[٣] الباب الثالث :

تركيب الذرة Atomic Structure

[٣ ـ ١] عـام :

نشأت فكرة كون المادة ، مؤلفة من جسيمات مستقلة صغيرة جداً وهو ما يعرف بالفرضية الذرية عند فلاسفة الإغريق القدماء ولم يمكن وضع نظرية للذرات والجزيئات مُدعمة علمياً إلا بعد ذلك بكثير وبالتحديد بين القرنين السابع عشر والتاسع عشر حيث بدأ علم الفيزياء يعتمد على التجربة الدقيقة .

ومنذ حوالى مائة عام كان اعتقاد العلماء أن الذرات عبارة عن أجسام متماثلة صلبة صغيرة ، مثل الكرات وكان يعتقد بأنه لا يوجد ما هو أصغر من الذرات .

إلا أن كل هذه الاعتقادات تغيرت فى النصف الأول من هذا القرن وذلك بفضل العمل الرائد الذى قام به العالم البريطانى لورد رذرفورد Lord Rutherford .

ويقوم علم الذرات والجزيئات على مبدأ تقطيع المادة فكل مادة ليست متراصة تماماً بل تتألف من جسيمات مستقلة دقيقة جداً ويعزى الاختلاف بين المواد إلى اختلاف جُسيماتها .

فجسيمات المادة الواحدة متساوية بينما تختلف جسيمات المواد المختلفة وتوجد جسيمات المادة فى حالة حركة دائمة فى جميع الأحوال وتزداد هذه الحركة كلما ارتفعت درجة حرارة الجسم .

والجسيمات فى أغلب المواد ما هى إلا الجزيئات ، فالجزىء أصغر جسيم فى

المادة يتمتع بخواصها الكيميائية ، والجزيئات بدورها تتألف من ذرات والذرة أصغر جسيم فى العنصر تتمتع بخواصه الكيميائية .

وقد يدخل فى تركيب الجزىء عدد مختلف من الذرات .

فجزيئات الغازات النبيلة أحادية الذرة وجزيئات مواد أخرى كالهيدروجين والنيتروجين ، ثنائية الذرة وجزيئات الماء ، ثلاثية الذرة .

فى حين أن جزيئات المواد الأكثر تعقيداً (مثل البروتينات والأحماض الأمينية) فتتألف من عدد كبير من الذرات (يقدر بمئات الآلاف) .

وليس من الضرورى دائماً أن تكون الجزيئات هى الجسيمات المكونة للمادة فالعديد من المواد الموجودة فى الحالتين الصلبة أو السائلة ، كالأملاح مثلاً لا تملك بنية جزيئية بل إنها تملك بنية أيونية وهناك بعض المواد ذات بناء ذرى .

ويكفى أن نشير هنا إلى أن الجزيئات ليست هى الحاملة للخواص الكيميائية فى المواد ذات البناء الذرى أو الأيونى بل إن ما يحدد هذه الخواص ، هو المجموعة المؤتلفة من الأيونات أو الذرات التى تتكون منها المادة المعينة .

وعلى ما تقدم فإنه يمكننا تعريف العنصر الكيميائى بأنه نوع من الذرات يتميز بموجبه بخواص معينة وتتكون المواد البسيطة نتيجة اتحاد ذرات من نفس العنصر بينما يؤدى اتحاد ذرات من عناصر مختلفة إلى الحصول على مادة معقدة أو مخلوط من مواد بسيطة .

وقد أصبح مؤكداً الآن ، أن الذرات ذاتها تتكون من عدة جسيمات أصغر ، إلا أن ما يهمنا منها فى مجال الكيمياء ، ثلاثة جسيمات فى غاية الأهمية وهى :

البروتون Proton ، النيترون Neutron ، الإلكترون Electron .

فالبروتون هو جسيم ذو شحنة موجبة وله كتلة تعادل تقريباً كتلة ذرة الهيدروجين .

أما الإلكترون فهو جسيم آخر ذو شحنة سالبة تعادل شحنة البروتون عددياً

ولكنها تخالفها فى الإشارة وتصل كتلة الإلكترون إلى حوالى $\frac{١}{١٨٤٠}$ من وزن البروتون .

أما النيترون فهو جسيم متعادل كهربياً وتبلغ كتلته تقريباً نفس كتلة البروتون .

الجسيم	وضعه فى الذرة	الكتلة بالنسبة لكتلة ذرة الهيدروجين	الشحنة
بروتـــــــون P	النواة	١	+١
نيتـــــــرون n	النواة	١	صفر
إلكتـــــــرون e	المدارات ـ الأغلفة	٠,٠٠٠٥	-١

جـدول (٣ـ١)
مكان والكتلة النسبية والشحنة لكل من البروتونات والنيترونات والإلكترونات بالذرة

وفيما يلى موجز لنظرية تركيب الذرة :

١ ــ كل الذرات تتكون من ثلاثة جسيمات أساسية وهى : البروتونات والنيترونات والإلكترونات .

٢ ــ ويطلق على مركز الذرة بالنواه nucleus .

٣ ــ تحتوى النواة على البروتونات والنيترونات .

٤ ــ لكل من البروتون والنيترون نفس الكتلة تقريباً وهى تبلغ تقريباً وزن ذرة الهيدروجين ولذلك فإن كلاً منهما يُعطى كتلة نسبية ككتلة ذرة الهيدروجين .

٥ ــ البروتونات ذات شحنة موجبة فى حين أن النيترونات عديمة الشحنة أى متعادلة .

٦ ــ يُشكل حجم النواة جزءاً صغيراً من الحجم الكلى للذرة .

٧ ــ أكثر من ٩٩,٩٪ من الذرة عبارة عن فراغ مُطلق يتم شغله بالكترونات متحركة .

٨ ــ تكون كتلة الإلكترون أقل بحوالى ٢٠٠٠ مرة من كتلة البروتون أو النيترون ($\frac{١}{١٨٤٠}$ مرة) .

٩ ــ الإلكترونات سالبة الشحنة والشحنة السالبة على أى إلكترون تعادل تماماً الشحنة الموجبة على البروتون (تُعادلها) .

١٠ ــ تتحرك الإلكترونات بسرعة عالية جداً حول النواة بالذرة وتكون فى صورة أغلفة Layers or shells وعلى مسافات مختلفة من مركز النواة .

ومعظم النقاط السابق ذكرها ، موجزة فى الجدول السابق جدول (٣ ــ ١) .

[٣ ـ ٢] اكتشاف كل من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات :

(أ) الإلكترون : Electron :

فى نهاية القرن التاسع عشر قامت أبحاث وتجارب كثيرة ومكثفة على تأثير التفريغ الكهربائى بضغط كهربى عالٍ جداً (بملف حث induction coil) ، خلال الغازات الأوليه الأساسيه تحت ضغط صغير جداً .

وقد أدت هذه الأبحاث إلى اكتساف أشعه الكاثود Cothode rays وهى تخرج عمودية على الكاثود وتنتقل فى خطوط مستقيمة .

فإذا ما مرت عبر مجال إلكروسايكى فانها تنحرف بعيداً عن اللوح السالب اى أنها ذات شحنه سالبة .

ويمكن لهذه الأشعة أن تُظهر أو تبدى ضغطاً ميكانيكياً وأن تنقل كميات وفيرة من الطاقة الحركية Kinetic energy ، لدرجة أنها إذا اصطدمت بجسم معدنى فإنه يسخن بل وقد يتفكك .

ومن هذه الحقائق فإنه تم استنتاج أن أشعة الكاثود تتكون من حزمة أو فيض منهمر من جسيمات ذات شحنة سالبة وتتحرك بسرعة عالية (٧١٠متر/ث ـ عشرة آلاف كم/ثانية) .

وقد أطلق على هذه الجسيمات بالإلكترونات electrons ويمكن الحصول عليها من كل الغازات المعروفة وقد ثبت فيما بعد أن كتلتها حوالى ٩,١ × ١٠$^{-٢٨}$ جرام وأن شحنتها تبلغ ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم Coulomb .

وفى نفس الوقت فإن هنالك جسيمات ذات شحنات موجبة . تنفصل من الأنود (المصعد) anode ، وتعتمد طبيعة هذه الجسيمات على نوعية الغاز المستخدم فى التفريغ الكهربى .

