Atomic Structure and Atomic orbital

التركيب الذرى و الاوربيتال الذرى

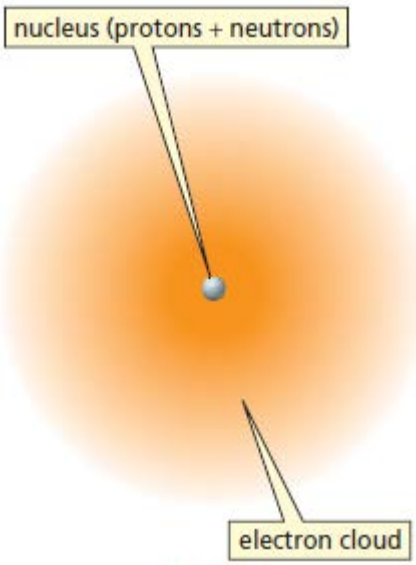
- ***Atom is the basic unit of an element that can enter into chemical combination.***
- **الذرة : هي الوحدة الاساسية من العنصر التي يمكن ان تدخل في ارتباط كيميائي.**

- An atom consists of a tiny dense **nucleus** surrounded by **electrons** that are spread throughout a relatively large volume of space around the nucleus called an **electron cloud**.
- تتكون الذرة من **نواة** صغيرة كثيفة محاطة **بالكترونات** متوزع في فضاء واسع نسبيا حول النواة تعرف **بغيمة الالكترونات**.

- The **nucleus contains:** تتكون النوات من
  1. Positively charged protons. بروتونات ذات شحنة موجبة
  2. Uncharged neutrons. نيترونات عديمة الشحنة
  3. Negatively charged electrons. الكترونات سالبة الشحنة

- **The amount of positive charge on a proton equals the amount of negative charge on an electron**. Therefore, *the number of protons and the number of electrons in an uncharged atom must be the same.*

- كمية الشحنة الموجبية التي يحملها البروتون تساوي كمية الشحنة السالبة التي يحملها الالكترون. لذلك فان عدد البروتونات يجب ان يتساوى مع عدد الالكترونات في الذرة غير المشحونة.



an atom

The nucleus contains positively charged protons and uncharged neutrons.

The electrons are negatively charged.

atomic number = the number of protons in the nucleus

mass number = the number of protons + the number of neutrons

- The **atomic number** *of an atom is the number of protons in its nucleus.*
- **العدد الذري :** هو عدد البروتونات الموجودة في نواة الذرة.
- The atomic number is unique to a particular element. For example, the atomic number of carbon is 6, which means that all uncharged carbon atoms have six protons and six electrons.
- العدد الذري هو عدد خاص لكل عنصر فمثلا ذرة الكاربون عددها الذري هو ٦ ، اي ان ذرة الكاربون متساوية الشحنة تحتوي على ٦ بروتونات و ٦ الكترونات.
- Atoms can gain electrons and thereby become negatively charged, or they can lose electrons and become positively charged, but the number of protons in an atom of a particular element never changes.
- يمكن للذرة ان تكتسب اللكترونات و بذلك تصبح حاملة لشحنة سالبة ، او ان تفقد الكترونات و تصبح حاملة لشحنة سالبة ، غير ان عدد البروتونات الموجودة في ذرة عنصر معين لا يتغير.

- The electrons in an atom can be thought of as o*ccupying a set of concentric shells that surround the nucleus*. The first shell is the one closest to the nucleus. The second shell lies farther from the nucleus. The third and higher numbered shells lie even farther out.

- تشغل الكترونات الذرة حيزا من اغلفة متحدة المركز تحيط بالنواة. الغلاف الاول هو الاقرب للنواة اما الغلاف الثاني و الثالث فيكون ابعد تدرجيا عن النواة.

- Each shell contains subshells known as **atomic orbitals.** *Each atomic orbital has a characteristic shape and energy and occupies a characteristic volume of space.*

- كل غلاف يحتوي على اغلفة ثانوية تعرف **بالاوربيتالات الذرية** ، كل اوربيتال ذري له شكل و طاقة محددة خاصة به و يشغل حيزا من الفراغ.

