إنتاج المتفجرات مثل نترات النتروجليسرين ونترات السليلوز
5. It is used as a cleaning agent to remove rust from the iron tools before being painted with zinc. يستخدم كعامل تنظيف لإزالة الصدأ من أدوات الحديد قبل دهنها بالزنك
6. Exp. / It is widely used in the production of batteries (lead storage batteries) and also in the electrical coating Ans. / because of its high electrical conductivity.
   يستخدم على نطاق واسع في إنتاج البطاريات (بطاريات تخزين الرصاص) وأيضًا في الطلاء الكهربائي بسبب الموصلية الكهربائية العالية.
7. It is used in the production of chemical fertilizers such as ammonium sulfates and phosphate fertilizers.
   يستخدم في إنتاج الأسمدة الكيماوية مثل كبريتات الأمونيوم والأسمدة الفوسفاتية.

8 – 4 SULFATES الكبريتات

Sulfates are sulfuric acid salts which are derived from the reaction of sulfuric acid with the metals or with their oxides, hydroxides or carbonates. The result of such a reaction is the formation of metal sulfate salts as in the case of metal of zinc, zinc oxide, zinc hydroxide and zinc carbonates as in the equations below.

الكبريتات هي أملاح حامض الكبريتيك مشتقة من تفاعل حامض الكبريتيك مع المعادن أو مع أكاسيدها أو هيدروكسيداتها أو كربوناتها. نتيجة هذا التفاعل هي تكوين أملاح كبريتات المعادن كما في حالة معدن الزنك وأكسيد الزنك و هيدروكسيد الزنك وكربونات الزنك كما في المعادلات أدناه.

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + 2H_2O$$

$$ZnCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

8 – 4 – 1 Test of Sulfate Ion $(SO_4)^{-2}$ اختبار أيون الكبريتات $(SO_4)^{-2}$

Sulfate ions can be identified in their aqueous solutions by adding the solution which contains barium ions such as barium chloride. The result is a white precipitate of barium sulfate :

يمكن التعرف على أيونات الكبريتات في محاليلها المائية عن طريق إضافة المحلول الذي يحتوي على أيونات الباريوم مثل كلوريد الباريوم. والنتيجة هي ترسب أبيض من كبريتات الباريوم:

$$BaCl_2 + SO_4^{-2} \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2Cl^-$$

Barium chloride — Sulfate ion — Barium sulfate White precipitate — Chloride ion

محمد أحمد شهاب

CHAPTER QUESTIONS 8

Q1) Physical properties of VIA group elements are arranged from oxygen to polonium. Write the properties.

يتم ترتيب الخصائص الفيزيائية لعناصر مجموعة VIA من الأكسجين إلى البولونيوم. اكتب الخصائص.

Elements of this group are characterized by gradual increase in their atomic numbers, oxygen and sulfur are considered as nonmetal while selenium and tellurium have non-metalic properties, polonium, it has pure metal properties.

تتميز عناصر هذه المجموعة بالزيادة التدريجية في أعدادها الذرية ، ويعتبر الأكسجين والكبريت من اللافلزات بينما يمتلك السيلينيوم والتيلوريوم خواص غير معدنية ، والبولونيوم له خصائص معدنية نقية.

All elements of the group VIA has six electrons in the outer shell which make them "hunt" two electrons from other elements

تحتوي جميع عناصر المجموعة VIA على ستة إلكترونات في الغلاف الخارجي مما يجعلها "تصطاد" إلكترونين من العناصر الأخرى

Q2) Write the common electron configuration of VIA group elements.

اكتب التكوين الإلكتروني المشترك لعناصر مجموعة السادسة .

All elements of the group VIA has six electrons in the outer shell which make them "hunt" two electrons from other elements in order to have a stable electron configuration similar to that of noble elements.

تحتوي جميع عناصر مجموعة VIA على ستة إلكترونات في الغلاف الخارجي مما يجعلها "تصطاد" إلكترونين من العناصر الأخرى من أجل الحصول على تكوين إلكترون مستقر مشابه لتكوين العناصر النبيلة.

Q3) Choose the correct answer : اختر الاجابة الصحيحة

1- Sulfur element occurs, in nature, in the form of :

يحدث عنصر الكبريت في الطبيعة على شكل:

a) Only Free

b) Only combined

c) Free and combined

2- Some elements such as sulfur, phosphorous and carbon, occur in their solid states indifferent forms; they are characterized by these forms each other in some physical properties, these forms are called:

توجد بعض العناصر مثل الكبريت والفوسفور والكربون في حالتها الصلبة في صور غير مبالية. تتميز هذه الأشكال بعضها ببعض في بعض الخصائص الفيزيائية ، وتسمى هذه الأشكال:

a) Allotropes of element
b) Elements shape
c) Elements forms
d) Elements types

3- One of the following free solid molecules contains eight atoms, that is.....

يحتوي أحد الجزيئات الصلبة الحرة التالية على ثماني ذرات وهي.....

a) White phosphorus

b) Iodine

c) Sulfur

d) Carbon

Q4) What happens when hydrogen sulfide gas is passed in zinc sulfate, lead acetate, copper sulfate solutions, explain these using equations.

