



اسم المادة: الكيمياء اللاعضوية

مدرس مساعد رؤى مهدي صالح

المرحلة الاولى - الفصل الدراسي الاول

مبادئ عامة:-

الكيمياء :- هو علم عربي الاساس والمنهج يختص بدراسة تركيب (Composition) وبنية (Structure) وصفات (Properties) وتفاعلات المادة والتغيرات التي تحدث عليها والطاقة الممتصة والمنبعثة التي تحصل خلال تلك التغيرات .

تطور علم الكيمياء:-

- علم الكيمياء قبل الاسلام كان يمارس بشكل غير علمي لا يخلو من السحر والشعوذة بهدف تحويل المعادن الرخيصة مثل النحاس الى ذهب.
- عند قيام الحضارة الاسلامية تطور علم الكيمياء وازدهر ازدهارا كبيرا واصبح علم متكامل قائم بذاته يقوم على التجربة العملية والمنهج العلمي .

العلماء العرب البارزين في الكيمياء:-

- العالم جابر بن حيان واضع الاسس الصحيحة لعلم الكيمياء من اهم اعماله تحضير حامض النتریک وحامض الهیدروکلوریک وحامض الكبریتیک والماء الملکی وكربونات الصودیوم وكربونات البوتاسيوم وله العديد من المؤلفات تزيد على مئة كتاب منها كتاب الخواص والرحمة وكتاب سر الاسرار.
- الرازي والبیرونی .

البنية الالكترونية للذرة :-

تحتوي كل ذرة على :

- نواة مركزية ثقيلة موجبة الشحنة تشغل حيزا صغيرا من حجم الذرة الكلي تتكون النواة من نوعين مختلفين من الجسيمات النووية (النيوکلیونات) هما البروتونات والنيوترونات كتلة كل منها $1,67274 \times 10^{-27}$ و $1,67495 \times 10^{-27}$ كغم على التوالي) البروتونات موجبة الشحنة والنيوترونات متعادلة الشحنة اذا تصبح الشحنة الكلية للنواة موجبة الشحنة ويمكن حساب شحنة النواة من العلاقة الآتية:-

$$\text{شحنة النواة} = \text{عدد البروتونات الموجبة} \times \text{شحنة البروتون الواحد}$$

- تعتبر شحنة البروتون اصغر شحنة اكتشفت في الطبيعة لحد الان .

تعريف مبسط للنواة : هي اصغر جزء في العنصر تستطيع أن تدخل في تفاعل كيميائي .

- الأغلفة أو المدارات التي تحتوي على الالكترونات ، تقع الالكترونات في مناطق محددة من فضاء الذرة تسمى الاوربتالات الذرة تحيط بالنواة وترتبط بحالات طاقة معينة بالالكترونات.

مثال ذرة الهليوم He

$$P^+ = 2, N^0 = 2, e^- = 2$$

العدد الكتلي (Mass number) $N^0 = P^+ + 4$ (لا يتغير عند تأين الذرة)

العدد الذري (Atomic number) $Z = e^- = P^+$

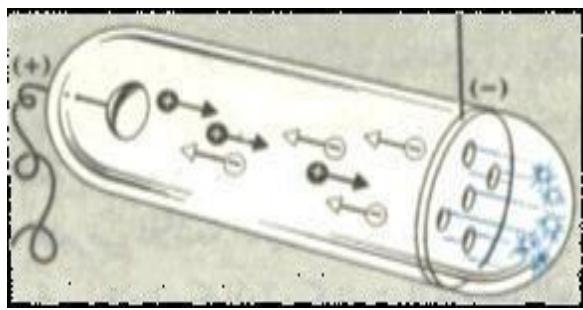
يمثل العدد الذري موقع العنصر في الجدول الدوري وهو يشير الى عدد البروتونات الموجبة في نواة الذرة والى عدد الالكترونات السالبة في اغلفة الذرة في الحالة المتعادلة يتغير عند التأين .

