الفصل الثالث

الذرة فى العلم الحديث

لقد بدأ عصر الذرة ، وتسارعت الدول فى رصد الأموال الطائلة للانفاق على الدراسات والأبحاث الذرية ، محاولة جهد الطاقة استخدامها فى أغراض الحرب والسلم على السواء . وما كان لهذه الطفرة من الدراسة والبحث فى الذرة أن تكون الا بعد أن عرف العلم الحديث خواصها الأساسية ثم بدأ يتعامل معها على هذا الأساس ، محاولا بذلك تحقيق هدفين : الأول ــ معرفة ماخفى عليه من خواص الذرة وصفاتها وتركيبها الدقيق . والثانى ــ تسخير الطاقات الهائلة والكامنة فى الذرة من أجل خدمة الانسان ورفاهيته وتمكينه من السيطرة على قوى الطبيعة الأخرى وتسخيرها جميعا له .

وسوف نعرض فيما يلى بايجاز الحقائق الأساسية عن الذرة دون التعرض للتفاصيل الدقيقة التى لا محل لذكرها هنا ، ويجدها كل من يريد فى كتب الطبيعة النووية والهندسة الذرية . هذا بجانب تاريخ لهذه الحقائق نقسمه الى فترتين : تبدأ الأولى من فجر النهضة الأوربية حتى أوائل القرن العشرين ، وتليها الثانية مباشرة لتمتد حتى هذه الأيام .

* * *

الذرة منذ فجر النهضة الأوربية حتى أوائل القرن العشرين

تجددت على أيام العالم الطبيعى الانجليزى روبرت بويل (١٦٢٧ ــ ١٦٩١ م) والكيميائى الفرنسى لافورازييه (١٧٣٤ ــ ١٧٩٤ م) ــ نظرية

تكوين المادة من وحدات أساسية لا تقبل التجزئة . وصارت هذه النظرية حقيقة مسلم بها .

*

ولما ظهرت نظرية دالتن عام ١٨٠٣ وتعدلت بفرض أفوجادرو عام ١٨١١ أصبح معروفا أن المادة أو العنصر تتكون من ذرات ، وأن اجتماع عنصرين أو أكثر ليكون مركبا كيماويا هو فى الواقع اتحاد لذرتين أو أكثر تكون نتيجته تكوين الجزىء الذى اعتبر وحدة بناء المركب الكيماوى الجديد .

وقد فرض برزليوس حوالى عام ١٨٠٧ ان القوى التى تربط ذرة بأخرى يجب أن تكون ذات طبيعية كهربية .

ولما لاحظ بروت ان الأوزان الذرية وخاصة للعناصر الخفيفة هى مضاعفات للوزن الذرى للايدروجين عندئذ افترض فى عام ١٨١٥ أن ذرة الايدروجين هى وحدة البناء الذرى . وعلى ذلك تحتوى ذرة الهيليوم على ذرتين من الايدروجين وتحتوى ذرة الاكسجين على ١٦ ذرة أيدروجين .

ثم جاءت أبحاث فراداى (عام ١٧٩١ — ١٨٦٧ م) لتقرر نتيجة هامة هى : كما ان المادة أو العنصر يتكون من وحدات بناء هى الذرات ، فكذلك الكهربا تتكون من وحدات بناء هى الذرات الكهربية .

وبناء على البحوث والافتراضات السابقة ، قدر لوشميدت عام ١٨٦٥ حجم الذرة بالتقريب .

وفى عام ١٨٩٧ قام ثومسون وغيره باكتشاف الذرات الكهربية الطليقة (الالكترونات الطليقة) من دراسة انحراف أشعة الكاثود فى المجالات المغنطيسية ، وأمكن بعد ذلك تحديد كتلة الالكترون وشحنته وسرعته .

*

واذا كان العلم قد استطاع حتى أوائل القرن العشرين أن يعرف بالتقريب الأوزان الذرية للعناصر مقدرة بالنسبة لوزن ذرة الايدروجين التى

اتخذت وحدة ، وكذلك حجم الذرة ، وأن لها خصائص كهربية وأنها تحوى الكترونات ، فان ترتيبها وهيكل بنائها لم يزل لغزا مبهما يحتاج الى الكثير من البحث والاكتشاف .