ماذا يحدث عندما يتم تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين في كبريتات الزنك ، وخلات الرصاص ، ومحاليل كبريتات النحاس ، وشرح ذلك باستخدام المعادلات.

$$H_2S + ZnSO_4 \longrightarrow ZnS\downarrow + H_2SO_4$$

Hydrogen sulfide Zinc sulfate Zinc sulfide Sulfuric acid

$$H_2S + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow PbS\downarrow + 2CH_3COOH$$

Hydrogen sulfide Lead acetate Lead sulfide Acetic acid

$$H_2S + CuSO_4 \longrightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$$

Hydrogen sulfide Copper sulfate Copper sulfide Sulfuric acid

Q5) The underground deposit of sulfur is extracted in the Mishraq fields, according to Frasch process which three concentric pipes extended to different deep. Answer the following questions according to figure 8-3 .

يتم استخراج رواسب الكبريت الجوفية في حقول المشراق ، وفقًا لعملية فراش التي امتدت ثلاثة أنابيب متحدة المركز إلى أعماق مختلفة. أجب عن الأسئلة التالية وفقًا للشكل ٨-٣

a) What is the role of the pipe (B) in this process?

أ) ما هو دور الأنبوب (ب) في هذه العملية؟

Passes the pressurized air from tube (B). يمرر الهواء المضغوط من الأنبوب (ب)

b) Which material passes through the inside pipe (A)?

ب) ما هي المادة التي تمر عبر الأنبوب الداخلي (أ)؟

Pressurized and superheated to 170°C water vapor is pushed into the outer tube (A).

يتم دفع بخار الماء المضغوط والمسخن إلى ١٧٠ درجة مئوية في الأنبوب الخارجي (أ).

c) Explain how you could get water 170°C while it boils at 100°C.

ج) اشرح كيف يمكنك الحصول على الماء ١٧٠ درجة مئوية بينما يغلي عند ١٠٠ درجة مئوية.

It can be obtained by increasing pressure. يمكن الحصول عليها عن طريق زيادة الضغط

Q6) If you have a mixture of very fine table salt, chalk and sulfur, describe an experimental method to separate these materials in dry and pure form.

إذا كان لديك خليط من ملح الطعام الناعم جدًا والطباشير والكبريت ، فقم بوصف طريقة تجريبية لفصل هذه المواد في صورة جافة ونقية.

1- We add water to the mixture, so the table salt dissolves and the chalk and sulfur precipitate, then the sediment is separated by filtering, then the filter is evaporated to get the table salt.

١- نضيف الماء إلى الخليط ليذوب ملح الطعام ويترسب الطباشير والكبريت ثم يتم فصل الرواسب بالفلتر ثم يبخر الفلتر للحصول على ملح الطعام.

2- Sulfur insoluble in water, yet dissolves in some inorganic solvents like carbon disulfide, CS_2. If carbon disulfide is evaporated, sulfur with 8 atoms (S_8) deposits gradually in the form of crystals.

٢- الكبريت غير قابل للذوبان في الماء ولكنه يذوب في بعض المذيبات غير العضوية مثل ثاني كبريتيد الكربون CS_2 إذا تم تبخير ثاني كبريتيد الكربون ، فإن الكبريت الذي يحتوي على ٨ ذرات (S_8) يترسب تدريجياً على شكل بلورات.

3 -Filter the chalk and leave to dry.

٣- يصفى الطباشير ويترك ليجف.

Q7) Write the reaction of sulfur with metal and non-metal.

اكتب تفاعل الكبريت مع المعدن وغير المعدني.

$$S + Fe \xrightarrow{\Delta} FeS$$

Sulfur Iron(II) Iron sulfide

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

Sulfur Oxygen gas Sulfur dioxide

Q8) Explain the preparation of Sulfuric Acid with industrial method.

شرح طريقة تحضير حامض الكبريتيك بالطريقة الصناعية.

Sulfuric acid can be industrially manufactured by contact process which simply involves the reaction between sulfur and oxygen to produce sulfur dioxide :

يمكن تصنيع حامض الكبريتيك صناعيًا عن طريق عملية التلامس التي تتضمن ببساطة التفاعل بين الكبريت والأكسجين لإنتاج ثاني أكسيد الكبريت:

$$S + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} SO_2$$

Sulfur dioxide is pumped into chamber which contains catalyst to obtain sulfur trioxide.

يتم ضخ ثاني أكسيد الكبريت في الغرفة التي تحتوي على محفز للحصول على ثالث أكسيد الكبريت.

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

Sulfur dioxide — sulfur trioxide

After that sulfur trioxide is dissolved in water.

بعد ذلك يذوب ثالث أكسيد الكبريت في الماء.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

Sulfuric acid

Q9) Complete the following reaction: أكمل التفاعل التالي:

$$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S\uparrow + FeSO_4$$

Iron (II) sulfide — Sulfuric acid — Hydrogen sulfide — Iron (II) sulfate

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

Sulfuric acid

$$BaCl_2 + SO_4^{-2} \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2Cl^-$$

Barium chloride — Sulfate ion — Barium sulfate (White precipitate) — Chloride ion

محمد احمد شهاب

CHEMISTRY 3

For Distinguish Schools

CHAPTER NINE

GROUP VIIA

MOHAMMED AHMED SHIHAB

2026

CHAPTER NINE

GROUP VIIA

9 – 1 INTRODUCTION

Elements of 7A group are fluorine (F), chlorine (Cl), bromine (Br), iodine (I), astatine (At). Elements of this group are called as halogens.

عناصر مجموعة 7A هي الفلور (F) ، والكلور (Cl) ، والبروم (Br) ، واليود (I) ، والأستاتين (At). تسمى عناصر هذه المجموعة بالهالوجينات.

Explain / Elements of 7A group are not be freely in nature but combined with other elements.