اكتشاف البروتون تجربة اشعة القناة :-

اكتشف البروتون في عام 1918 من قبل ارنس راذرفورد فقد لاحظ انه عندما تم قذف جسيمات الفا خلال غاز النتروجين فان مبينات الومضات بينت وجود نواة النتروجين وقد حدد راذرفورد أن المكان الو حد الذى يمكن أن يأتي منه الهيدروجين هو النتروجين، وعلى هذا فإن النتروجين لابد أنه يحتوى على نويات الهيدروجين. وقد اقترح أن نويات الهيدروجين والتي كان لها عدد ذري يساوى 1 ، هي عنصر اساسي، وسماها بروتون، من الكلمة الاغريقية بروتون斯 والتي تعنى الأول .

اشعة القناة : Canal Rays

بما ان الذرة متعادلة الشحنة ، وقد أثبتت الأشعة المهبطية أن الذرة تحتوي على شحنات سالبة، لذا افترض العلماء وجود شحنات موجبة في الذرة تعادل شحنة الالكترونات . ولهذا الغرض استخدم غولد شتاين عام 1886 م مهبطا مثقبا في أنبوب التفريغ، فظهرت أشعة أخرى خلف المهبط، سميت بأشعة المصعد أو أشعة القناة، وسميت كذلك لأنها تسري على شكل قنوات تخترق ثقوب المهبط.



أشعة القناة : حزمة من الايونات الموجبة ، تنتج من تأين الغاز داخل انبوب التفريغ الكهربائي ، وتسير عبر الثقوب الموجودة في القطب السالب ، وتسمى أحياناً بالأشعة المصعدية.

خصائص أشعة القناة: -

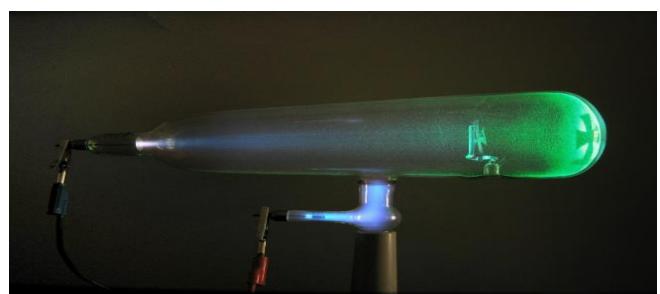
- هي جسيمات مادية لها طاقة حركية
- تسير بخطوط مستقيمة
- جسيمات مشحونة بشحنة موجبة
- لها كتلة اكبر بكثير من كتلة الالكترون
- تتغير كتلتها بتغيير نوع الغاز في الانبوب

النظير : -

نظائر العناصر الكيميائية هي اشكال من العنصر الكيميائي لذراتها نفس العدد الذري ، ولكنها تختلف في الكتلة الذرية. تختلف الخواص الفيزيائية اختلافا كبيرا للنظير عن الذرة الاصلية وتشابه الخواص الكيميائية لكلاهما ، فمثلا ذرة الكاربون - 12 تمتلك 6 بروتونات و 6 الکترونات وهي مستقرة ، اما ذرة الكاربون- 14 فان نواتها تحتوي على 6 بروتونات و 8 نيوترونات ولديها 6 الکترونات وهي نظير مشع يتحلل تلقائيا . يتم تمثيل النظائر باستخدام الاختصارات عن طريق وضع رقم النيوكليونات اعلى رمز العنصر (^{14}C , ^{12}C)
يعتبر الوزن الذري (الكتلة الذرية) احد اكثرب المفاهيم اهمية في الكيمياء، وقد تعرف الكيميائيين القدماء على الوزن الذري لكثير من العناصر وقد كانت المشكلة الاساسية حينها هي كيف يمكن قياس هذه الجسيمات المتاهية في الصغر؟ وقد تم تجاوز ذلك من خلال اخذ الاوزان الذرية النسبية لبعض العناصر عن طريق تحديد النسب المئوية للعناصر في المركبات.