*

الذرة فى القرن العشرين

وجد نيناردد ١٩٠٣ أن الالكترونات السريعة تستطيع النفاذ خلال طبقات المادة السميكة فدعاه ذلك الى تقرير أن الحيز الذى تشغله الذرة لا بد أن يكون أغلبه فراغا .

وفى عام ١٩١١ أعلن رذر فورد نظريته الذرية وفيها قدر أن كتلة الذرة وشحنتها الموجبة مركزة فى النواة ، وهذه الأخيرة تحيط بها الكترونات سالبة .

وفى عام ١٩١٣ استطاع العالم الدنمركى نيلز بور ان يطبق النظرية الكمية (١) فى الاشعاع للعالم الألمانى ماكس بلانك على النظرية الذرية لرذرفورد فوضع بذلك الأساس الذى تقوم عليه جميع الدراسات فى عالم الذرة بل فى نظرتنا الى المادة عموما ــ وهو ان الذرة نظام شمسى متراكب، يماثل تماما النظام الشمسى الكونى الذى سبق الكلام عنه فى الفصل الأول من هذا الكتاب .

ذلك أن ذرة العنصر تتكون من نواة تتركز فيها كتلة الذرة وتحمل الشحنات الموجبة ، بينما تسبح الالكترونات السالبة حول هذه النواة فى أفلاك ذات مستويات طاقة معينة .

---

(١) ظهرت نظرية « الكم » لماكس بلانك عام ١٩٠٠ وفيها قدر : ان امتصاص الطاقة او اشعاعها يكون فى حدود كم معين . ولتبسيط نظرية بلانك نقول : كما ان « الذرة » هى وحدة بناء المادة فان « الكم » هو الوحدة العددية للطاقة . وحيث انه لا يوجد ١/٢ ذرة اوكسجين مثلا ولكن يوجد : ١ ذرة ، ٢ ذرة .. الخ . فكذلك لا يوجد : ١/٢ « كم » من الطاقة ولكن يوجد : « كم » ، ٢ « كم » ، ٣ « كم » .. الخ .

ويستطيع الالكترون السابح حول النواة ان يقفز ـ مثلا ـ من مستوى طاقى يبعد عن النواة الى مستوى طاقى آخر أقرب اليها مصحوبا فى ذلك بخروج طاقة على صورة انبعاث ضوئى ـ تكون قيمتها وحدات صحيحة من « الكم » يتفق ونظرية ماكس بلانك .

ولقد ادى التوفيق بين نظرية « الكم » لماكس بلانك وفكرة النموذج الشمسى الذى ظهر فى نظرية رذرفورد ـ الى حل أغلب المشاكل التى كانت تعترض قبول النظرية الذرية الحديثة ، والتى تقوم على اعتبار الذرة نظاما شمسيا .

وفى عام ١٩٣٢ أطلق شادوبك اسم « النيوترون » على ذلك الجسيم عديم الشحنة والذى يكافىء البروتون تقريبا فى الوزن .

وقد ظهر هذا الجسيم فى التفاعلات النووية فى أبحاث بوث ، وبيكر ، وايرى كورى وزوجها جوليو .

* *

تركيب الذرة :

ذرة العنصر هى أصغر وحدة منه يمكن أن يكون لها وجود مستقل وتحمل جميع صفات العنصر وخواصه الطبيعية والكيميائية . واذا مثلنا المادة بانها سطح (١) أو مستوى يتكون من جملة خطوط أو مستقيمات فان العنصر يمثل بأحد مستقيمات المستوى وتكون الذرة هى النقطة التى يتكون منها هذا المستقيم .

ويمكن تصور الذرة بأنها كرة جوفاء توجد فى مركزها جسيمات تكون نواة الذرة وتحمل شحنة كهربية موجبة ـ وتسبح حول النواة ـ فى

---

(١) تعريفات : النقطة هى وضع مجرد من الطول والعرض والارتفاع او هى اول الخط ونهايته والخط هو وضع مجرد عن العرض والارتفاع او هو مسار نقطة .
والسطح او المستوى هو مسار خط او مستقيم وفق شروط خاصة .

الفراغ الواقع بينها وبين سطح الذرة الخارجى ـ جسيمات تحمل شحنة كهربية سالبة .

كما يمكن تصور الذرة كذلك بأنها حجرة يتدلى من السقف فى وسطها مصباح يمثل نواة الذرة وتدور حوله فراشات تمثل الكهارب السابحة .