عناصر المجموعة 7A ليست حرة بطبيعتها ولكنها مدمجة مع عناصر أخرى

Answer / Because elements of 7A group are highly active

لأن عناصر مجموعة 7A نشطة للغاية

Elements of this grouphaving extremely non-metallic properties. They have similar physical and chemical properties with a gradual shift in these properties.

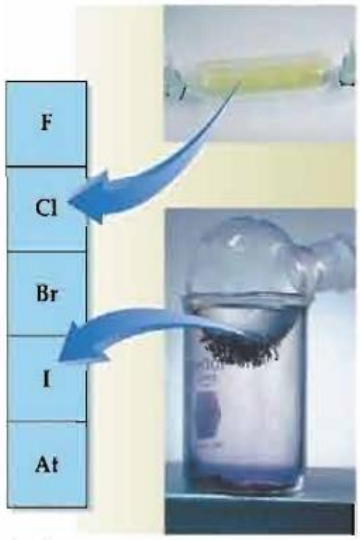
عناصر هذه المجموعة لها خصائص غير معدنية للغاية. لديهم خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة مع تحول تدريجي في هذه الخصائص.

1 IA												13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1 H	2 IIA																2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ← VIIIB →	9	10	11 IB	12 IIB	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 La	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 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						

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
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

Location of group VIIA elements

9 – 2 GENERAL PROPERTIES OF GROUP VIIA (HALOGENS)



Halogens

Chlorine is gas.
Bromine is liquid.
Iodine is solid.

1. All elements of this group has seven electrons in the outer shell and tend to gain one electron during reactions to fill its outer shell. Electron gaining differs gradually from Fluorine to Iodine.

تحتوي جميع عناصر هذه المجموعة على سبعة إلكترونات في الغلاف الخارجي وتميل إلى اكتساب إلكترون واحد أثناء التفاعلات لملء غلافها الخارجي. يختلف اكتساب الإلكترون تدريجيًا من الفلور إلى اليود.

2. Halogens are found in normal temperatures in various physical forms, fluorine F_2 and chlorine Cl_2 are gases, as for bromine Br_2 is a liquid, iodine I_2, is a solid.

توجد الهالوجينات في درجات الحرارة العادية بأشكال فيزيائية مختلفة ، والفلور F_2 والكلور Cl_2 عبارة عن غازات ، أما البروم Br_2 فهو سائل ، واليود I_2 مادة صلبة.

3. Exp. / Halogen s are colorful substances Ans. / because they absorb some of the visible rays.

الهالوجينات هي مواد ملونة لأنها تمتص بعض الأشعة المرئية

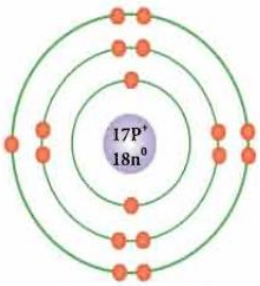
4. Boiling and melting points for halogens increase with the increase in atomic number.

تزداد نقاط غليان وانصهار الهالوجينات بزيادة العدد الذري

9 – 3 CHLORINE

It was first introduced in the nineteenth century by the well known scientist Scheele, from the reaction between manganese (IV) oxide, MnO_2 with concentrated hydrochloric acid.

تم تقديمه لأول مرة في القرن التاسع عشر من قبل العالم المعروف Scheele ، من التفاعل بين أكسيد المنغنيز (IV) MnO_2 ، مع حمض الهيدروكلوريك المركز.



Electron configuration of chlorine atom

Shell symbol	Shell number	Electron Number
K	1	2
L	2	8
M	3	7

Chemical symbol: Cl
Atomic number : 17
Mass number : 35

Electron configuration shows that chlorine atom tends to gain one electron to fill the outer shell (third shell).

يوضح تكوين الإلكترون أن ذرة الكلور تميل إلى اكتساب إلكترون واحد لملء الغلاف الخارجي (الغلاف الثالث).

Explain / chlorine atom is monovalent and its oxidation number is (-1) in compounds.

ذرة الكلور أحادية التكافؤ ورقم تأكسدها (-١) في المركبات

Answer / Because it tends to gain one electron to fill the outer shell and to form a negative chlorine ion (Cl^-).

لأنه يميل إلى اكتساب إلكترون واحد لملء الغلاف الخارجي وتشكيل أيون كلور سالب (Cl^-).

9 – 3 – 1 Existence of Chlorine:

Exp. / Chlorine is not found freely in nature Ans. / due to high chemical reactivity and readily interaction with other elements to form many of the chlorine compounds.

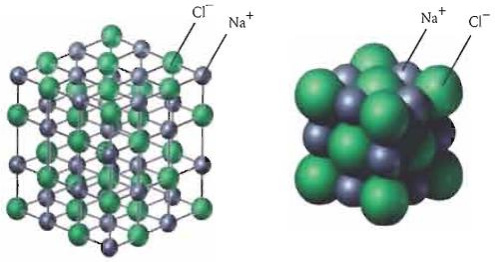
لا يوجد الكلور بحرية في الطبيعة بسبب التفاعل الكيميائي العالي والتفاعل السريع مع العناصر الأخرى لتكوين العديد من مركبات الكلور.

Sodium chloride NaCl (table salt) is the most common chlorine compound found in nature.

كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) هو أكثر مركبات الكلور شيوعًا الموجودة في الطبيعة

It is found in sea water and saline sediments underground.

توجد في مياه البحر والرواسب المالحة تحت الأرض.