فمثلاً نجد أن غاز الهيدروجين ، يعطى أيونات هيدروجين H^+ ، ويكون تأثير التفريغ الكهربى هو تأين ذرة الهيدروجين إلى إلكترونات وأيونات هيدروجين .

(ب) البروتون Proton :

وفى بداية هذا القرن قام العالم الإنجليزى رذرفورد بتجارب وأبحاث حيث أطلق على ذرة الهيدروجين جسيمات ألفا المُسرعة .

وهى عبارة عن أيونات هيليوم (He^{2+}) من مصدر مشع (Radioactive source) حيث اكتشف ، تولد جسيمات شديدة النفاذية ، ولها شحنة كهربية تعادل شحنة الإلكترون إلا أنها موجبة وقد أُطلق على هذه الجسيمات البروتونات وهى نفس الجسيمات الموجبة الشحنة التى تولدت فى أنابيب التفريغ الكهربى لغاز الهيدروجين .

حيث قامت جسيمات ألفا بتأيين ذرات الهيدروجين وذلك بطرد الإلكترونات منها :

$$H \longrightarrow H^+ + e^-$$

(جـ) النيوترون Neutrons :

وقد اكتشفت النيوترونات عام ١٩٣٢ حيث تم تسليط جسيمات ألفا المنطلقة من مصدر مشع بولونيوم **Polonium** على نواة عنصر البورون **boron** .

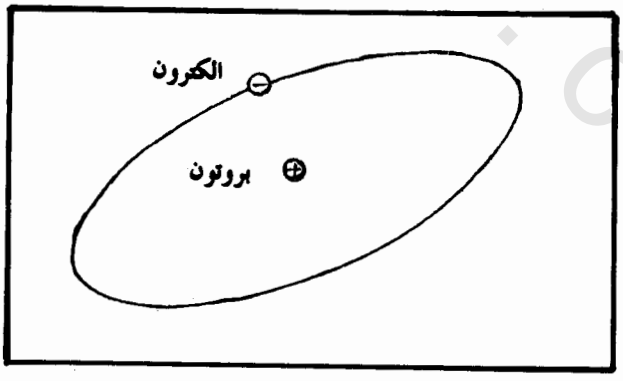
وللنيوترون نفس الكتلة تقريباً التى للبروتون إلا أنه عديم الشُحنة ، ولانعدام الخواص الكهربية للنيوترون ، فإن اكتشافه قد تم متأخراً عن كل من البروتون والإلكترون .

ويشكل كل من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات جسم الذرة .

وتحتوى الذرات المختلفة على أعداد مختلفة من كل من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات .

وتعتبر ذرة الهيدروجين هى أبسط بناء ذرى لكل الذرات .

فكل ذرة هيدروجين تحتوى على بروتون واحد وإلكترون واحد انظر شكل (٣ — ١) .

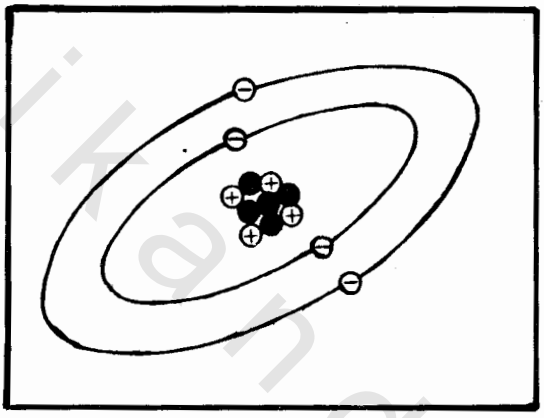


شكل (٣-١)

وتأتى بعد ذرة الهيدورجين ، ذرة الهيليوم من حيث بساطة التركيب فكل ذرة هيليوم Helium atom تحتوى على عدد ٢ بروتون ، ٢ ألكترون ، ٢ نيترون .

ويأتى بعد الهيليوم ، الليثيوم Lithium (٣ بروتونات ، ٣ إلكترونات ، ٤ نيوترونات) .

ثم البريليوم beryllium ، ٤ بروتونات ، ٤ إلكترونات ، ٥ نيوترونات) . انظر شكل (٣ ــ ٢) .



شكل (٣ـ٢)
رسم توضيحى لذرة البريليوم

وبعض الذرات الثقيلة تحتوى على ١٠٠ أو أكثر من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات فمثلاً كل ذرة من ذرات الرصاص بها ٨٢ بروتون ، ٨٢ إلكترون ، ١٢٥ نيوترون

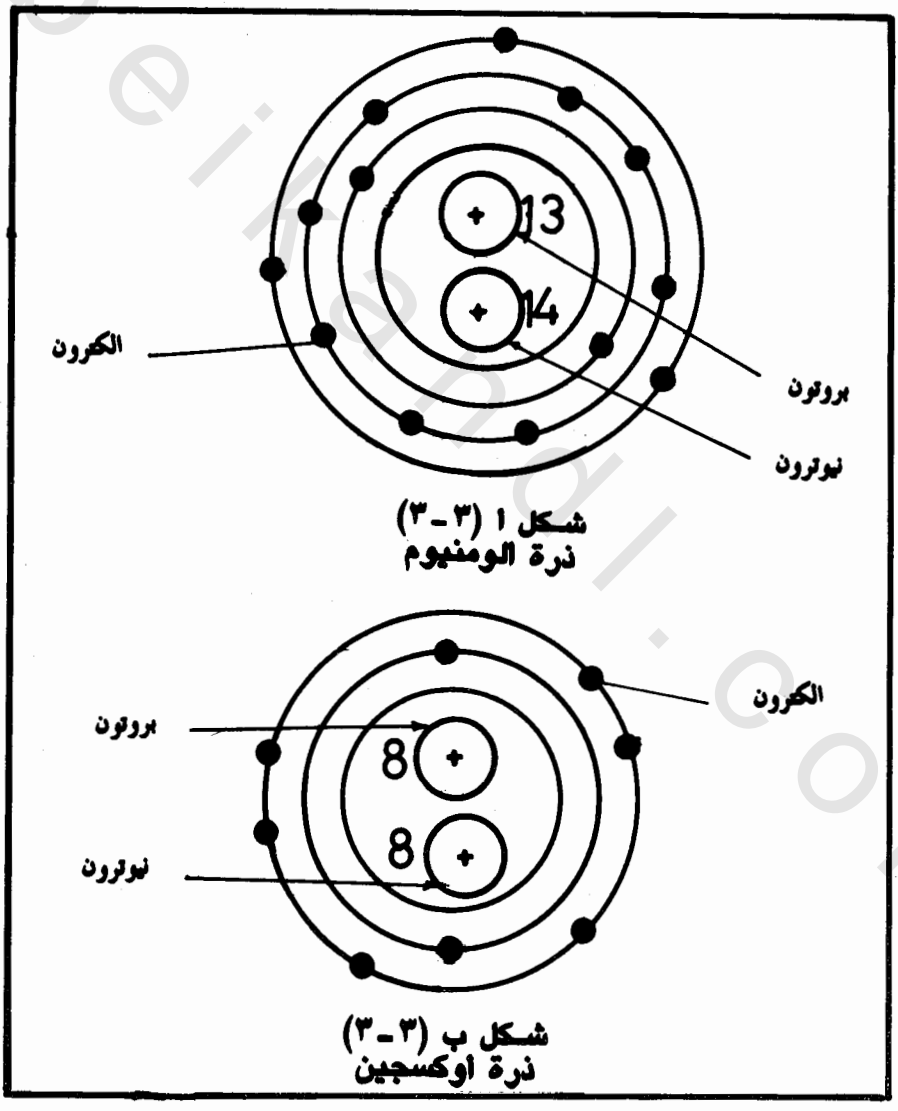
وفى كل الأمثلة السابقة ، يمكنك ملاحظة أن كل ذرة لها نفس العدد من كل من البروتونات والإلكترونات وهذا من شأنه أن يؤدى إلى تعادل الشحنات الموجبة والسالبة على البروتونات والإلكترونات وبذلك فإن كل ذرة تكون متعادلة كهربياً ككل .

□ **أمثلة :**

وفى ذرة الألومنيوم عدد البروتونات ١٣ ، عدد الإلكترونات ١٣ أيضاً إلا أن عدد النيوترونات = ١٤ وهو يزيد بمقدار ١ عن عدد البروتونات .

وفى ذرة الأوكسجين ، عدد البروتونات = عدد الإلكترونات = عدد النيوترونات = ٨ لكل منهم .