قام العلماء بختيار عنصر كمرجع قياسي يناسب اليه باقي العناصر وقد اختير اولا الاوكسجين لهذا الغرض في البداية في عام 1961 م انفق الكيميائيين على اعتبار نضير الكاربون 12 مرجعا قياسيا لكتل الذرات واعطيت له 12 وحدة كتلة ذرية (aum) وعرفت وحدة الكتلة الذرية وقتها بانها عبارة عن جزء من اثنى عشر جزا من كتلة ذرة كاربون واحدة.عدلت هذه القيمة فيما بعد وذلك بأخذ النسبة المئوية لوجود النظائر في الاعتبار واصبحت القيمة (12,011) وحدة كتلة ذرية) وهذا هو بسبب اتخاذ معظم العناصر لكتلة ذرية مكونة من اعداد كسرية. امااليوم فيتم قياس الاوزان الذرية بكل سهولة ودقة بواسطة جهاز مطيف الكتلة.

اكتشاف الالكترون: -



تجربة الأنبوب الكاثودي

الالكترون رمزه (e-) هو جسيم كروي الشكل تقريبا ، من مكونات الذرة يحمل شحنة سالبة كتلته تعادل تقريرا / 1836 من كتلة البروتون في عام 1879 م اعلن البريطاني ثومسن ان الاشعة المنطلقة من الكاثود في الانبوب الكاثودي الذي كان يجري تجاربه فيه مكونة من جسيمات ذات شحنة سالبة ، حيث لاحظ ان هذه الاشعة (اسمها الاشعة الكاثودية) قد تركت بقعة فلورسنية يمكن تغيير مكانتها عن طريق تغيير الحقل المغناطيسي وهكذا كان اكتشاف الالكترون ذي الشحنة السالبة الناتج عن تأين الغاز الموجود داخل الانبوب الكاثودي ، لم يستطع ثومسن ايجاد مقدار شحنة وكتلة الالكترون وانما استطاع حساب النسبة بينهما .

نتيجة لهذه التجارب وغيرها والتي قام بها العلماء اقترح ثومسن نموذج اولي للذرة ينص على " تتكون الذرة من سحابة من الشحنة الموجبة تنغرز فيها الالكترونات .

تجربة رذرفورد او تجربة رقائق الذهب :-

يمكن تلخيص هذه التجربة بالشكل التالي : تسلیط شعاع لأشعة الفا من عينة من البولونيوم المشع باتجاه صفيحة رقيقة .
جدا من الذهب محاطة بشاشة مطلية بکبریتید الخارجین (ZnS) لاحظ اختراق معظم الاشعة لصفيحة الذهب وارتداد القليل منها وبالتالي وضع نموذجا اخر للذرة هو " تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة وتتركز فيها معظم كتلة الذرة والكترونات سالبة الشحنة تحيط بالنواة وتحرك حولها كما تتحرك الكواكب حول الشمس كما استطاع رذرفورد ان يوجد دليلا على وجود جسيمات اخرى هي النيوترونات (حيث من المعلوم ان ذرة الهيدروجين اصغر الذرات واقلاها كتلة تحتوي على الكترون واحد وببروتون واحد وان العنصر الذي يلي الهيدروجين هو الهليوم يحتوي على الکترونین وببروتونین اي ضعف الهيدروجين " لكن وجد عمليا ان كتلة الهليوم اربعة امثال كتلة الهيدروجين) لذا افترض رذرفورد ان الذرة يوجد فيها نوع اخر من الجسيمات لها كتلة وهي غير مشحونة , بعد ذلك درس العالم شادويك بدراسة هذه الدقائق من حيث الطاقة والكتلة وسماتها النيوترونات .

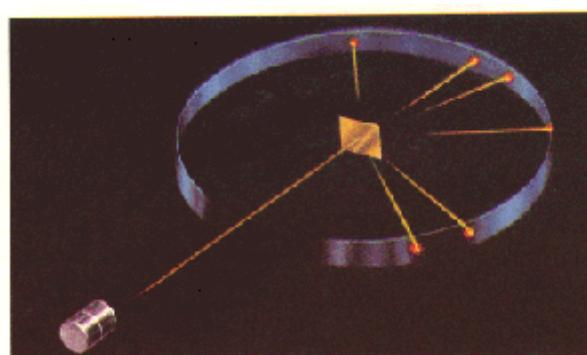
تركيب جهاز تجربة رذرفورد:-

- 1-انبوبة سميكة من الرصاص تحتوي على قطعة من عنصر مشع ، تخرج منه جسيمات الفا
- 2- الواح معدنية من الرصاص متوازية اما مصدر الاشعاع للحصول على اشعاع مستقيم وضمان عدم تسرب الاشعة
- 3-لوحة معدنية على هيئة دائرة غير متكاملة مغطاة بطبقة من کاربید الخارجین
- 4-صفيحة رقيقة من الذهب سمكها حوالي 0.0001 سم