Crstal network of sodium chloride

9 – 3 – 2 Preparation of Chlorine:

A – Laboratory Preparation:

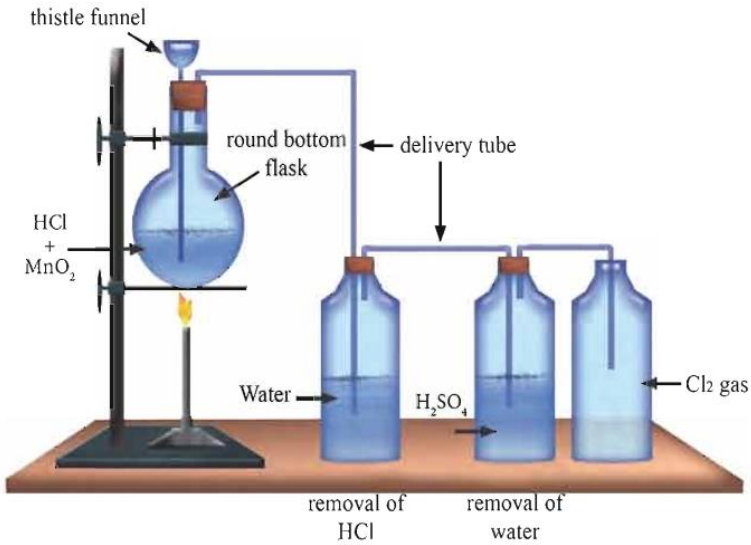
Chlorine is prepared in laboratory by oxidizing concentrated hydrochloric acid with manganese (IV) dioxide as shown in the following equation:

يتم تحضير الكلور في المختبر عن طريق أكسدة حمض الهيدروكلوريك المركز مع ثاني أكسيد المنغنيز (IV) كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$4HCl + MnO_2 \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$$

The resulting gas is refined from HCl and water by passing it through bottles containing water and sulfuric acid consecutively. It is observed that manganese (IV) dioxide does not act as a catalyst but it is consumed after the reaction as an oxidizing element.

يتم تكرير الغاز الناتج من حمض الهيدروكلوريك والماء عن طريق تمريره عبر زجاجات تحتوي على الماء وحمض الكبريتيك على التوالي. لوحظ أن ثاني أكسيد المنجنيز (IV) لا يعمل كمحفز ولكنه يستهلك بعد التفاعل كعنصر مؤكسد.



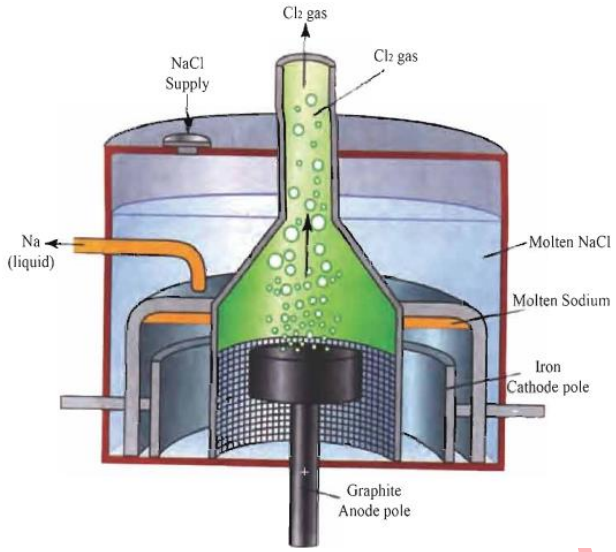
Preparation of chlorine gas in laboratory

B – Industrial Preparation of Chlorine Gas:

Chlorine is prepared industrially through electrolysis of sodium chloride in water or molten sodium chloride in the electrolytic cell.

يتم تحضير الكلور صناعياً من خلال التحليل الكهربائي لكلوريد الصوديوم في الماء أو كلوريد الصوديوم المنصهر في خلية التحليل الكهربائي.

$$2NaCl \xrightarrow{\text{electric current}} \underset{\text{Negative pole}}{2Na} + \underset{\text{Positive pole}}{Cl_2}$$



Electrolysis device for preparation of chlorine gas from molten NaCl in industry

9 – 3 – 3 Properties of Chlorine Gas:

Chlorine gas

1. It h as greenish yellow color. لها لون أصفر مخضر
2. Chlorine gas is collected by pushing air upward. This indicates that chlorine gas is heavier than air.
يتم جمع غاز الكلور عن طريق دفع الهواء لأعلى. يشير هذا إلى أن غاز الكلور أثقل من الهواء.
3. It is less soluble in water under normal temperature.
أقل قابلية للذوبان في الماء تحت درجة الحرارة العادية.
4. It has suffocating odor, it attacks mucous membranes of the nose, throat and when inhaled in large quantities, it causes death.
وله رائحة خانقة ، فهو يهاجم الأغشية المخاطية للأنف والحنجرة ، وعند استنشاقه بكميات كبيرة يتسبب في الوفاة.
5. It reacts with highly active metals like heated sodium forming Sodium Chloride, an ionic compound.
يتفاعل مع المعادن النشطة للغاية مثل الصوديوم الساخن مكونًا كلوريد الصوديوم ، وهو مركب أيوني.

$$2Na + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2NaCl$$

6. Chlorine gas reacts strongly with non-metals like phosphorous, forming phosphorous chlorides which are covalent compounds:

يتفاعل غاز الكلور بقوة مع غير المعادن مثل الفوسفور ، مكونًا كلوريدات الفوسفور وهي مركبات تساهمية:

$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3$$

Phosphorus trichloride

$$2P + 5Cl_2 \longrightarrow 2PCl_5$$

Phosphorus pentachloride

7. Chlorine gas reacts with hydrogen to form hydrogen chloride, as in the following equation:

يتفاعل غاز الكلور مع الهيدروجين لتكوين كلوريد الهيدروجين كما في المعادلة التالية:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

Hydrogen chloride gas

9 – 3 – 4 Uses of Chlorine gas:

1. Used to sterilize drinking water and swimming pools.

يستخدم لتعقيم مياه الشرب وحمامات السباحة

2. Chlorine compounds are used in the preparation of some medical drugs.

تستخدم مركبات الكلور في تحضير بعض الأدوية الطبية

3. Chlorine gas is used in the combination of many industrial organic solvents like chloroform, $CHCl_3$ methyl dichloride, CH_2Cl_2 and carbon tetrachloride CCl_4.