ولما كان مجموع الشحنات الموجبة على النواة يساوى مجموع الشحنات السالبة المحيطة بها فان الذرة بذلك متعادلة كهربيا .

وتتكون النواة من جسيمات هى : البروتونات وكل منها ـ يحمل شحنة كهربية موجبة ؛ ومن النيوترونات وهى عديمة الشحنة . كما يمكن أن تتكون النواة من بروتونات فقط كما فى حالة الايدروجين ..

وتسمى الجسيمات السابحة فى أفلاكها حول النواة كهارب أو الكترونات ويحمل كل منها شحنة كهربية سالبة وتتوزع الالكترونات حول النواة فى أغلفة تسمى كذلك مستويات طاقة أو سماوات (١) ـ يمكن أن يصل عددها الى سبعة فى العناصر الثقيلة ، وذلك حسب ترتيب خاص بكل عنصر .

ولما كانت الذرة متعادلة كهربيا كان عدد الالكترونات السالبة فى الذرة المتزنة ـ مساويا دائما عدد البروتونات الموجبة .

وتشترك جميع ذرات العناصر المختلفة فى هيكل البناء العام السابق تخطيطه ، وتختلف الذرة من عنصر الى آخر فى عدد الالكترونات حول النواة وبالتالى فى عدد البروتونات ، ثم فى عدد النيوترونات الموجودة فى النواة .

---

(١) تعنى كلمة السماء فى اللغة العربية كل وضع هندسى أعلا بالنسبة لوضع آخر معلوم . والقرآن الكريم يقول فى سورة ابراهيم « الم تر كيف ضرب الله مثلا كلمة طيبة كشجرة طيبة اصلها ثابت وفرعها فى السماء ، تؤتى أكلها كل حين باذن ربها » . ولما كان أقصى ارتفاع لاى شجرة ـ سواء كان المقصود هنا النخلة او غيرها ـ لا يتعدى بضع عشرات الامتار ، كان هذا البعد وما دونه وما فوقه سماء بالنسبة للارض لانه يعلوها .

وعند الكلام عن « السماء » فى الذرة يكون المقصود بها تلك المناطق التى تحيط بالنواة

وينشأ عن هذا الاختلاف العددى اختلاف العناصر فى خواصها الطبيعية والكيميائية وغيرها .

* *

اقدار الذرة ومكوناتها

يبلغ قطر الذرة ١ × ١٠$^{-٨}$ سم

وقطر النواة ١ × ١٠$^{-١٣}$ سم .

وقطر الالكترون ٥ر٦٤ × ١٠$^{-١٣}$ سم .

من هذا يتبين أن قطر الذرة أكبر من قطر النواة بمقدار ١٠٠،٠٠٠ مرة أى أن النواة تتركز فى نقطة من قلب الذرة يحيط بها فراغ هائل تسبح فيه الالكترونات .

واذا أردنا مقارنة أبعاد الذرة بأقل وحدات الطول المتعارف عليها وهى المليمتر ، لوجدنا انه اذا استطعنا حشد ١٠ مليون ذرة متلاصقة ، الواحدة بجوار الأخرى ، فانها لا تشغل فى الطول سوى ١ ملليمتر .

كذلك اذا استطعنا حشد ١٠٠٠ مليون نواة متلاصقة فانها لا تشغل فى الطول سوى $\frac{١}{١٠٠٠}$ ملليمتر ، كذلك يتضح مما سبق ضخامة حجم الالكترون بالنسبة الى حجم النواة .

*

وقد وجد ان كتلة الالكترون الساكنة = ٩ر١٠٧ × ١٠$^{-٢٨}$

وكتلة البروتون = ١ر٦٧٤٨ × ١٠$^{-٢٤}$ جرام .

وكتلة النيوترون = ١ر٦٧٢٥ × ١٠$^{-٢٤}$ جرام .

ولهذا اعتبر أن كتلة البروتون تساوى تقريبا كتلة النيوترون . ولما كانت كتلة الالكترون صغيرة جدا بالنسبة للبروتون ـ اذ تبلغ هذه

النسبة حوالى ١/١٨٤٠ ــ فقد اعتبر ان وزن الذرة مكافىء لوزن نواتها التى تتكون من بروتونات ونيوترونات .