خطوات التجربة :-

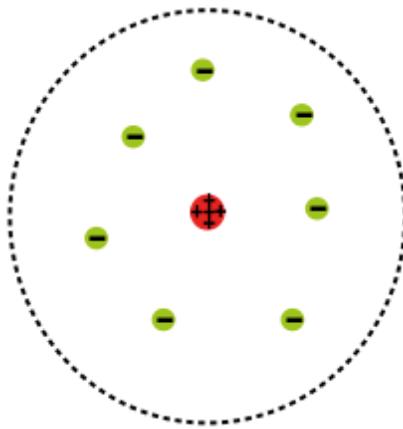
جعل رذرفورد جسيمات الفا تصطدم باللوحة المعدنية المغطاة بکاربید الخارجین ، لتحديد مكان وعدد جسيمات الفا المصطدمه باللوحة المعدنية ، ووضع صفيحة الذهب بحيث تعرض مسار الاشعة قبل اصطدامها باللوحة المعدنية . لاحظ رذرفورد ان معظم جسيمات الفا نفذت دون ان تعاني من اي انحراف ونسبة قليلة جدا من جسيمات الفا لم تتنفس من الصفيحة وارتدت عكس مسارها ووجد ان نسبة ضئيلة نفذت ثم عانت انحراف عن مسارها وقد استنتج ما يلي:-

- 1 - عدم انحراف اغلب الجسيمات دليل على وجود فراغ كبير في الذرة
- 2- انحراف جزء من الجسيمات انحراف بسيط يدل على احتواء الذرة على بعض الجسيمات الثقيلة والمشحونة بشحنات موجبة مما سبب انحراف جزء من جسيمات الفا عند مرورها بالقرب منها
- 3- الانحراف الكبير الذي عانته القلة البسيطة من جسيمات الفا سببه تمركز الجسيمات موجبة الشحنة بالذرة في وسطها مما سبب الانحراف الكلي لجسيمات الفا المارة بمركز النواة .



نموذج رذرفورد لتركيب الذرة:-

افترض رذرفورد ان الذرة تتكون من جسيم صغير وثقيل ذو شحنة موجبة يسمى النواة ويحتل مركز الذرة وتحتوي نواة الذرة على البروتونات موجبة الشحنة والنيوترونات المتعادلة لذا فان كتلة الذرة يساوي مجموع كتلة البروتونات والنيوترونات لأن كتلة الالكترونات صغير جدا وغير مؤثرة . تتوزع الالكترونات حول النواة بنفس الطريقة التي تتوزع بها الاجرام السماوية حول الشمس وبما ان الذرة متعادلة لذا فان عدد الالكترونات يساوي عدد البروتونات . دلت دراساتان قطر النواة يساوي 10^{-15} متر بينما قطر الذرة يساوي $1000/1$ من قطر الذرة .



نموذج ذرة رذرفورد

ان ابسط ذرة هي ذرة الهيدروجين والتي تتكون من بروتون والكترون مرتبطان معا بقوة الكتروستاتيكية وهذا مخالف لنظام الارض والشمس والذي يتم الارتباط فيه عبر قوى الجاذبية .

ذرة بور:-

اقترح بور سنة 1913 م ان الطاقة المكتسبة او المفقودة تمتلك قيم محددة ($E = h\nu$) . كما ان نظرية الكم لا تعترف بفقدان او اكتساب الطاقة بصورة مستمرة بل على هيئة كما محددة ثابتة . لذلك فان على الالكترون ان ينتقل من مستوى طاقة محدد الى مستوى طاقة اخر لكي يغير من طاقة علما ان الانتقال لا يتم بشكل تدريجي بل يحدث كله حالة واحدة فإذا لم يتتوفر مستوى طاقة اقل فان الالكترون لا يبعث طاقة والذرة لا تتحطم . اذا توفر مستوى طاقة اقل الالكترون يبعث طاقة بكمية محددة وهذه الكمية تكون متساوية الى فرق الطاقة بين المستويين الذين ينتقل بينهما الالكترون.