انظر شكل (٣ ــ ٣) ا ، ب



شكل ا (٣ـ٣)
ذرة الومنيوم

شكل ب (٣ـ٣)
ذرة اوكسجين

[٣ ـ ٣] العدد الذرى وعدد الكتلة (رقم الكتلة).

ATOMIC Number and mass number:

عرفنا أن الذرة الوحيدة ذات البروتون الواحد هى ذرة الهيدروجين ، وعرفنا أن الذرة الوحيدة ذات ٢ بروتون هى ذرة الهيليوم ، وعرفنا كذلك أن الذرة الوحيدة ذات ٣ بروتون هى ذرة الليثيوم ....، وهكذا .

وبمعرفة عدد البروتونات فى ذرة ما فإنه يمكننا الاستدلال على هذا العنصر .

ولذا فإن العلماء يستخدمون اسماً رمزياً لعدد البروتونات فى الذرة . ويطلق عليه بالعدد الذرى atomic number .

وعلى ما تقدم فإن العدد الذرى للهيدروجين يساوى واحد (١) لأن ذرة الهيدروجين بها بروتون واحد .

والعدد الذرى للهيليوم يساوى اثنين (٢) لأن ذرة الهيليوم بها عدد (٢) بروتون .

وبالمثل فإن العدد الذرى لليثيوم يساوى ثلاثة (٣) لأن ذرة الليثيوم بها عدد (٣) بروتون ، .... وهكذا ..

ويمكن إهمال كتلة الإلكترونات فى الذرة ، مقارنة بكتلة كل من البروتونات والنيوترونات ، راجع جدول (٣ ـ ١) .

وفى الواقع فإن كتلة الذرة تعتمد على عدد كل من البروتونات والنيوترونات فى النواة .

ولهذا السبب فإن العلماء يستخدمون تعبير عدد الكتلة أو رقم الكتلة mass number للدلالة على عدد البروتونات + النيوترونات فى الذرة الواحدة .

العدد الذرى = عدد البروتونات

عدد الكتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات .

وبذلك فإن ذرات الكربون ذات الستة (٦) بروتونات ، الستة (٦) نيوترونات ، يكون عددها الذرى = ٦ بينما عدد الكتلة = ١٢ (٦ + ٦) .

وذرة الصوديوم بها ١١ بروتون ، ١٢نيوترون وعلى هذا فالعدد الذرى لها = ١١ بينما عدد الكتلة = ٢٣ (١١ + ١٢) .

وذرة الألومنيوم بها ١٤ نيوترون ، ١٣ بروتون .

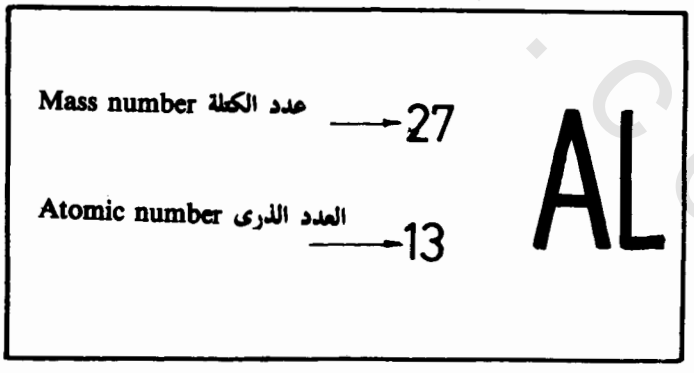
لذلك فالعدد الذرى لها = ١٣ وعدد الكتلة = ٢٧ (١٣ + ١٤) .

وذرة الأوكسجين بها ٨ بروتون ، ٨ نيوترون .

فالعدد الذرى لها = ٨ وعدد الكتلة = ١٦ (٨+٨) ، ويستخدم أحياناً الرمز A للدلالة على عدد الكتلة mass number فى حين يستخدم الرمز Z للدلالة على العدد الذرى Atomic Number .

فبالنسبة لذرة الصوديوم يكون Z = 11 ، A = 23 .

ويوضح شكل (٣ ــ ٤) كيفية كتابة هذين الرقمين على الرمز الكيميائى للعنصر ومنها يمكننا الاستدلال على أعداد كل من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات فى ذرة كل عنصر .



شكل (٣ـ٤)

[٣ ـ ٤] ترتيب وضع مكونات الذرة ''بروتونات ، نيوترونات وإلكترونات''

كان من السائد فى المجالات العلمية ولفترة طويلة خطأ شائع وهو أن الذرات لا تقبل التجزئة .

وكان من المتفق عليه كذلك أن ذرة أى عنصر عند أية شروط كانت لا تتغير أى لا تتحول إلى ذرة عنصر آخر .

إلا أنه ثبت فى نهاية القرن التاسع عشر عدد من الحقائق التى بينت وأكدت التركيب المعقد للذرات وإمكانية تحولها فيما بينها .

ومن هذه الحقائق ، اكتشاف الإلكترون والذى تم بمعرفة الفيزيائى الإنجليزى طومسون فى عام ١٨٩٧ .

والإلكترون جسيم يمتلك أصغر شحنة كهربية سالبة يمكن وجودها فى الكون وهى تبلغ (١,٦٠٢ × ١٠$^{-١٩}$) كولوم .

كما وأن كتلة الإلكترون تبلغ حوالى ٩,١٠٩٥ × ١٠$^{-٢٨}$ جرام.

وقد ثبت أن الإلكترون يمكن استخراجه من أى عنصر ، فالإلكترونات تقوم بنقل التيار الكهربى فى الفلزات ، كما أنها تظهر فى اللهب وكذلك ينطلق العديد من الإلكترونات أثناء عمليات التسخين أو عند التعرض للضوء أو للأشعة السينية .

وهذا يؤكد وجود الإلكترونات فى ذرات جميع العناصر .

[٣ ـ ٤ ـ ١] النشاط الإشعاعى :

أطلقت تسمية النشاط الإشعاعى على ظاهرة بث بعض العناصر لأشعة يمكنها النفاذ عبر المواد كما يمكنها تأيين الهواء وتسويد لوحات التصوير .

وأول من لاحظ هذا على مركبات اليورانيوم ، الفيزيائى الفرنسى **بيركيل** فى عام ١٨٩٦ .

ثم تبعته مدام كورى حيث أثبتت أن مركبات الثوريوم لها نشاط إشعاعى . كذلك حيث توصلت مع زوجها الفيزيائى الفرنسى بيير كورى فى عام ١٨٩٨ إلى اكتشاف عنصرين مشعين جديدين فى خامات اليورانيوم .

حيث أطلقت على أحدهما البلونيوم (نسبة إلى بولونيا ــ بولندا موطن رأسها) بينما أسمت الآخر الراديوم (بمعنى شعاع) .

وقد ثبت فيما بعد أن هذين العنصرين الجديدين ، ذوا نشاط إشعاعى أكثر من اليورانيوم ومن الثوريوم .

ثم ثبت بعد ذلك من الأبحاث التى قام بها الزوجان كورى والإنجليزى رذرفورد ، أن الإشعاع المنطلق من مادة مُشعة غير متجانس .

حيث ينقسم تحت تأثير المجال المغنطيسى إلى ثلاثة حزمات من الأشعة إحداها ، لا يتغير اتجاه سيرها .

فى حين تنحرف الحزمتان الأخريان إلى جهتين متعاكستين ، يميناً ويساراً . وقد أُطلق على الحزمة الأولى التى لا تغير إتجاه سيرها ، لأنها لا تحمل شحنة كهربائية بأشعة جاما وهى تمتلك قدرة هائلة على النفاذ وعبارة عن إشعاع كهربائى مغنطيسى يشابه أشعة رونتجن أو الأشعة السينية .

فى حين يدل انحراف الحزمتين الأخريين تحت تأثير المجال المغناطيسى على أنهما يتكونان من دقائق مشحونة كهربياً .

ويدل الاتجاهان المتعاكسان لهذين الإنحرافين على أن تركيب إحدى الحزمتين يحتوى على دقائق مشحونة بشحنة سالبة .

وقد أُطلق عليها أشعة "β" "بيتا" بينما يحتوى تركيب الحزمة الأخرى على دقائق مشحونة بشحنة موجبة وقد أطلق عليها أشعة ألفا (α)

وقد تبين مما سبق أن أشعة β ما هى إلا فيض من الإلكترونات السريعة الحركة وقد جاء هذا بمثابة تأكيد جديد على أن الإلكترونات تدخل فى تركيب الذرات .