ويتضح من المقادير السابقة ، عظم كثافة النواة اذا ما قورنت بكثافة المواد العادية ــ التى هى كثافة الذرات اذ تبلغ كثافة النواة ملايين الملايين من المرات قدر الكثافة العادية .

*

ونود هنا أن نعرف مقادير تلك الأجزاء من جرام الحديد التى ذكرناها عند الكلام عن « فكرة الذرة » وتقسيم ذلك الجزء من جرام الحديد الى عشر وزنه فى متوالية هندسية ، فاننا نجد أن وزن ذلك الجزء من جرام الحديد الذى وصلنا اليه بعد عملية التقسيم رقم ٢٢ = ١ × ١٠ ^ -٢٢ جرام .

وهو يساوى تقريبا ــ وزن ذرة الحديد ، اذ أنه يقدر بحوالى ٠ر٩٣ × ١٠ ^ -٢٢ جرام .

هذا ــ وتتراوح أوزان ذرات العناصر المختلفة من ١ × ١٠ ^ -٢٤ جم الى ١ × ١٠ ^ -٢٢ جم .

* *

الوزن الذرى :

يعرف الوزن الذرى للعنصر بأنه النسبة بين وزن ذرة العنصر ووزن ذرة الايدروجين التى اتخذت وحدة . وفى صورة أخرى كان الاوكسجين هو أساس المقارنة ــ وليس الايدروجين ــ حيث اعتبر أن وزنه الذرى مساويا ١٦ وحدة ، وبذلك صار الوزن الذرى للايدروجين مساويا ١ر٠٠٨ وحدة وزن ذرى .

وفى صورة مبسطة يعتبر الوزن الذرى مكافئا للعدد الكتلى لما فى النواة من بروتونات ونيوترونات ، وذلك على أساس اهمال وزن الالكترونات ثم اعتبار وزن النيوترون مساويا لوزن البروتون .

العدد الذرى :

يتحدد بالنسبة لأى ذرة بأنه عـدد الالكترونات حـول نواة هـذه الذرة ، وهو يساوى كذلك عدد بروتونات النواة .

* *

هذا ــ وتوضيحا لما سبق جميعه فاننا نعرض فيما يلى أمثلة لتكوين ذرات بعض العناصر المختلفة مع أشكال توضيحية مبسطة لها ، وقد رسمت مدارات الالكترونات على هيئة دوائر متحدة المركز ، كما رمز الى البروتون بدائرة صغيرة بها علامة + ، والالكترون دائرة بها علامة ــ ، والنيوترون دائرة صغيرة سوداء .

*

ذرة الايدروجين : تتكون النواة من بروتون واحد (لا يوجد هنـا نيوترونات) ويدور حولها ١ الكترون ، ويقع هذا المدار فى مستوى الطاقة الأول أو فى السماء الأولى الأقرب الى النواة .

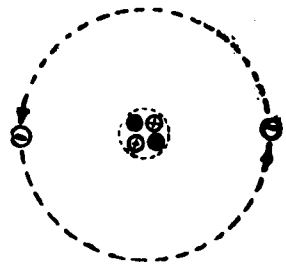
نموذج لذرة الايدروجين

والوزن الذى للايدروجين ، كما سبق بيانه = ١ر٠٠٨ ؛ والعـدد الذرى = ١ .

*

ذرة الهيليوم : تتكون النواة من ٢ بروتون ، و ٢ نيوترون . ويسبح حولها ٢ الكترون فى مستوى الطاقة الأول .

والوزن الذرى للهيليـــوم = ٤ر٠٠٣ ، والعدد الذرى = ٢ .



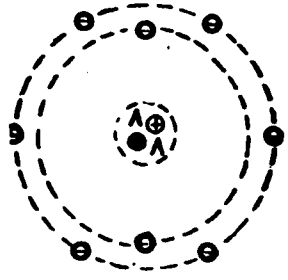
نموذج لذرة الهيليوم

*

ذرة الأوكسجين : تتكون النواة من ٨ بروتون ، و ٨ نيـــوترون ، ويسبح حـولها ٨ الكترون موزعة كالآتى :

٢ الكترون فى السماء الأولى .

٦ الكترون فى السماء الثانية .