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

فرضيات بور :-

- 1- يمكن للإلكترونات في أي ذرة أن تتوارد ضمن عدد مدارات (orbitals) وتدور ضمن كل مدار حول النواة بدون انبعاث أشعة .
- 2- لكل من هذه المدارات نصف قطر محدد وطاقة معينة
- 3- من العدد اللانهائي المحتمل للمدارات يدور الالكترون فقط في تلك التي تتميز بان زخم الزاوي للإلكترون فيها هو احد مضاعفات المدار الثابت $\frac{h}{2\pi}$
- 4- تتباعد الأشعة فقط عند انتقال الالكترون من حالة استقرار معينة الى حالة استقرار أخرى ذات طاقة اقل يصاحب هذا الانتقال انبعاث مقدار من الطاقة ($h\nu$)

تفسير بور لذرة الهيدروجين والذرات الشبيهة بالهيدروجين :-

استطاع بور ان يعطي تفسير مقبول لخطوط الطيف الذري للهيدروجين بدلالة مدارات الذرة ومستويات الطاقة المنبعثة عند انتقال الالكترون بين هذه المدارات وتم تحديد هذه المدارات بواسطة عدد الكم الرئيسي (n)

كما استطاع تفسير أطياف الذرات الشبيهة بالهيدروجين ($\text{He} + 2 \text{Li} + 1$) الا ان النظرية لاقت بعض الصعوبات وكان اوله تفسير ظاهرة التراكيب الدقيقة في الطيف الخطي للذرات الشبيهة بالهيدروجين فعند استخدام أجهزة دقيقة وجد ان خطوط الطيف الذي وضعته هذه النظرية ليست خطوط منفردة بل يتكون البعض منها من مجموعة من الخطوط المتقاربة.

بور نظریہ ممیزات

1- نجح نموذج بور في تفسير ثبات والصفة الخطية لطيف ذرة الهيدروجين اضافة الى حساب مقدار طاقة كل من خطوط الطيف

2- كانت نتائج الحسابات النظرية لطيف ذرة الهيدروجين متقدمة تماماً مع نتائج التجارب العلمية.

القصور في نموذج يور:-

- تفسير اطيف العناصر الانتقال من الهيدروجين ، فهي بالكاد تفسر الذرات التي لها الكترون واحد.
 - الفروق النسبية لخطوط الطيف.
 - تواجد خطوط طيف البنية الدقيقة.
 - تأثير زيمان والذي يفسر وجود تغير في خطوط الطيف عند وجود مجال مغناطيسي خارجي.

نظرة سمر فؤاد:-

دخل سمرفيلد اول تطوير على نظرية بور باقتراحه مدارات اهليجية (Elliptical Orbital) اضافة الى المدارات الدائرية (Circular) وذلك لتفسير التراكيب الدقيقة لخطوط الطيف (Fine Structure) بدلاًة الانتقالات الالكترونية بين المستويات الثانوية . ان الفرق بين دوران الالكترون في مدار دائري ودورانه في مدار اهليجي يتمثل في تغير نصف قطر الدوران (r) اضافة الى تغير زاوية الدوران (Φ) بينما يكون التغير في زاوية الدوران (Φ) فقط في حال دورانه في مدار دائري وقد اوجب هذا الاقتراح ضرورة ادخال عدد كم ثانوي يرمز له بالرمز (K) يسمى بعدد الكم السمعي(Azimuthal Quantum Number) ويتبع شكل المدار الاهليجي بعديدي الكم (n) و (K) كما يلى