يستخدم غاز الكلور في مزيج من العديد من المذيبات العضوية الصناعية مثل الكلوروفورم وثاني كلوريد الميثيل $CHCl_3$ و CH_2Cl_2 ورابع كلوريد الكربون CCl_4

4. Chlorine is used in bleaching and colors. Chlorine reacts with water when dissolve slowly under normal temperatures and reacts quickly in sunlight. It reacts with water to produce oxygen in its atomic state; this is why it is called atomic oxygen. A highly active substance which removes vegetable colors (bleach them), killing germ and sterilize. As shown in the following equation:

يستخدم الكلور في التبييض والألوان. يتفاعل الكلور مع الماء عندما يذوب ببطء تحت درجات الحرارة العادية ويتفاعل بسرعة مع ضوء الشمس. يتفاعل مع الماء لإنتاج الأكسجين في حالته الذرية ؛ هذا هو سبب تسميته بالأكسجين الذري. مادة عالية الفعالية تزيل الألوان النباتية (تبيضها) ، تقتل الجراثيم وتعقم. كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + [O]$$

Hydrogen chloride solution — Oxygen in atomic form

5. Chlorine is used to bleach the colors of clothes, especially cotton clothes. But, Exp. / it should not be used to bleach natural silk and wool, Ans. / because it damages them.

يستخدم الكلور في تبييض ألوان الملابس وخاصة الملابس القطنية. لكن لا ينبغي أن يستخدم في تبييض الحرير الطبيعي والصوف ، لأنه يضر بهما.

Explain / The colors fade away when put a colorful flower or a plant leave in a bottle of dry chlorine gas.

تتلاشى الألوان عند وضع زهرة ملونة أو نبات يترك في زجاجة من غاز الكلور الجاف

Answer / Due the ability of chlorine to bleach colors of plants.

بسبب قدرة الكلور على تبييض ألوان النباتات

Calcium hypochlorite $Ca(OCl)_2$ is one of chlorine compounds which is the active substance for the bleaching powder used for bleaching and purification.

هيبوكلوريت الكالسيوم $Ca(OCl)_2$ هو أحد مركبات الكلور وهو المادة الفعالة لمسحوق التبييض المستخدم في التبييض والتنقية

9 – 4 HYDROGEN CHLORIDE GAS (HCl)

Hydrogen chloride gas is not found freely in nature. But, it is found in gastric juice as a hydrochloric acid solution which helps digestion of proteins.

لا يوجد غاز كلوريد الهيدروجين بحرية في الطبيعة. ولكنه موجود في عصير المعدة كمحلول حمض الهيدروكلوريك الذي يساعد على هضم البروتينات

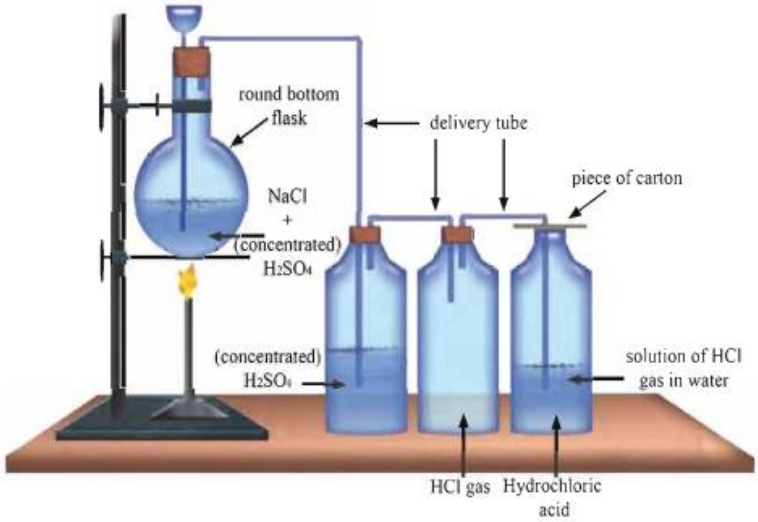
9 – 4 – 1 Preparation of Hydrogen Chloride Gas in Laboratory:

HCl gas can be prepared in the laboratory by the reaction of concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) with sodium chloride (NaCl) as in the following equation:

يمكن تحضير غاز HCl في المختبر عن طريق تفاعل حمض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) مع كلوريد الصوديوم (NaCl) كما في المعادلة التالية:

$$NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2NaHSO_4 + HCl\uparrow$$

Sodium chloride	concentrated sulfuric acid		Sodium bicarbonate	Hydrogen chloride gas



Apparatus to produce hydrogen chloride gas in the laboratory

- An appropriate amount of approximately (10 mg) of pure sodium chloride is put in a glass flask.