نموذج لذرة الاوكسجين

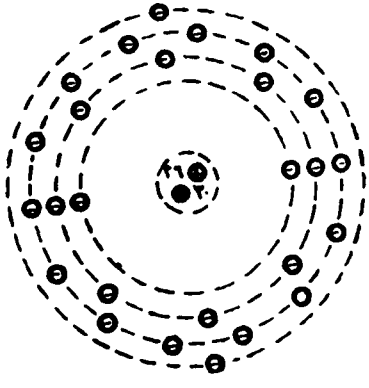
والوزن الذرى للاوكســجين ـ كمـا سبق = ١٦ ، والعـــدد الذرى = ٨ .

*

ذرة الحديد : تتكون النواة من ٢٦ بروتون ، و ٣٠ نيـــوترون ـ ويسبح حولها ٢٦ الكترون موزعة كالآتى :

٢ الكترون فى السماء الأولى .

٨ ، ١٤ الكترونا فى الســـماء الثانية والثالثة ، على الترتيب .



نموذج لذرة الحديد

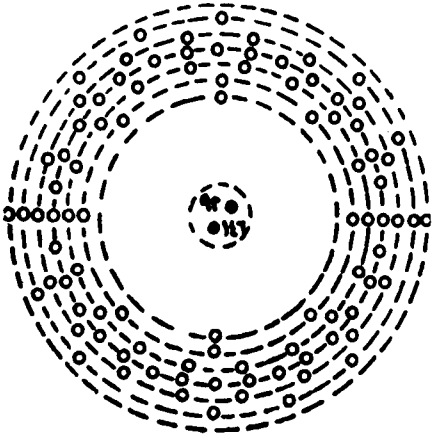
٢ الكترون فى السماء الرابعة .

والوزن الذرى للحديد = ٥٥٫٨٥ والعدد الذرى = ٢٦ .

*

ذرة اليورانيوم : تتكون النواة فى ذرة اليورانيوم الطبيعى المعروف باليورانيوم ٢٣٨ من ٩٢ برونون ، و ١٤٦ نيوترون ، ويسبح حولها ٩٢ الكترون موزعة كالآتى :

٢ الكترون فى السماء الاولى .



نموذج للذرة اليورانيوم

٨ ، ١٨ ، ٣٢ ، ٢١ ، ٩ الكترونات فى السموات الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة ، على الترتيب .

٢ الكترون فى السماء السابعة .

والوزن الذرى لهذا اليورانيوم = ٢٣٨ ، والعدد الذرى = ٩٢ .

* *

الجسيمات الذرية الاخرى :

تظهر فى الطبيعة وفى التفاعلات النووية جسيمات ذرية أخرى غير الجسيمات الرئيسية السابق ذكرها ـ وهى البروتون والالكترون ونذكر منها ما يلى :

البوزيترون : جسيم كتلته تساوى كتلة الالكترون ، لكن شحنته الكهربية موجبة فهو بذلك يعتبر مضادا للالكترون ، وهو لا يتواجد فى الطبيعة الاخلال فترة زمنية قصيرة جدا .

الفوتون : جسيم يمثل وحدة كمة ضوئية أو هو ذريرة ضوئية .

واذا اقترب البوزيترون من الالكترون اتحد معه ونتج عن ذلك الفوتون كذلك اذا دخل الفوتون فى احد المجالات الشديدة القريبة من نواة الذرة تحول الى بوزيترون والكترون .

وليس معنى ذلك أن الفوتون يتكون من بوزيترون والكترون ، ولكنه يعتبر فقط الصورة الجديدة التى تنتج من اتحاد هذين الجسيمين الأوليين .

النيوترينو : هو جسيم عديم الشحنة كتلته تبلغ $\frac{1}{2.0}$ من كتلة الالكترون .

الانتى نيوترينو : يعتبر مضادا للنيوترينو ، ذلك انه يلف فى اتجاه مضاد له بالنسبة لعزم مغنطيسى معلوم .

الميزون : هو جسيم أولى تبلغ كتلته حوالى ٢٠٠ مرة قدر كتلة الالكترون ، وقد يكون موجبا أو سالبا . وهو يوجد فى الاشعة الكونية التى تسقط على الأرض باستمرار من الغلاف الخارجى المحيط بها .

*

هذا ــ ومن المقرر علميا أن لهذه الجسيمات الذرية خاصية التحول احدها الى الآخر تحت ظروف خاصة على أن يكون ذلك متمشيا مع القوانين التى تربط الكتلة بالطاقة .