أما بالنسبة لأشعة(∝)فقد تأكد أنها تتألف من دقائق تبلغ كتلتها كتلة ذرة الهيليوم وتبلغ شحنتها.. ضعف شحنة الإلكترون إلا أنها شحنات موجبة .

وقد أثبت رذرفورد بتجربة مباشرة أن هذه الدقائق ما هى إلا ذرات الهيليوم المشحونة ، حيث قام بوضع أنبوب زجاجى رقيق يحتوى على كمية دقيقة من الراديوم داخل أنبوب آخر سميك الجدار قام بتفريغه من الهواء .

وكان أن اخترقت أشعة (Q) الجدارن الرقيقة للأنبوب الداخلية بينما لم تتمكن من اختراق الجدران السميكة للأنبوبة الخارجى وبذلك بقيت دقائق (∝) فى الفراغ الموجود بين الانبوبيتين وقد تم الكشف عن وجود الهيليوم فى هذا الفراغ بواسطة التحليل الطيفى . ويمكن تفسير هذه النتائج ، لهذه التجربة ، بأن الراديوم يتحلل أثناء عملية إشاعة ، متحولاً إلى ذرات عناصر أخرى وهو هنا ذرات الهيليوم .

وقد ثبت فيما بعد أن هنالك عنصراً آخر ينشأ من تحلل الراديوم ، ألا وهو عنصر الرادون ، الذى يعتبر ، عنصراً مشعاً وينتمى إلى عائلة الغازات الخاملة .

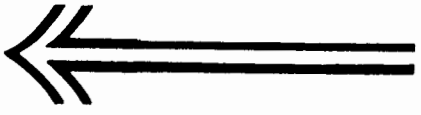
وقد أكدت دراسة النشاط الإشعاعى موضوع تعقيد تركيب الذرات وبأنها ليست جسماً لا يقبل التجزئة .

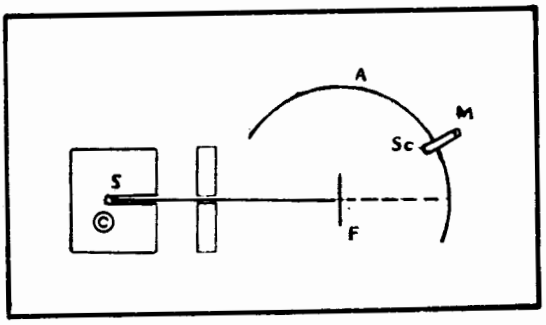
وبناء على نموذج طومسون الذى اقترحه عام ١٩٠٣ لتركيب الذرة .

فإن الذرة تتكون من شحنة موجبة تتوزع بالتساوى فى حجم الذرة كلها بالإضافة إلى إلكترونات تتأرجح داخل هذه الشحنة .

وللتأكد من صحة فرض طومسون ولتحديد بناء أدق للذرة من الداخل فقد قام العالم الإنجليزى رذرفورد فى عام ١٩٠٦ بمجموعة من التجارب تتعلق بتشتيت دقائق (∝) فى رقائق فلزية غاية فى الرقة .

انظر شكل (٣ ــ ٥) .





شكل (٣-٥)

حيث قام بوضع مصدر (s) للإشعاع (ألفا ∝) فى داخل مكعب من الرصاص (C) بحيث يمكننا الحصول على تيار من الدقائق (∝) فى اتجاه معين .

وتقوم هذه الدقائق بإحداث وميض لدى سقوطها على الشاشة .Sc المطلية بكبريتيد الزنك .

ويمكن رؤية هذا الوميض بواسطة المكبرة .M وكذلك حساب عدد الومضات التى تظهر على الشاشة عند سقوط كل دقيقة من دقائق (∝) عليها .

ولقد وضع فيما بين مصدر الإشعاع S والشاشة .Sc صفيحة رقيقة من فلز معين (الذهب) يبلغ سمكها حوالى

$\frac{١}{\text{مليون}}$ من السنتيمتر .

ويعطينا عدد الومضات التى تظهر على الشاشة ، فكرة عن تشتت الدقائق (∝) ، وانحرافها عن الإتجاه الأصلى وذلك أثناء مرورها خلال رقيقة الذهب F .

ولقد تبين أن معظم الدقائق (∝) تمر خلال رقيقة الفلز دون أن تُغير اتجاهها بالرغم من سمك الرقيقة النسبى والذى يعادل مئات الآلاف من الأقطار الذرية ، كما أن عدداً قليلاً من دقائق (∝) ينحرف قليلاً .

والبعض الآخر يُغير اتجاه حركته بشدة ويرتد للوراء كما لو كان قد اصطدم بحاجز سميك .

واستناداً إلى ما سبق ، قام رذرفورد فى عام ١٩١١ بوضع التصور التالى لبناء الذرة والذى سُمى بالنموذج النووى للذرة :

[٣ ـ ٤ ـ ٢] النموذج النووى للذرة كما وضعه رذرفورد :

تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة (لأنها تعمل على تنافر جسيمات ألفا الموجبة الشحنة) يتمركز فيها القسم الأعظم من كتلة الذرة وتدور حولها الإلكترونات .

وتتعادل الشحنة الموجبة للنواة مع مجموع الشحنات السالبة للإلكترونات بحيث تكون الذرة ككل متعادلة كهربياً .

وتتعادل القوة الطاردة المركزية الناشئة من دوران الإلكترونات مع قوة الجذب الكهروستاتيكى للإلكترونات نحو النواة ذات الشحنة المضادة (موجبة الشحنة) .

وتعتبر أبعاد النواة صغيرة جداً إذا ما قورنت بأبعاد الذرة ككل ، إذ يكون قطر الذرة فى حدود ١ × ١٠$^{-٨}$ سم بينما يبلغ قطر النواة حوالى (١ × ١٠$^{-١٣}$ ــ ١ × ١٠$^{-١٢}$ سم) .

وكلما زادت شحنة النواة ، كلما اشتد تدافع دقائق (∝) بعيداً عنها وتكثر حالات الانحراف الحاد لدقاق (∝) المارة عبر رقيقة الفلز عن المسار الأصلى لها .

وبذلك فإن التجارب التى تجرى على تشتت دقائق (∝)، تسمح بالكشف عن وجود نواة الذرة وكذلك تعيين شحنتها .

وكما علمنا فإن عدد البروتونات فى النواة والذى بدوره يساوى عدد الإلكترونات فى كل الأغلفة يطلق عليه بالعدد الذرى atomic number

□ ترتيب الإلكترونات فى الذرة :

وقد وضع بوهرBohr فى عام ١٩١٣ نظرية عن وضع الإلكترونات والتى مازالت حتى يومنا هذا تلقى قبولاً خاصة عند الكيميائيين .

وقد استخدم فى هذا ذرة الهيدروجين كمثال والتى تحتوى على بروتون واحد فقط وهو النواة وإلكترون واحد .

وقد اقترح بوهر وجود مدارات أو أغلفة دائرية (بيضاوية) على مسافات محددة من النواة ، تدور بها الإلكترونات بسرعات كبيرة جداً .

وأن الطاقة الكلية للإلكترون تزداد كلما بعد المدار أو الغلاف الموجود به هذا الإلكترون عن النواة .

وأن الإلكترون ينتقل من غلاف داخلى قريب للنواة إلى مدار آخر خارجى بعد عن النواة إذا اكتسب طاقة، إلا أنه يعود لمداره الأصلى إذا ما فقد هذه الطاقة المكتسبة ويتم فقد هذه الطاقة فى صورة ضوء بلون (أو تردد) محدد .