وضع كمية مناسبة تقارب (١٠ مجم) من كلوريد الصوديوم النقي في دورق زجاجي

- The cover of the flask has two tubes, one goes down to the bottom of the flask and the other goes to a glass bottle.

يحتوي غطاء القارورة على أنبوبين ، أحدهما ينزل إلى أسفل القارورة والآخر يذهب إلى قنينة زجاجية

- Concentrated sulfuric acid is put in the glass bottle and the connecting tube goes down the acid. Another connecting tube connects the glass bottle with a dry gas collecting bottle.

يوضع حامض الكبريتيك المركز في زجاجة زجاجية ويخرج أنبوب التوصيل من الحمض. أنبوب توصيل آخر يربط الزجاجة بزجاجة تجميع غاز جاف

- Concentrated sulfuric acid is added to the flask through the tube as to cover the salt.

يضاف حمض الكبريتيك المركز إلى القارورة من خلال الأنبوب لتغطية الملح

- Heating the flask slowly causes a reaction that releases hydrogen chloride gas. Several gas bottles are collected and then sealed with glass covers in order for the properties of the gas to be studied.

يؤدي تسخين القارورة ببطء إلى تفاعل يؤدي إلى إطلاق غاز كلوريد الهيدروجين. يتم جمع العديد من زجاجات الغاز ثم ختمها بأغطية زجاجية من أجل دراسة خصائص الغاز.

9 – 4 – 2 Properties of Hydrogen Chloride:

1. It is a colorless gas of suffocating odor. إنه غاز عديم اللون ذو رائحة خانقة
2. It is heavier than air and can be collected by removing air upward.
إنه أثقل من الهواء ويمكن جمعه عن طريق إزالة الهواء لأعلى

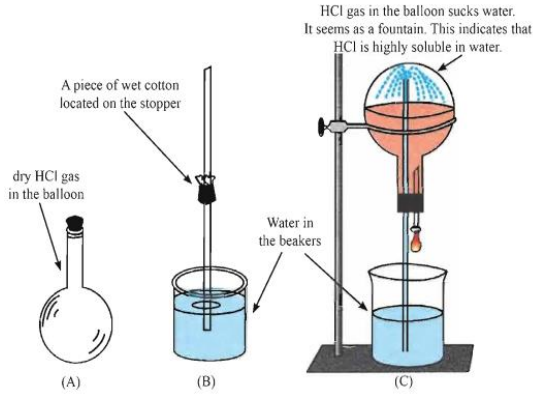
3. The aqueous solution of hydrogen chloride is acidic in etffect and it is called "Hydrochloric Acid". It changes the blue color of litmus paper into red.
المحلول المائي لكلوريد الهيدروجين حمضي في تأثيره ويسمى "حمض الهيدروكلوريك". يغير اللون الأزرق من ورق عباد الشمس إلى اللون الأحمر

4. It is highly soluble in water. قابل للذوبان في الماء بدرجة عالية

For this property to be attested, the following experiment is made:
لتصديق هذه الخاصية ، يتم إجراء التجربة التالية:

- A gas bottle is sealed with a rubber cover with two holes, a dropper full of water goes through one of the holes and a glass tube goes through the other hole to the bottom of the gas bottle.
يتم إغلاق زجاجة الغاز بغطاء مطاطي بفتحتين ، وقطارة مليئة بالماء تمر عبر إحدى الفتحتين ويمر أنبوب زجاجي عبر الفتحة الأخرى إلى أسفل زجاجة الغاز

- The outer end of the tube is put a water-full bowel with little orange methylene. يتم وضع الطرف الخارجي للأنبوب في وعاء مملوء بالماء مع القليل من الميثيلين البرتقالي
- Exp. / By squeezing the dropper, the water gushes into the bottle through the bottom-reaching glass tube as a red fountain Ans. / because of the gas dissolution in the water of the dropper.
عن طريق الضغط على القطارة ، يتدفق الماء إلى الزجاجة من خلال الأنبوب الزجاجي الذي يصل إلى القاع كنافورة حمراء بسبب انحلال الغاز في ماء القطارة



Preparation of HCl fountain in the laboratory

- This disturbs the pressure inside the gas bottle which is a clear indication of the high solubility of gas in water as shown in the figure below:
يؤدي هذا إلى اضطراب الضغط داخل زجاجة الغاز وهو مؤشر واضح على قابلية الذوبان العالية للغاز في الماء كما هو موضح في الشكل أدناه:

5. Hydrochloric acid reacts with iron fillings to form iron (II) chloride and release hydrogen gas according to the following equation:

يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع حشوات الحديد لتكوين كلوريد الحديد (II) ويطلق غاز الهيدروجين وفقًا للمعادلة التالية:

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

Iron — Hydrochloric Acid — Iron (II) chloride — Hydrogen gas

6. It is nonflammable and does not instigate combustion.

إنه غير قابل للاشتعال ولا يسبب الاحتراق.

9 – 4 – 3 Test of hydrogen chloride gas:

A glass tube is put in the solution of ammonia. Then taken out and put again close to a bottle of hydrogen chloride gas. A white foggy substance of ammonium chloride forms as a result of the direct union of hydrogen chloride gas with ammonia solution:

يتم وضع أنبوب زجاجي في محلول الأمونيا. ثم أخرجه ووضعه مرة أخرى بالقرب من زجاجة غاز كلوريد الهيدروجين. تتكون مادة ضبابية بيضاء من كلوريد الأمونيوم نتيجة الاتحاد المباشر لغاز كلوريد الهيدروجين مع محلول الأمونيا:

$$NH_3 + HCl\uparrow \longrightarrow NH_4Cl$$

Ammonia — Hydrogen chloride gas — Ammonium chloride (White foggy substance)

This reaction is considered to be one of the examination means of hydrogen chloride gas. Similarly, the same means can be used to examine ammonia gas.