فقد يحدث ان تمتص نواة الذرة أحد الكتروناتها المدارية وفى هـذه الحالة ينعدم الالكترون حيث تتعادل شحنته مع شحنة البروتون ويكون الناتج نيوترونا مصحابا بانبعاث الاشعة السينية . ولما كانت عملية امتصاص الالكترون هذه تحدث بالنسبة لذلك الموجود فى المدار الأقرب الى النواة فعندئذ يسقط الكترون من تلك التى كانت تشغل مدارا أبعد عن النواة ليشغل المدار الذى كان فيه الالكترون الذى امتص فتنبعث الاشعة السينية مصحوبة بجسيم النيوترينو .

كذلك ينتج الفوتون عندما يقفز الالكترون من مستوى طاقى معين الى مستوى طاقى آخر أقل منه ويكون الفوتون هو صورة فرق الطاقة .

ويمكن أن يتحول البروتون الى نيوترون وبوزيترون ، ويتحـول النيوترون الى بروتون والكترون ، وتكون هذه التحولات مصحوبة بصور من الطاقة مع بعض الجسيمات الذرية الأخرى .

كما أن هذه الجسيمات الأولية لها خاصية مشتركة هى خاصية اللف أو كمية التحرك الزاوية .

ويمكن تشبيه كثير من هذه الجسيمات بالنحلة الدوارة وذلك من وجهة النظر الميكانيكية .

* *

الخاصية الثنائية :

اننا لا نستطيع النظر الى هذه الجسيمات الذرية على أنها جسيمات ذات كتل جامدة ، لكنها فى الحقيقة جسيمات تصطحب أمواجا ، أى ان لها

خاصية ثنائية تستطيع بواسطتها ان ترينا نفسها ــ فى بعض الحالات فى صورة جسيمات ، كما اننا نراها فى حالات أخرى فى صورة أمواج .

ولقد دلت دراسات الضوء على أن له خاصية ثنائية . فمن المشاهد أن هناك ظواهر ضوئية ــ كخاصية التداخل ــ لا يمكن فهمها الا اذا اعتبر الضوء موجيا ، كما أن هناك ظواهر أخرى تعنى أنه سيل من الجسيمات التى تقطع الفضاء فى خطوط مستقيمة .

ولقد تبين لبروجلى عام ١٩٢٤ ان الخاصية الثنائية الغريبة التى تضفى على الضوء الصورة الموجية أحيانا ، ثم تصوره كحزمة من الجسيمات فى أحيان أخرى لم تكن خاصية للضوء فحسب ، بل انها خاصية للمادة أيضا . ولقد أدى هذا الاكتشاف الى وضع علم الميكانيكا الموجية .

ومن المؤكد ان لالكترونات الذرة تلك الخاصية الثنائية ، فهى تعتبر جسيمات ، كما أنها تظهر لنا فى صورة أمواج . وتستخدم الطبيعة الحديثة كلا الصورتين (الجسيمية والموجية) فى الحصول على صورة ــ أو تصور ــ للذرة .

وفى تعبير أدق يمكن اعتبار الالكترون داخل الذرة أنه شبه سحابة أو تركيز محلى لطاقة تتعرض باستمرار لعمليات تكوين ثم تحلل فى المستويات الفرعية المضطربة .

ويمكن تصور أن الالكترون لا يتحرك ككائن موجود دائما ، ولكنه يتكون دوريا نتيجة لتركيز طاقة المجال فى الأغلفة حول النواة .

واذا اعتبرنا الصورة الجسيمية للالكترون ، فاننا نستطيع الكلام عن النموذج الشمسى فى الذرة ، والذى يتكون من نواة تسبح حولها الكترونات .

أما اذا اعتبرنا الصورتين معا ـ الجسيمية والموجية ـ فانه يمكن وصف الذرة هندسيا ـ بانها نواة تسورها أفلاك .

وتلك هى صورة النظام الشمسى فى الكون الذى نحن عالم منه .