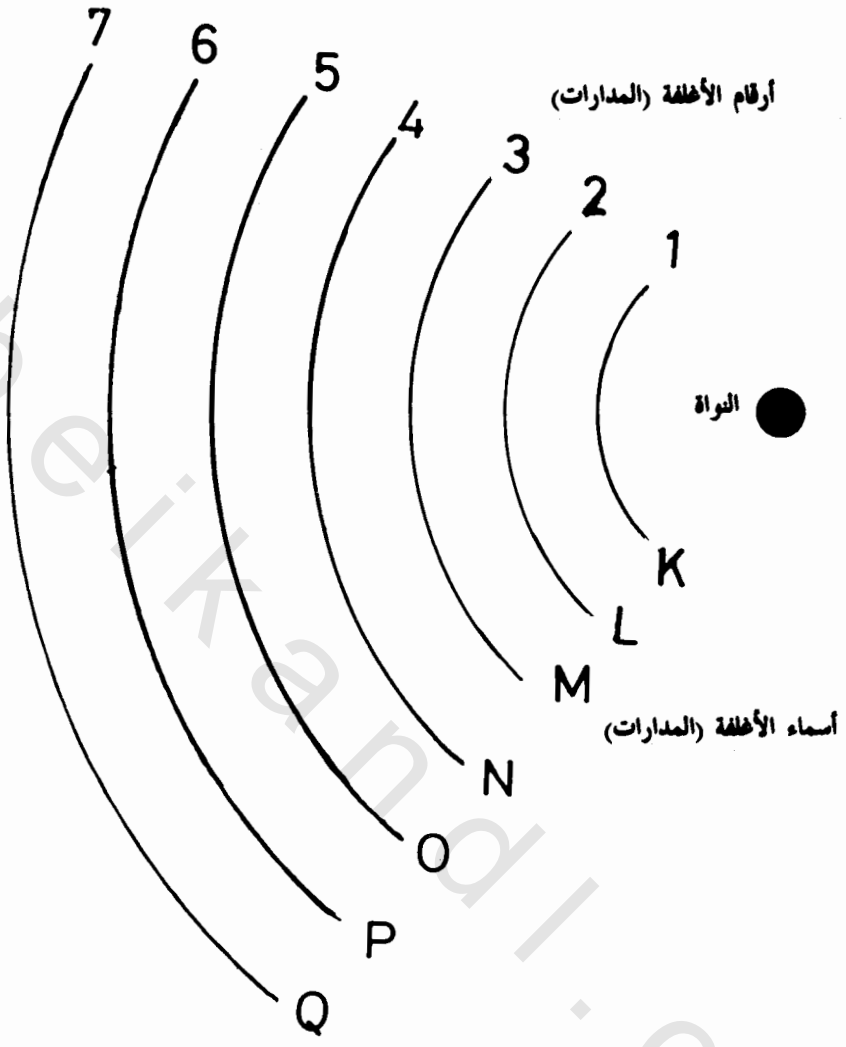
وقد وجد أن أقصى عدد للمدرات التى تحيط بنواة ذرة ما ، فى حالتها المستقرة ، عباره عن ٧ مدارات ويرمز لها بالحروف التالية :

رقم المدار	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
رمزه	K	L	M	N	O	P	Q

أقرب هذه المدارات إلى نواة الذرة هو المدار الأول K – 1 وهو ذو مستوى الطاقة الأقل ،

بينما أبعد هذه المدارات عن النواة وأكثرها من حيث مستوى طاقة الإلكترونات فهو المدار رقم 7 – Q .

انظر الرسم سكل (٣ — ٦)



شكل (٣-٦)

كما وأن الإلكترونات الواقعة فى نفس المدار أو الغلاف يكون لها نفس الطاقة تقريباً وتزيد هذه الطاقة للإلكترونات فى المدارات الأبعد عن النواة .

كما وأن الغلاف الخارجى لأى ذرة لا يمكنه أن يستوعب أكثر من (٨)ثمانية إلكترونات مهما كان ترتيبه فى المدارات .

obeikandl.com

وأيضاً فإن أقصى عدد للإلكترونات فى أى مدار يمكن حسابه بالقاعدة البسيطة التالية :

عدد الإلكترونات = ضعف مربع رقم الغلاف .

فمثلاً المدار الرابع (٤) لذرة ما يكون عدد الإلكترونات به =

= ٢ × ٤^٢ = ٢ × ١٦ = ٣٢ إلكترون .

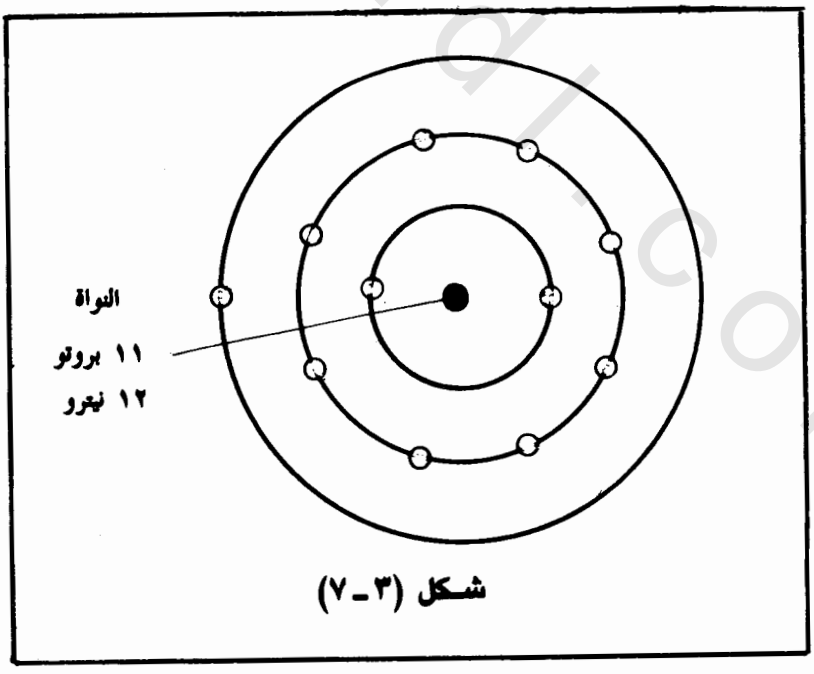
والمدار الثانى :

= ٢ × ٢^٢ = ٢ × ٤ = ٨ إلكترون .

والمدار الأول = ٢ × ١^٢ = ٢ إلكترون .

إلا أن هذه القاعدة لا تنطبق على المدارات الأبعد من الرابع [أى الخامس والسادس والسابع ، O,P,Q] .

ويوضح شكل (٣ ــ ٧) ، رسماً تخطيطياً لتوزيع الإلكترونات فى ذرة الصوديوم (١١ بروتون ، ١١ إلكترون ، ١٢ نيوترون) .



شكل (٣ـ٧)

ويوضح الجدول التالى بعض العناصر وعدد البرتونات والإلكترونات بكل مدار بها ، جدول (٣ ــ ٢) .

العنصر	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات فى كل مدار			
		الأول K	الثانى L	الثالث M	الرابع N
هيدروجين	١	١			
هيليوم	٢	٢			
ليثيوم	٣	٢	١		
بريليوم	٤	٢	٢		
بورون	٥	٢	٣		
كربون	٦	٢	٤		
نيتروجين	٧	٢	٥		
أكسجين	٨	٢	٦		
فلورين	٩	٢	٧		
نيون	١٠	٢	٨		
صوديوم	١١	٢	٨	١	
مغنسيوم	١٢	٢	٨	٢	
ألومنيوم	١٣	٢	٨	٣	
سيلكون	١٤	٢	٨	٤	
فوسفور	١٥	٢	٨	٥	
كبريت	١٦	٢	٨	٦	
كلور	١٧	٢	٨	٧	
أرجون	١٨	٢	٨	٨	
بوتاسيوم	١٩	٢	٨	٨	١
كالسيوم	٢٠	٢	٨	٨	٢

جدول (٣ـ٢)

للعنصر ويطلق عليه أحياناً بعدد البروتونات للعنصر proton number .