القطر الكبير للشكل الاهليجي n
القطر الصغير للشكل الاهليجي K

وقد اثبت سمر فيلد ان لكل قيمة من قيم n تأخذ K قيم $(n \leftarrow 1)$

دائرى	$n=3$	$K=3$
اهليجي	$n=3$	$K=2$
اهليجي	$n=3$	$K=1$

علمـا ان الدائرة حالة خاصة من الشكل الاهليجي عندما يتساوـى طول القطرين اي عندما ($n=K$) وقد استثنـت الـقيمة صفر لـعدد الـكم (K) نظـرا لأنـها تعـني تحـرك الـالكترون ضمن خط مستـقيم مـارـا بالـنواة . وقد اتـضح ان المـدارـات التي تـختلف في قـيمـة عـدد الـكم (K) وتـتشـابـه في قـيمـة عـدد الـكم (n) تـخـلـف في طـاقـتها اختـلاف قـليل وان انتـقال الـالكتـرون من الى مـدارـات كـهـزـة يـنـسـب في تـكـوـنـ بين خطـوط طـيف اضافـة .

عجز نظرية سمرفيلد عن تفسير اطيفات الذرات المتعدد الالكترونات كما اخفقت في استنباط الخواص الكيميائية الدورية للعناصر ولهذا استبعدت فكرة المدار الاهليجي واستعيض عن عدد الكم (K) بعده الكم الثانوي (ℓ) ويحدد عدد الكم الثانوي مدى بيضوية المدار ويأخذ قيم بحسب تحويل سمرفيلد على عدد الكم الاساسي (n) وهي

وهذا يعني ان عدد المدارات المتساوية تقربيا في طاقتها تحدد بقيمة عدد الkm (n) فإذا كانت قيمة $n=1$ فان ذلك يعني وجود مدار واحد (بور - سيرفيلد) قيمة (ا) له تساوي صفر وهكذا كذلك اشار الى الخطوط الدقيقة الممثلة بعدد الkm الثانوي (ا) بتسميات معينة مقابل القيم المختلفة ل(ا) وهي :-

- $\ell = 0$ ----- S (sharp)
- $\ell = 1$ ----- p (principa)l
- $\ell = 2$ ----- d (diffuse)
- $\ell = 3$ ----- f (fundamental)

تأثير زيمان ::

الصعوبة الثانية التي واجهت نظرية بور هو حدوث انقسامات لخطوط الطيف الذري عند وضع الغاز مجال مغناطيسي وهذا ما يعرف بتأثير زيمان ولشرح هذه الظاهرة كان لابد من استخدام عدد كم ثالث سمي بعدد الكم المغناطيسي (Magnetic Quantum Number) يحدد مستوى المدار الذي يدور فيه الالكترون بالنسبة الى اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي ويرمز له (ℓ) وقد وجد انه لكل قيمة (ℓ) يأخذ (ℓ) m جميع القيم العددية الصحيحة $(+1, 0, -1)$.

تأثير برم الالكترون ::-

في طيف الانبعاث لذرات عناصر الفلزات القلوية بان الالكترون (double lines) فسر وجود خطوط مزدوجة اضافة الى حركة المدارية حول النواة فانه يبرم حول محوره ايضاً وطبعي فانه ينتج عن كل من هاتين الحركتين مجال مغناطيسي وهناك احتمالان فقط فاما ان يعزز المجال المغناطيسي الناتج عن برم الالكترون ذلك الناتج عن حركة المدارية وان يضعفه تبعاً لبرم الالكترون ومن ثم فمستوى طاقة الالكترون يتحرك حركة مدارية فقط ينقسم الى مستويين عندما يبرم هذا الالكترون اثناء دورانه بذلك امكن تفسير ظهور الخطوط المزدوجة في اطیاف العناصر ويمكن التعبير عن الزخم الزاوي الذي يصاحب برم الالكترون بالمقدار $ms = h/2\pi$ حيث (ms) هو عدد كم البرم (Spin Quantum Number).

يمكن ان يأخذ القيمتين $+1/2$ و $-1/2$ وهكذا يلاحظ ضرورة استخدام اعداد كم لوصف طاقة الالكترون وقد حددت معادلة شروdonker القيم التي تأخذها اعداد الكم الاربعة.