*

النظائر :

توجد فى الطبيعة بدرجات مختلفة ذرات لأغلب العناصر الكيميائية تشترك مع ذرة العنصر الطبيعى فى أن لها نفس العدد الذرى ـ أى عدد الالكترونات الذى يساوى أيضا عدد البروتونات ولكنها تختلف عنها فى الوزن الذرى بسبب اختلاف عدد النيوترونات فى النواة . وتوجد أغلب العناصر الكيميائية فى الطبيعة على هيئة مخاليط لنظائر مختلفة . ويشترك العنصر الطبيعى ونظائره فى الخواص الكيميائية والطبيعية .

فالاوكسجين الطبيعى (أوكسجين ١٦) تتكون نواته من ٨ بروتون ، ٨ نيوترون ويسبح حولها ٨ الكترون ووزنه الذرى = ١٦ وعدده الذرى = ٨ .

على ان له نظيرين آخرين هما الاوكسجين ١٧ والاوكسجين ١٨ ، ويوجد بنواة كل منهما ٨ بروتون ويسبح حولها ٨ الكترون الا أن نواة الاول بها ٩ نيوترون ونواة الثانى بها ١٠ نيوترون ولهذا كان الوزن الذرى لهذين النظيرين هما ١٧٫٠٠٤ ، ١٨٫٠٠٣ على الترتيب .

وتبلغ نسبة تواجد الاوكسجين الطبيعى ونظيريه فى الطبيعة : ٩٩٫٧٦٪ ، ٠٫٠٤٪ ، ٠٫٢٪ على الترتيب .

هذا ـ وقد وجد أن النظائر نوعان : الأول نظائر مستقرة لا يتغير تكوين ذرتها بمضى الوقت ، مثل الكربون ذى الوزن الذرى ١٢ ، ونظيره ذى الوزن الذرى ١٣ ـ والنتروجين ذى الوزن الذرى ١٤ ونظيره ذى الوزن الذرى ١٥ .

أما النوع الثانى فهو نظائر غير مستقرة بسبب التغير الذى يحدث فى تكوين ذراتها بمرور الوقت حيث تتحول ذرة ذلك النوع الى ذرات عناصر أخرى .

وقد وجد ان أغلب العناصر الكيمائية التى لها اعداد ذرية زوجية لها عدة نظائر ثابتة ، اما العناصر التى لها أعداد ذرية فردية فلها نظير أو نظيران ثابتان على الأكثر .

كمـا ان العناصر التى لها أعداد ذرية أعلى من ٨٣ مثـل الراديوم واليورانيوم لها نظائر مشعة فقط .

ويوجد للعناصر المعروفة اليوم ـ وعددها ١٠٤ عنصرا ـ نحو ٣٠٠ نظير ثابت ، وأكثر من ١٠٠٠ نظير مشع ، توجد منها فى الطبيعة ٥٠ فقط .

وللنظائر أهمية كبيرة فى الطب والصناعة وغيرها . فهى تستخدم فى دراسة التفاعلات الكمبائية والظواهر الفسيولوجية فى الانسان والحيوان والنبات ، وفى ضبط جودة الانتاج الصناعى ، وتحويل المواد ، وغـير ذلك .

* *

النشاط الاشـعاعى :

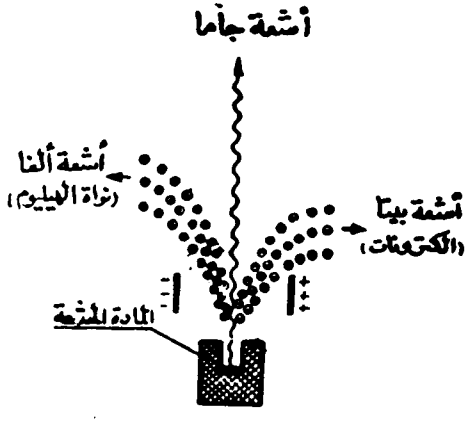
اكتشف العالم الفرنسى هنرى بيكرل عام ١٨٩٦ ـ دون سابق قصد ـ ان عنصر اليورانيوم يشع وكان ذلك عندما ارتسمت صورة لقطعة من أملاح اليورانيوم على لوح فوتوغرافى حساس موضوع أسفلها .

وكان هذا دليلا على أن اليورانيوم له خاصية اشعاعية وقدرة على النفاذ كتلك التى اكتشفها رونتجن الألمانى للاشعة السنية من قبل فى عام ١٨٩٥ ولقد كان هذا حافزا قويا دفع العلماء الى البحث عن عناصر أخرى غـير اليورانيوم لها خاصية الاشعاع .