[٣ ـ ٥] النظائـر Isotopes :

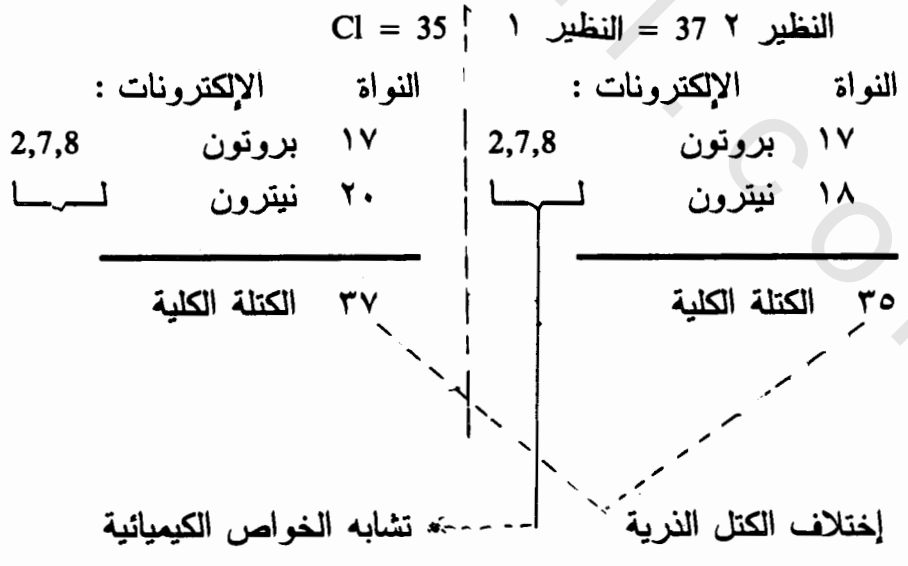
يكون تأثير النيوترونات على الخواص الكيميائية للذرة محدوداً بينما يكون تأثيرها فى غاية الأهمية على وزن الذرة فمثلاً ، ذرة الصوديوم ذات الـ ١١ بروتون ، الـ ١٢ نيوترون تكون ذات كتلة ذرية كلية = ٢٣ وحدة .

وتكون كتلة الـ ١١ إلكترون غير ذات أهمية .

وفى عالم الكيمياء تظهر لنا عدة حالات حيث يكون لدينا ذرتان مختلفتان لكل منهما نفس عدد البروتونات إلا أنهما يختلفان فى عدد النيوترونات وحيث أن لهما نفس عدد البروتونات فإنه يكون لهما نفس عدد الإلكترونات ومرتبة بنفس الطريقة فى المدارات ، ويكون لهاتان الذرتان نفس الخواص الكيميائية .

إلا أن اختلاف عدد النيوترونات يؤدى إلى اختلاف كتلتى الذرتين والعنصر الذى يكون له ذرات مختلفة فى كتلتها إلا أنها متشابهة فى خواصها الكيميائية ، يطلق على ذراته بالنظائر .

وأفضل مثال للنظائر هو الكلور chlorine :



ولقد كان دالتون يعتقد أن كل الذرات لنفس العنصر متشابهة تماماً إلا أن وجود النظائر أثبت خطأ اعتقاده هذا .

إلا أنه باستثناء بعض الحالات الخاصة المحدودة ، فإن بعض العناصر التى لها نظائر تكون ذات خواص ، بحيث تبدو كما لو كانت كل ذراتها متساوية فى الكتلة فالكلور مثلاً ، وجد أنه ذو نظائر تكون مختلطة وبحيث يكون الوزن الذرى المتوسط = ٣٥,٥ .

إلا أنه يجب ذكر ، أنه بالرغم من تطور المفاعلات الذرية والقنابل الذرية التى تؤكد انشطار الذرات ، إلا أنه يجب التعامل مع الذرات فى مجال الكيمياء كما لو كانت غير قابلة للانقسام .

ولليورانيوم Uranium نظيرين أساسيين لكل منهما ذرات ذات ٩٢ بروتون ، ٩٢ إلكترون ، إلا أن أحد هذين النظيرين يحتوى على ١٤٦نيوترون ويرمز له بـ U=238 بينما النظير الآخر يحتوى على ١٤٣نيوترون فقط ويرمز له بـ U=235 والنظير الأخف U=235 يحتوى على حوالى ٠,٧٪ من اليورانيوم الطبيعى .

فإذا ما زاد عددالنيوترونات بمقدار ١ لليورانيوم U 235 .

فإنها تُصبح غير مستقرة وتنقسم إلى قسمين غير متساويين ويصحب هذه الظاهرة فقد صغير للكتلة ، إلا أن النواتج النهائية يكون لها كتلة أقل قليلاً من اليورانيوم .

وتنطلق فى هذه الحالة كمية هائلة من الطاقة ، فى صورة حرارة أساساً طبقاً لنظرية أينشتين Einstein equation :

$E=mc^2$ حيث E= الطاقة ، m= الكتلة المفقودة ، c = سرعة الضوء .
[٣٠٠,٠٠٠ كم/ث أ، ١٨٦٠٠٠ ميل/ث] .

وفى نفس الوقت تخرج نيوترونات ، تمتصها الذرات الأخرى المجاورة من اليورانيوم وبذلك يستمر التفاعل ويطلق عليه بالتفاعل المتسلسل : chain reaction .

ويعبر عن كتلة كل من البروتونات والنيوترونات بعدد الكتلة A وهو أيضاً مقياس لكتلة الذرة [$^{12}C_6 = 12$] .

فإذا ما كان لدينا نظائر للعنصر فإنه يكون له (عِدة) أعداد للكتلة تساوى عدد هذه النظائر .

وبذلك فإنه إذا كانت كتلة اليورانيوم كبيرة (عدد ذرات أكبر) بدرجة كافية فإنه يحدث تفاعل مستمر يؤدى إلى انفجار ذرى .

وقد علمنا أن عدد البروتونات فى النواة يُطلق عليه بالعدد الذرى (Z) للعنصر تحت الاعتبار .

إلا أن عدد الكتلة النسبى **relative atomic mass** لعنصر ما للأغراض العملية يكون عبارة عن متوسط وزن النظائر .

ولعنصر محدد فإن الوزن الذرى النسبى يكون دائماً ، ثابتاً ، أو متقارباً جداً ، فيما عدا النواتج ذات النشاط الإشعاعى . مثل الرصاص وفى بعض الحالات فإن الجداول الحالية للوزن الذرى النسبى تُظهر بعض الاختلاف فى الأوزان الذرية النسبية نتيجة الاختلاف فى توزيع النظائر ؛

(مثال) : انظر جدول (٣ — ٣) .

العنصر	العدد الذرى Z عدد البروتونات	عدد الكتلة A بروتونات+نيترونات	نيترونات A − Z	الوزن الذرى النسبى
كلور ٢ نظير	١٧	$^{35}_{17}Cl$	١٨	٣٥,٤٦ (٣ ذرات من كلور ٣٥ لذرة من كلور ٣٧ تقريباً)
		$^{37}_{17}Cl$	٢٠	

جدول (٣-٣)

وللتمييز بين النظائر المختلفة لنفس العنصر فى كتابة الرموز والصيغ الكيميائية فإنه يتبع النظام البسيط التالى :

فنظير أى عنصر X مثلاً يكون له الرمز $^{A}_{Z}X$ ، حيث A هى عدد

الكتلة للنظير ، Z هى العدد الذرى لأى ذرة من X .

وبذلك فإنه لكل النظائر لعنصر ما X ، مثلاً ، تكون Z ثابتة بينما A مُتغيرة وذلك لوجود أعداد مختلفة من النيوترونات فى النظائر المختلفة للعنصر ، وفى المثال السابق فإنه تم إعطاء الرموز التالية لنظيرى الكلور وهما $^{37}_{17}Cl$ $^{37}_{17}Cl$ ، حيث تمثل A العدد الكلى للبروتونات والنيوترونات فى نواة الذرة وحيث أن Z هى عدد البروتونات (مساوية للعدد الذرى)، لذلك فإن عدد النيوترونات فى النواة لنظير مادة ما يمكن معرفته بـ :

عدد النيوترونات فى النواة = $(A - Z)$.

ويكون عدد الكتلة لكثير من العناصر عدداً صحيحاً فمثلاً :

الألومنيوم $^{27}_{13}Al$

يحتوى على ١٣ بروتون وزنهم النسبى = ١٣

، ١٣ إلكترون وزنهم النسبى = صفر

، ١٤ نيترون وزنهم النسبى = ١٤

وبذلك فإن الوزن الذرى لذرة الألومنيوم = ٢٧

ونفس الشىء ينطبق على الأوكسجين مثلاً :

فى حين نجد أن النيون neon ، عدد كتلته = ٢٠,٢

والمغنسيوم magnesium ، عدد كتلته = ٢٤,٣

وهذه الأرقام الغير صحيحة ، تم تفسيرها عام ١٩١٩ بواسطة العالم F.W. Aston ، عندما اكتشف أن العنصر الواحد قد يكون له أكثر من عدد كتلة .