يعتبر هذا التفاعل أحد وسائل فحص غاز كلوريد الهيدروجين. وبالمثل ، يمكن استخدام نفس الوسائل لفحص غاز الأمونيا

Test of hydrogen chloride gas.

It is worth mentioning here that dissolving hydrogen chloride gas in water produces a solution called "Hydrochloric acid" (HCl) which can be test by adding silver nitrate, $AgNO_3$. A white precipitate of silver chloride, AgCl, results from the reaction as will be shown in the test of chlorides

وتجدر الإشارة هنا إلى أن إذابة غاز كلوريد الهيدروجين في الماء ينتج محلول يسمى "حمض الهيدروكلوريك" (HCl) والذي يمكن اختباره بإضافة نترات الفضة $AgNO_3$. ينتج راسب أبيض من كلوريد الفضة ، AgCl ، عن التفاعل كما هو موضح في اختبار الكلوريدات

9 – 5 CHLORIDES

Chlorides are salts of hydrochloric acid. They are formed when a metal or root such as ammonium replaces the hydrogen in the acid as in the equations below:

الكلوريدات هي أملاح حمض الهيدروكلوريك. تتشكل عندما يحل معدن أو جذر مثل الأمونيوم محل الهيدروجين في الحمض كما في المعادلات أدناه:

$$\underset{\text{Magnesium}}{Mg} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{Magnesium chloride}}{MgCl_2} + \underset{\text{Hydrogen}}{H_2}$$

$$\underset{\text{Ammonium hydroxide}}{NH_4OH} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{Ammonium chloride}}{NHCl_4} + \underset{\text{Water}}{H_2O}$$

It is also possible to obtain chlorides from the direct reaction of gas chlorine with metals as in sodium chloride ($NaCl$) and potassium chloride (KCl). All chlorides are soluble in water except for silver chloride ($AgCl$) and mercury (II) chloride ($HgCl_2$). Lead (II) chloride ($PbCl_2$) is soluble only in hot water. It does not dissolve in cold water.

من الممكن أيضًا الحصول على الكلوريدات من التفاعل المباشر لغاز الكلور مع المعادن كما هو الحال في كلوريد الصوديوم ($NaCl$) وكلوريد البوتاسيوم (KCl). جميع الكلوريدات قابلة للذوبان في الماء باستثناء كلوريد الفضة ($AgCl$) وكلوريد الزئبق (II) ($HgCl_2$). كلوريد الرصاص (II) ($PbCl_2$) قابل للذوبان فقط في الماء الساخن. لا يذوب في الماء البارد.

9 – 5 – 1 Test of Chlorides:

The insolubility of silver chloride, $AgCl$, in water is a very useful ways of testing chlorides. The process involves adding silver nitrate ($AgNO_3$) to its solutions such as sodium chloride solution and hydrogen chloride solution.

إن عدم قابلية ذوبان كلوريد الفضة ، $AgCl$، في الماء هي طرق مفيدة للغاية لاختبار الكلوريدات. تتضمن العملية إضافة نترات الفضة ($AgNO_3$) إلى محاليلها مثل محلول كلوريد الصوديوم ومحلول كلوريد الهيدروجين.

A white precipitate of insoluble silver chloride is formed in the ammonia solution as in the equations below:

يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة غير القابل للذوبان في محلول الأمونيا كما في المعادلات أدناه:

$$\underset{\text{Silver Nitrate}}{AgNO_3} + \underset{\text{Sodium chloride}}{NaCl} \longrightarrow \underset{\text{Silver chloride (White precipitate)}}{AgCl\downarrow} + \underset{\text{Sodium Nitrate}}{NaNO_3}$$

$$\underset{\text{Silver Nitrate}}{AgNO_3} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{Silver chloride (White precipitate)}}{AgCl\downarrow} + \underset{\text{Nitric acid}}{HNO_3}$$

Chapter Questions 9

1) How many electrons are there in VIIA group elements on the outermost energy level?

All elements of this group has seven electrons in the outer shell

2) Do VIIA group elements gain or lose electrons to make their outer shell full?

All elements of this group tend to gain one electron during reactions to fill its outer shell.

3) What the most important reactions of chlorine gas?

1. It reacts with highly active metals like heated sodium forming Sodium Chloride, an ionic compound.

$$2Na + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2NaCl$$

2. Chlorine gas reacts strongly with non-metals like phosphorous, forming phosphorous chlorides which are covalent compounds:

$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3$$

Phosphorus trichloride

$$2P + 5Cl_2 \longrightarrow 2PCl_5$$

Phosphorus pentachloride

3. Chlorine gas reacts with hydrogen to form hydrogen chloride, as in the following equation:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

Hydrogen chloride gas

4) Choose the correct answer:

1. Which compound is important for human life and found abundantly in the nature?

a) Calcium Chloride b) Sodium Chloride

c) Potassium Chloride d) Magnesium Chloride

2. Which color difers chlorine gas from other gases?

   a) Red b) green

   c) Yellow d) greenish yellow

3. When chlorine atom combines with sodium atom, how many electrons are gained?

   a) 1 b) 2

   c) 3 d) 4

4. Which one of following gas is used to bleach herbal colors?

   a) Hydrogen b) Ammonia

   c) Nitrogen d) Chlorine

5) Complete the following reactions:

$$MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$$

$$2NaCl_{(l)} \xrightarrow{\text{electric current}} \underset{\text{Negative pole}}{2Na} + \underset{\text{Positive pole}}{Cl_2}$$

$$\underset{\text{Iron}}{Fe} + \underset{\text{Hydrochloric Acid}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{Iron (II) chloride}}{FeCl_2} + \underset{\text{Hydrogen gas}}{H_2}$$

$$\underset{\text{Magnesium}}{Mg} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{Magnesium chloride}}{MgCl_2} + \underset{\text{Hydrogen}}{H_2}$$

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Hydrogen chloride gas}}{2HCl}$$

$$\underset{\text{Ammonium hydroxide}}{NH_4OH} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{Ammonium chloride}}{NHCl_4} + \underset{\text{Water}}{H_2O}$$

محمد احمد شهاب

6) Explain the reasons of the following.

1. Chlorine gas has mono valent as NaCl.

Because it tends to gain one electron to fill the outer shell and to form a negative chlorine ion (Cl^-).

2. Chlorine gas bleaches herbal textile product only in water.

Because chlorine gas reacts with water to produce oxygen in its atomic state a highly active substance which removes vegetable colors.

$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Hydrogen chloride solution}}{2HCl} + \underset{\text{Oxygen in atomic form}}{[O]}$$

3. When concentrated hydrogen chloride is approached to a bottle of ammonia solution, a foggy substance is formed.

A white foggy substance of ammonium chloride forms as a result of the direct union of hydrogen chloride gas with ammonia solution

$$\underset{\text{Ammonia}}{NH_3} + \underset{\text{Hydrogen chloride gas}}{HCl\uparrow} \longrightarrow \underset{\text{Ammonium chloride (White foggy substance)}}{NH_4Cl}$$

4. Chlorine is not found freely in nature.

Chlorine is not found freely in nature due to high chemical reactivity and readily interaction with other elements to form many of the chlorine compounds.

7) Which methods are used to determine the following substances?

a) Hydrochloric acid

Hydrochloric acid which can be test by adding silver nitrate ($AgNO_3$) to be a white precipitate of silver chloride (AgCl).

$$\underset{\text{Silver Nitrate}}{AgNO_3} + \underset{\text{Hydrochloric acid}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{Silver chloride (White precipitate)}}{AgCl\downarrow} + \underset{\text{Nitric acid}}{HNO_3}$$

b) Hydrogen chloride gas

A white foggy substance of ammonium chloride forms as a result of the direct union of hydrogen chloride gas with ammonia solution:

$$NH_3 + HCl\uparrow \longrightarrow NH_4Cl$$

Ammonia — Hydrogen chloride gas — Ammonium chloride (White foggy substance)

8) What are chlorides? Write down necessary reactions to obtain magnesium chloride and ammonium chloride.

Chlorides are salts of hydrochloric acid. They are formed when a metal or root such as ammonium replaces the hydrogen in the acid.

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$

Magnesium — Hydrochloric acid — Magnesium chloride — Hydrogen

$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NHCl_4 + H_2O$$

Ammonium hydroxide — Hydrochloric acid — Ammonium chloride — Water

9) Write important usages of chlorine gas.

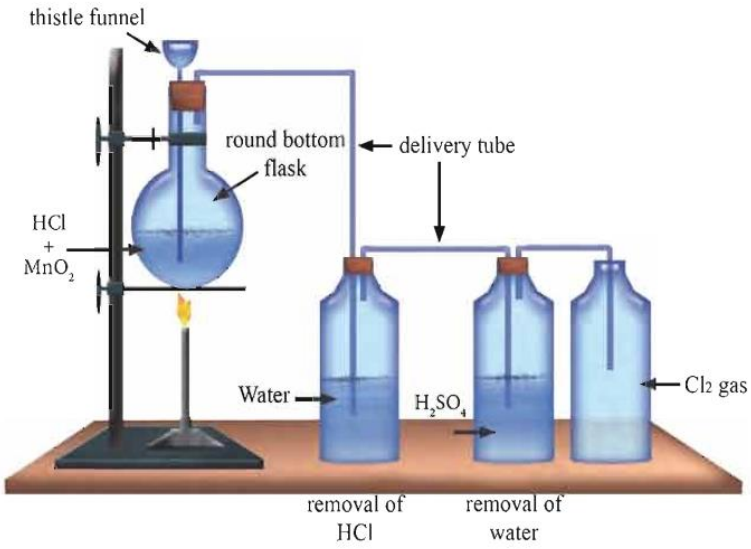
1. Used to sterilize drinking water and swimming pools.
2. Chlorine compounds are used in the preparation of some medical drugs.
3. Chlorine gas is used in the combination of many industrial organic solvents like chloroform, $CHCl_3$ methyl dichloride, CH_2Cl_2 and carbon tetrachloride CCl_4.
4. Chlorine is used in bleaching and colors.
5. Chlorine is used to bleach the colors of clothes, especially cotton clothes.

10) Explain the preparation of chlorine gas in laboratory by writing chemical equation and drawing its figure.

Chlorine is prepared in laboratory by oxidizing concentrated hydrochloric acid with manganese (IV) dioxide as shown in the following equation:

$$4HCl + MnO_2 \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$$

The resulting gas is refined from HCl and water by passing it through bottles containing water and sulfuric acid consecutively. It is observed that manganese (IV) dioxide does not act as a catalyst but it is consumed after the reaction as an oxidizing element.



Preparation of chlorine gas in laboratory