المعنى الفيزيائي للأعداد الكم ::-

اعداد الكم الاربعة (quantum number) هي عنوان الالكترون في الذرة فهي تحدد حجم الحيز من الفراغ الذي تكون احتمالية تواجد الالكترون فيه اكبر ، كما تحدد طاقة الاوربتالات واشكالها واتجاهها بالنسبة لمحاور الذرة في الفراغ .

1- عدد الكم الرئيسي n (Principle Quantum Number)

وهو يحدد الطاقة الكلية للغلاف الذي يدور فيه الالكترون ويحدد بعد هذا الغلاف عن النواة ويتخذ الاعداد الصحيحة $(1, 2, 3, \dots, \infty)$ وبذلك فان الغلاف الرئيسي الداخلي القريب من النواة في اي ذرة يمتلك عدد كم رئيسي مساوياً الى (1) والذي يليه (2) . ان عدد الالكترونات التي تمتلك نفس عدد الكم الرئيسي في الذرة محددة ويتمثل بقيمة المقدار $(2n^2)$ حيث ان n هو عدد الكم الرئيسي .

2- عدد الكم الثانوي ℓ (Secondary Quantum Number)

وهو يحدد شكل الاغلفة الثانوية المتواجدة ضمن الغلاف الرئيسي الواحد ويتخذ القيم $[1, 2, 3, \dots, (n-1)]$ ويمكن استخراج قيمة الزخم الزاوي للإلكترون في مستوى ثانوي معين بدلالة عدد الكم الثانوي من العلاقة التالية

$$\text{Angular momentum} = \sqrt{\ell(\ell-1)} \times h/2\pi$$

عدد الكم المغناطيسي m (Magnetic Quantum Number)

وهو يحدد اتجاه الاوربتال نحو المجال المغناطيسي الخارجي ويعتمد في قيمته على عدد الكم الثانوي (L) فيتخذ القيم $(-\ell, -\ell+1, \dots, 0, \dots, \ell-1, \ell)$ اما الزخم الزاوي للإلكترون في اوربتال معين فيمكن استخراجه

بدلاله عدد الكم المغناطيسي من العلاقة $m \ell \times h/2\pi$

4 عدد كم البرم ms (Spin Quantum Number)

وهو يحدد اتجاه دوران الالكترون حول نفسه ويأخذ قيم $+1/2$ و $-1/2$

تسلسل مستويات الطاقة :-

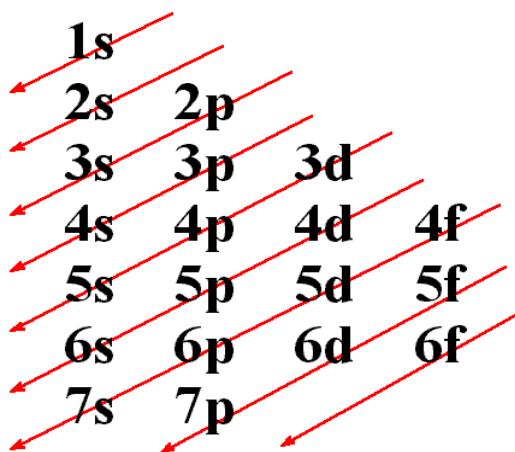
الترتيب الإلكتروني الأكثر استقرارا في الذرة في الحالة الطبيعية أو المستقرة (ground state) هو الذي يجعل طاقتها أقل ما يمكن ضمن الحدود المقبولة لأعداد الكم الاربعة اتفة الذكر .

تم تحديد مستويات الطاقة للأغلفة الثانوية المختلفة التي يمكن ان تشغل من قبل الكترون معين بواسطة معلومات طيفية ، حيث يتغير موقع اي مستوى ثانوي نسبة الى المستوى الثاني الاخر بتغير العدد الذري للعنصر فمثلا يكون تسلسلاً للمستويات الثانوية المختلفة في ذرة الهيدروجين كالتالي .

$$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < \dots$$

اما في الذرة المتعددة الالكترونات كذرات العناصر الاخرى فلا يحتفظ اي غلاف ثانوي بنفس مستوى الطاقة الذي يكون عليه في ذرة الهيدروجين ويعود السبب في ذلك الى التغير في قوة جذب النواة لالكترونات كلما تغيرت الشحنة الموجبة على لنواة . عند المرور خلال الجدول الدوري للعناصر فان الالكترونات تشغل مستويات الطاقة بالطريقة التي يؤشر بها السهمي في الشكل التالي .