وقد أُطلق على ذرات العنصر الواحد التى لها أرقام كتلة مختلفة بالنظائر isotopes ، كما سبق ، وكل نظير يكون له عدد كتلة يساوى رقماً صحيحاً ، الا ن متوسط عدد الكتلة للنظائر المختلفة المختلطة سوياً لا يساوى دائماً عدداً صحيحاً كما سبق وأن بينا فى النيون والمغنسيوم .

ويوضح جدول (٣ ــ ٤) ، هذه النقاط باعتبار نظائر الهيدروجين .

	هيدروجين -١	هيدروجين -٢ ويعرف أيضاً بـ ديوتيريوم أو الهيدروجين الثقيل deuterium	هيدروجين -٣ ويعرف أيضاً بـ تريتيوم tritium
الرمز ط النواة	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$
عدد البروتونات	١	١	١
عدد النيوترونات	صفر	١	٢
عدد الإلكترونات	١	١	١
العدد الذرى	١	١	١
عدد الكتلة	١	٢	٣

جدول (٣-٤)
لنظائر الهيدروجين

وبالنظر لهذا الجدول نجد أن الثلاث نظائر المختلفة للهيدروجين لها نفس الخواص الكيميائية لأن لكل منها نفس عدد الإلكترونات .

إلا أنها تختلف فى الخواص الفيزيائية لأن كثافة كل من هيدروجين -١ ، هيدروجين -٢ ، هيدروجين -٣ ، مختلفة .

كما أن لها نقط انصهار مختلفة وكذلك نقط غليان مختلفة .

ويمكن إظهار التشابه والاختلاف بين النظائر لنفس العنصر بالجدول التالى ، جدول (٣ ــ ٥) .

نظائر لها نفس ...	نظائر تختلف فى ...
عدد البروتونات	عدد النيوترونات
عدد الإلكترونات	
العدد الذرى	عدد الكتلة
الخواص الكيميائية	الخواص الفيزيائية

جدول (٣ـ٥)

ويوضح جدول (٣ ــ٦) كيفية حساب عدد الكتلة النسبى للكلور .

يحتوى الكلور الطبيعى على ٣ ذرات كلور ٣٥
لكل ذرة كلور ٣٧ (أى أربع ذرات)

$$^{37}_{17}Cl + {}^{35}_{17}Cl + {}^{35}_{17}Cl + {}^{35}_{17}Cl$$

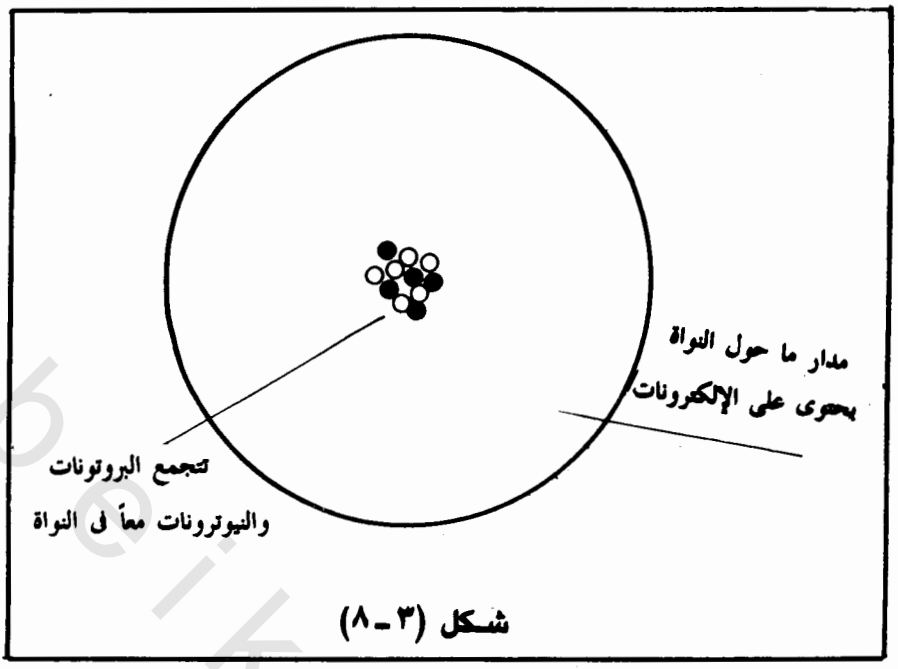
بالنسبة للكلور $^{35}_{17}Cl$ عدد الكتلة النسبى = ٣٥
، بالنسبة للكلور $^{37}_{17}Cl$ عدد الكتلة النسبى = ٣٧

∴ عدد الكتلة النسبى للكلور =

$$\frac{٣ \times ٣٥ + ١ \times ٣٧}{٤} = \frac{١٤٢}{٤} = ٣٥,٥$$

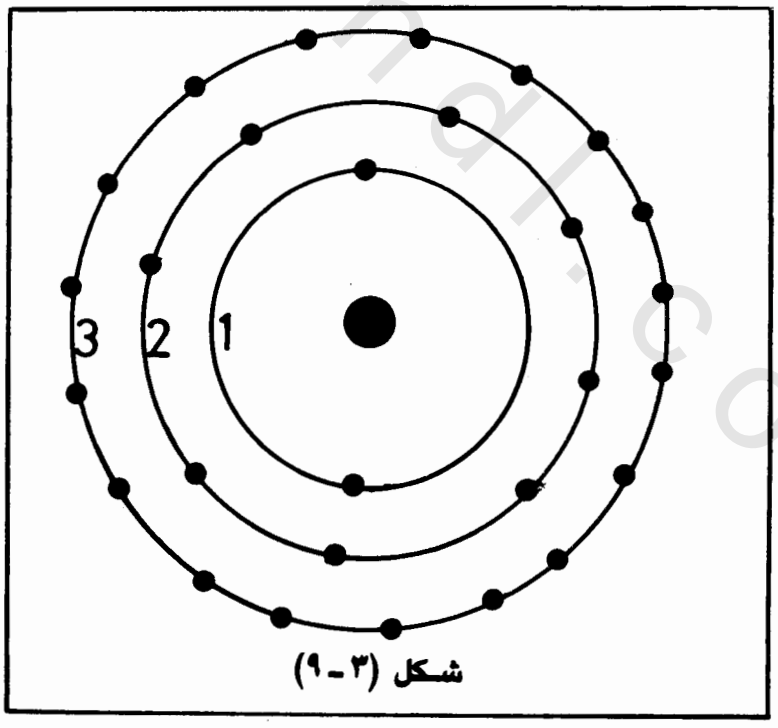
جدول (٣ـ٦)
طريقة حساب عدد الكتلة النسبى للكلور

ويوضح شكل (٣ ــ ٨) توزيع كل من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات فى ذرة ما .