فاكتشف بعد ذلك البولونيوم والراديوم ومواد أخرى مشعة ، كما أمكن تحويل عناصر لم تكن مشعة من قبل الى عناصر مشعة مثل الكربون المشع والنتروجين المشع . وتعزى خاصية الاشعاع الى حدوث اضطراب فى نواة الذرة يدفعها الى التحول ، فتصير نواة لعنصر آخر ويصاحب ذلك انطلاق طاقة اشعاعية .

وينقسم الاشعاع الى ثلاثة أنواع :

اشعاع الفا : وهو اشعاع جسيمى عبارة عن انطلاق نواة ذرة الهيليوم أى أن الوحدة من هذا الاشعاع تعتبر نواة ذرة الهيليوم التى تتكون من ٢ بروتون ، ٢ نيرترون .



انواع الاشعاعات

اشعاع بيتا : وهو اشعاع جسيمى عبارة عن انطلاق الكترونات سالبة أو بوزيترونات موجبة .

اشعاع جاما : وهو اشعاع موجى نفاذ عبارة عن انطلاق طاقة كهرومغناطيسية ذات موجة قصيرة جدا .

* *

فترة نصف العمر :

هى مقدار الزمن اللازم لتحلل نصف عدد ذرات المادة المشعة ، وتتراوح هذه الفترة للعناصر المشعة بين أجزاء ضئيلة جدا من الثانية ـ كما فى الهيليوم اذ تبلغ ٦ × ٢٠ $^{-٢٠}$ ثانية ـ الى آلاف الملايين من السنين كما فى اليورانيوم ٢٣٨ حيث تبلغ ٤٥٠٠ مليون سنة .

ومعرفة هذه الفترة ضرورية للاستفادة من خواص العناصر المشعة فى مختلف المجالات .

* *

المادة والطاقة :

أصبح معروفا الآن ان المادة والطاقة صورتان مختلفان لشىء واحد بمعنى انه يمكن تحويل المادة الى طاقة كما يمكن ـ نظريا ـ ان تتحول الطاقة الى مادة . وقد وضع أينشتين العلاقة التى تربط المادة بالطاقة على الصورة التالية :

الطاقة = المادة × مربع سرعة الضوء .

وبمعلومية ان سرعة الضوء = ٣٠٠ر٠٠٠ كيلو متر فى الثانية نجد ان الطاقة التى تنتج عن تحول ١كيلو جرام من المادة ، ولتكن الماء ـ تبلغ حوالى ٥٢٠٠٠ مليون كيلو واط ساعة .

ولما كانت الطاقة الكهربية القصوى التى يمكن انتاجها من السد العالى تبلغ ١٠٫٠٠٠ مليون كيلو واط ساعة سنويا ، يتبين لنا أن تحول ١ كيلو جرام من المادة يعطى طاقة تعادل طاقة السد العالى بمقدار ٢ ١/٢ مرة .

* *

الجدول الدورى للعناصر :

لاحظ العلماء أن بين العناصر المختلفة خواص مشتركة ، وان هذه العناصر تكرر خواصها فى دورات عددها ٧ .

وقد قامت محاولات لتخطيط الجدول الدورى للعناصر تصاعديا وفقا لأوزانها الذرية، الا أن هذا الأساس ظهرت له بعض المآخذ، منها ان العنصر الواحد يمكن أن يتواجد له نظائر خواصها واحدة وأوزانها الذرية مختلفة.

ولما صار مؤكدا أن الخواص الكيمائية والطبيعية للعناصر تتوقف ــ دوريا ــ على اعدادها الذرية لذلك اصبح الجدول الدورى الحديث يبنى على أساس ترتيب العناصر تصاعديا وفقا لاعدادها الذرية .

ويتم هذا الترتيب فى مجموعات ذات خواص مشتركة ــ رأسيا ــ تكرر نفسها فى دورات ــ أفقية ــ عددها ٧ .

وبذلك أصبح من السهل دراسة خواص أى عنصر متى عرف وضعه فى الجدول الدورى .

*

والآن ــ بعد أن تعرفنا الى المعلومات الأساسية اللازمة لمعرفة كيفية استخدامات الذرة فى مختلف المجالات ، فاننا نتقدم الى الخطوة التالية وهى بعض التطبيقات العملية للنظرية الذرية .

* * *