- The **first shell** consists only of an **s** atomic orbital; the **second shell** consists of **s and p** atomic orbitals; the **third shell** consists of **s , p , and d** atomic orbitals; and the **fourth** and **higher shells** consist of **s, p, d , and f** atomic orbitals. (Table 1.1).

- **الغلاف الاول** يتكون من اوربيتال ذري واحد **s** ; **الغلاف الثاني** يتكون من اوربيتالين ذريين هما **s و p** ; **الغلاف الثالث** فيتكون من ثلاث اوربيتالات ذرية هم **s ، p و d** ; اما **الغلاف الرابع فما فوق** فيتكونون من اربع اروبيتالات ذرية هم **s ، p ، d ، و f**.

- **Because a maximum of two electrons can coexist in an atomic orbital**, the first shell, with only one atomic orbital, can contain no more than two electrons. The second shell, with four atomic orbitals— one *s* and three *p* —can have a total of eight electrons. Eighteen electrons can occupy the nine atomic orbitals—one *s* , three *p* , and five *d* —of the third shell, and 32 electrons can occupy the 16 atomic orbitals of the fourth shell. (Table 1.1).

- **ان العدد الاقصى من الالكترونات التي يمكن ان تتواجد في الاوربيتال الذري هو الكتونين فقط.**

بذلك يكون التوزيع الالكتروني على الاغلفة كالاتي: الغلاف الاول الحاوي على اروبيتال واحد فقط s يمكن ان يحتوي على الكترونين اثنين فقط. الغلاف الثاني المتكون من اربع اروبيتلات ذرية 1s و 3p يمكن ان يحتوي على ٨ الكترونات. الغلاف الثاث المتكون من تسع اوربيتلات ذرية 1s و 3p و 5d يمن ان يحتوي ١٨ الكترون. الغلاف الرابع يمن ان يحتوي على ٣٢ الكترون موزعة على ١٦ اوربيتال ذري.

- In studying organic chemistry, we will be concerned primarily with atoms that have electrons only in the first and second shells.

Table 1.1 Distribution of Electrons in the First Four Shells That Surround the Nucleus

	First shell	Second shell	Third shell	Fourth shell
Atomic orbitals	*s*	*s, p*	*s, p, d*	*s, p, d, f*
Number of atomic orbitals	1	1, 3	1, 3, 5	1, 3, 5, 7
Maximum number of electrons	2	8	18	32

- **The ground-state electronic configuration** of an atom describes the orbitals occupied by the atom's electrons when they are all in the available orbitals with the lowest energy. If energy is applied to an atom in the ground state, one or more electrons can jump into a higher-energy orbital. The atom then would be in an excited state and have an **excited-state electronic configuration**.

- الترتيب الالكتروني للحالةالاعتيادي للذرة يصف التزويع الالكتروني في الاوربيتالات الذرية التي تمتلك اقل مستوى طاقة. عند تعرض الذرة الى طاقة خارجية و هي في المستوى الاعتيادي فان واحد او اكثر من الالكترونات ممكن ان تنتقل الى اوربتال ذري ذو مستوى طاقة اعلى، ف هذه الحلاة فان الذرة تكون في حالة نشطة و **تمتلك ترتيب الكتروني للحالة النشطة.**

- The ground-state electronic configurations of the smallest atoms are shown in Table 1.2. (Each arrow—whether pointing up or down—represents one electron.)

Table 1.2 The Electronic Configurations of the Smallest Atoms

Atom	Name of element	Atomic number	1*s*	2*s*	2p_x	2p_y	2p_z	3*s*
H	Hydrogen	1	↑					
He	Helium	2	↑↓					
Li	Lithium	3	↑↓	↑				
Be	Beryllium	4	↑↓	↑↓				
B	Boron	5	↑↓	↑↓	↑			
C	Carbon	6	↑↓	↑↓	↑	↑		
N	Nitrogen	7	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	
O	Oxygen	8	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	
F	Fluorine	9	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	
Ne	Neon	10	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	
Na	Sodium	11	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑

- The following **three rules** specify which orbitals an atom's electrons occupy:

- القوانين الثلاث الاتية تحدد اي اوربتال تشغلة الكترونات الذرة:

1. **The aufbau principle: An electron always goes into the available orbital with the lowest energy.**

١. مبدأ aufbau : يشغل الالكترون دائما الاوربيتال الفارغ ذو الاطاقة الدنى.