Order of Orbital Filling (Multi Electron Systems)



يمكن تذكر هذا التسلسل بتطبيق القاعدة التي تعتمد على مجموع عددي الكم الرئيسي والثانوي كما يلي

تردد طاقة المستويات الثانوية كلما ازدادت قيم ($n + \ell$) واذا تساوت هذه القيمة لمستويين ثانوين او اكثر فاق لهم طاقة من له اقل قيمة لعدد الكم الرئيسي (n) وبنطبيق هذه القاعدة نجد ان طاقة المستوى الثاني p3 اعلى من طاقة المستوى الثاني 3s وذلك لأن ($n + \ell$) لها هي 4 و 3 على التوالي اما مستويات الطاقة الثانوية 4d, 5p, 6s فلها نفس قيمة ($n + \ell$) وهي 6 وبتطبيق النصف الثاني من القاعدة المذكورة أعلاه نجد ان المستوى s6 هو اعلاهم طاقة لأن قيمة (n) له تساوي 6 ويتبعه المستوى الثاني p5 لكون قيمة (n) هي 5 واقفهم طاقة هو المستوى الثاني d4 لأن قيمة (n) هي اربعة وهي اقلهم عددا .

ان عملية بناء الذرات متعددة الالكترونات هذه تعود الى قاعدة تدعى قاعدة البناء (Aufbau Principle) وتنص على ان احسن موقع هو الذي يشغل اولا واستنادا الى ذلك فان ملي مستويات الطاقة الثانوية لذرة متعددة الالكترونات يتم وفقا للترتيب التالي

$$1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f = 5d, 6p, 7s, 5f = 6d$$

قاعدة باولي للاستبعاد :-

تنص على (ليس هناك الكترونان في ذرة واحدة يمكن ان يكون لهما نفس اعداد الكم الاربعة) ومن هذا يمكن القول ان جميع الالكترونات في اي ذرة يجب ان تكون متميزة عن بعضها . مثلاً لذرة الهليوم 2 He كما يلي

$$\text{الكترون الاول} \quad n=1, \ell=0, m_\ell=0, ms=+\frac{1}{2}$$

$$\text{الكترون الثاني} \quad n=1, \ell=0, m_\ell=0, ms=-\frac{1}{2}$$

ومنه يتبين لنا بان الكتروني ذرة الهليوم في الاوربital 1s برم مختلف ولا يتعارض وصفهما مع مبدأ باولي ، وسوف يتم تمثيل الترتيب الإلكتروني ذرة الهليوم في الاوربital 1s $1s^2$.

1s

حيث يمثل المربع الاوربital وتمثل الاسهم عدد الالكترونات التي يحتويها الاوربital اما اتجاه السهم فانه يمثل عدد كم البرم للالكترون على اعتبار ان قيمة لرأس السهم الموجه الى الاعلى (+1/2) وان قيمة ms لرأس السهم الموجه الى الاسفل (-1/2)

قاعدة هوند:-

وضع هوند عدد من القواعد منها

- ان الالكترونات تتوزع بأسلوب منفرد في الاوربتلات المتساوية الطاقة قد ر المستطاع . حيث ان الالكترونات سالبة الشحنة فان لها ميل طبيعيا لان تناfar مع بعضها لذلك فهي توزع نفسها بين الاوربتلات المتوفرة ذات الطاقة المتساوية بطريقة بحيث تكون بعيدة عن بعضها جهد الامكان لذلك فان اوطأ تناfar الكتروني . ولهذا فعد ملئ الاوربتلات الثلاثة في p والخمسة في d والسبعة في f المحددة بنفس عدد الكم الرئيسي تدخل الالكترونات في الاوربتلات المتوفرة بصورة منفردة او لا ثم يحدث الازدواج بعد ان تمثلی الاوربتلات .

$$C_6 = 1S^2 \ 2S^2 \ 2P^2$$