It is important to remember that the closer the atomic orbital is to the nucleus, the lower is its energy. Because a 1 *s* orbital is closer to the nucleus, it is lower in energy than a 2 *s* orbital, which is lower in energy—and closer to the nucleus—than a 3 *s* orbital. When comparing atomic orbitals in the same shell, we see that an *s* orbital is lower in energy than a *p* orbital, and a *p* orbital is lower in energy than a *d* orbital.

Relative energies of atomic orbitals:

lowest energy → $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 3d$ ← highest energy

- ان من المهم التذكير بان الاوربيتال الذري الاقرب للنواة يمتلك ادنى مستوى طاقة. بما ان الاوربيتال 1s هو الاقرب للنواة فانة يمتلك طاقة اقل من الاوربيتال 2s و الاوربيتال 2s بدوره يمتلك طاقة اقل من الاوربيتال 3s. و عند مقارنة الاوربتالات الموجدة في الغلاف الواحد فان الاوربيتال s يمتلك طاقة اقل من الاوربيتال p و الاوربيتال p يمتلك طاقة اقل من الاوربيتال d.

2. **The Pauli exclusion principle states that**

   A. no more than two electrons can occupy each atomic orbital, and

   B. the two electrons must be of opposite spin.

٢. مبداء **Pauli exclusion** :

أ. ان العدد الاقصى للالكترونات في الاوربيتال الذري الواحد هو اثنان فقط.

ب. الالكترونين الاثنين يجب ان يكونا متعاكسين.

It is called an exclusion principle because it limits the number of electrons that can occupy any particular shell. (Notice in Table 1.2 that spin in one direction is designated by ↑, and spin in the opposite direction by ↓.).

سمي هذا المبدا بمبداء الاقصاء لانه يحدد عدد الالكترونات الذي يمكن ان يستوعبه الغلاف الواحد.(يمكن الملاحظة من الجدول ان كل الكترون يرمز لة بسهم معاكس للاكترون الثاني الذي يشغل الاوربيتال الذري الواحد)

From these first two rules, we can assign electrons to atomic orbitals for atoms that contain one, two, three, four, or five electrons.

من هذين المبدائي يمكننا تمثيل التوزيع الالكتروني على الاوربيتالات الذرية للذرات التي تحتوي على ١الى ٥ الكترونات.

The single electron of a hydrogen atom occupies a 1 *s* orbital, the second electron of a helium atom fills the 1 *s* orbital, the third electron of a lithium atom occupies a 2 *s* orbital, the fourth electron of a beryllium atom fills the 2 *s* orbital, and the fifth electron of a boron atom occupies one of the 2 *p* orbitals. (The subscripts *x*, *y*, and *z* distinguish the three 2 *p* orbitals.) Because the three *p* orbitals are degenerate, the electron can be put into any one of them.

Before we can discuss atoms containing six or more electrons, we need to define Hund's rule.

قبل مناقشة التوزيع الالكتروني للذرات التي تمتلك ٦ الككترونات يجب علينا التعرف على مبدا Hund's

3. **Hund's rule states that when there are two or more atomic orbitals with the same energy, an electron will occupy an empty orbital before it will pair up with another electron.**

٣. مبداء Hund's : عند وجود اوربيتالين ذريين او اكثر يمتلكان نفس مستوى الطاقة ، فان الاكترون سوف يشغل الاوربيتال الذري الفارغ قبل اقترانة مع الكترون اخر.

The sixth electron of a carbon atom, therefore, goes into an empty 2 p_y orbital, rather than pairing up with the electron already occupying a 2 p_x orbital (see Table 1.2).

اعتمادا على هذا المبدا فان الالكترونات السادس في ذرة الكاربون سوف يشغل اوربيتال $2p_y$ الفارغ بدلا من الاقتران مع الالكترون الموجود في اوربيتال $2p_x$