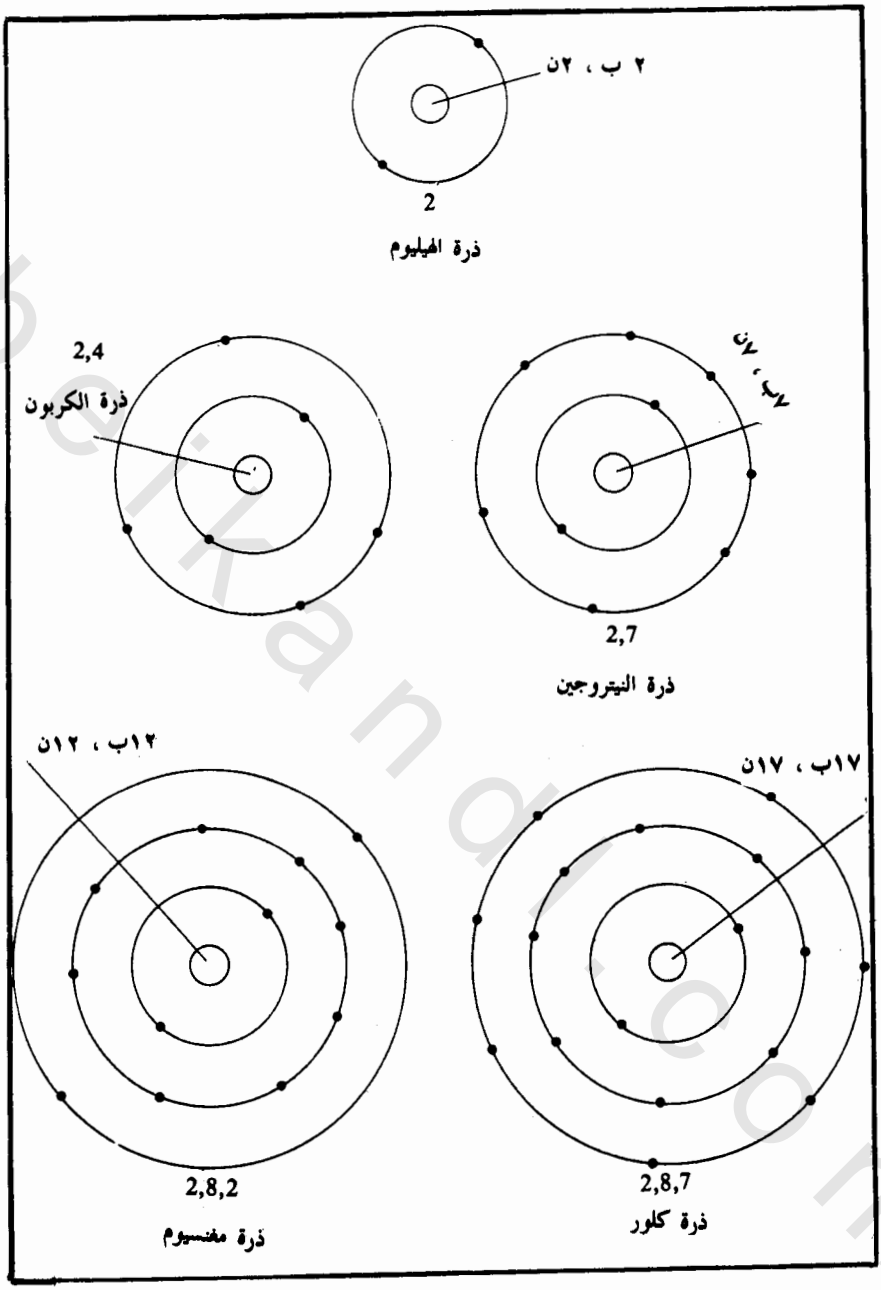
شكل (٣ـ٨)

فى حين يوضح شكل (٣ ــ ٩) أقصى عدد من الإلكترونات فى المدارات ١ ، ٢ ، ٣ (K,L,M) .

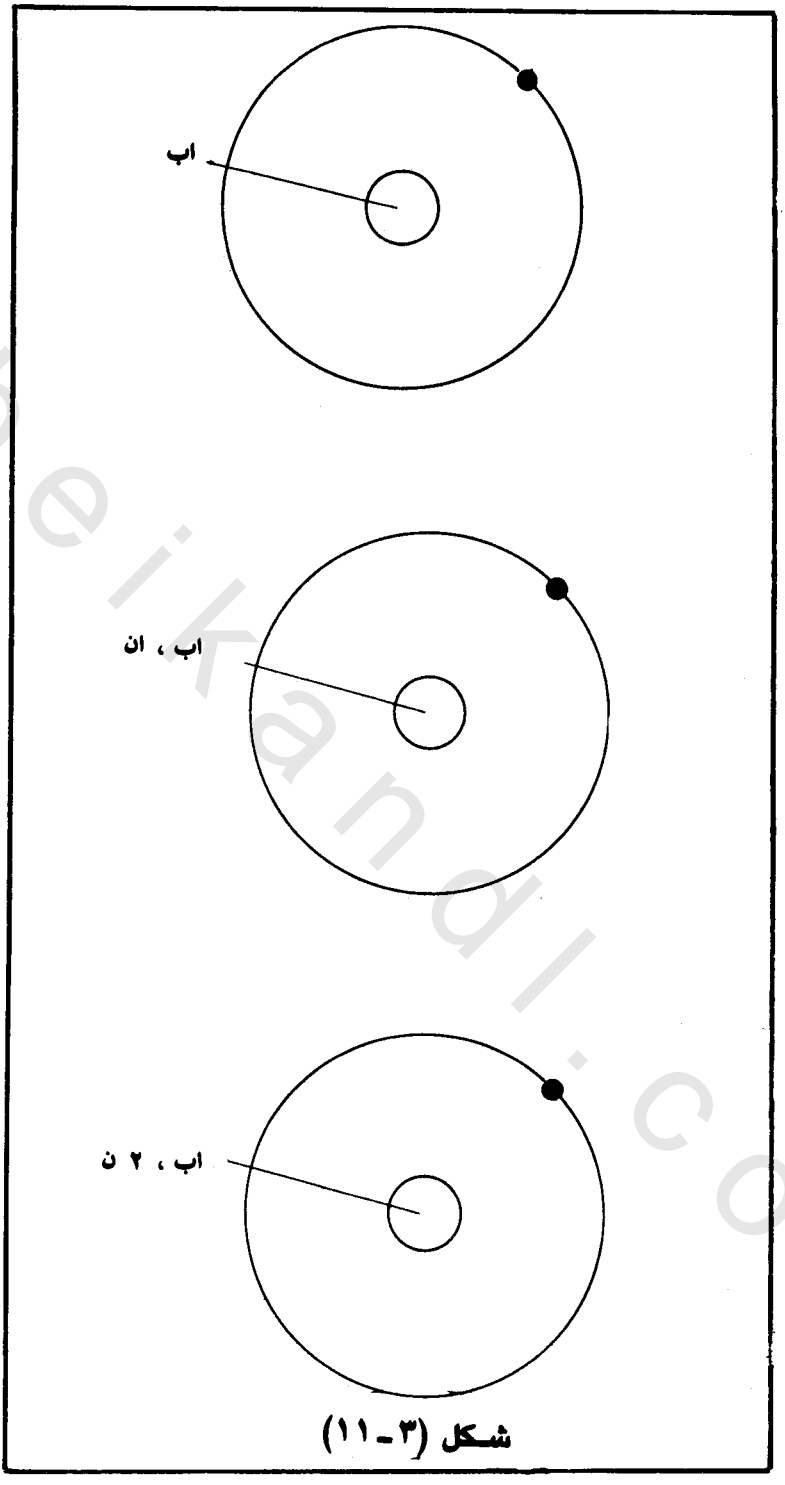


شكل (٣ـ٩)

ويوضح شكل (٣ ــ ١٠) الرسم التخطيطى لذرات بعض العناصر .



ويوضح شكل (٣ ــ ١١) الرسم التخطيطى للهيدروجين ونظائره .



شكل (٣-١١)

[٣ ـ ٦] تصحيح مفهوم نظرية دالتون :

(أ) تتكون المواد من جسيمات صغيرة لا تتجزأ تُعرف بالذرات :

لا يمكننا اعتبار أن الذرة غير قابلة للانقسام ، فالعناصر المشعة تنقسم طوعاً وبحيث تنطلق من نوى هذه المواد جسيمات ، وتتغير المادة إلى مادتين أقل تعقيداً ، فمثلاً الراديوم . يتحلل وينتج منه غازين نبيلين وهما الهيليوم والرادون

وقد اكتشف كل من العالمين الفرنسيين بيكريل Bequerel ، مارى كورى Marie Curie انطلاق أشعة معينة أثناء عملية التحلل هذه ، كل هذا يؤكد خطأ فرضية دالتون عن الذرة .

(ب) ذرات المادة الواحدة متشابهة تماماً .

وقد أصبحت هذه الفرضية مرفوضة تماماً الآن ، فظاهرة النظائر التى سبق وأن درسناها تخالف هذا الفرض .

فمثلاً البوتاسيوم له النظيرين : $^{39}_{19}K$, $^{41}_{19}K$ ، كل منهما تحتوى ذرته على ١٩ بروتون ، ١٩ إلكترون مرتبة فى المدارات كالتالى : ٢ ، ٨ ، ٨ ، ١ وبذلك فإن لهما نفس العدد الذرى ونفس الخواص الكيميائية إلا أن النظير ٤١ له عدد من النيوترونات (٢٢ نيوترون) يزيد بمقدار اثنين عن النظير ٣٩ .

وهذا يجعل ذرة النظير ٤١ أثقل من ذرة النظير ٣٩ .

(جـ) الذرات لا تُخلق ولا تفنى :

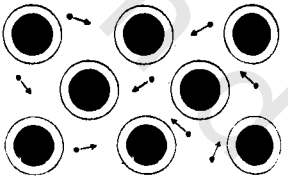
إن حقيقة أن المادة لا تفنى ولا تستحدث من العدم مقبولة فى حدود التفاعلات الكيميائية المعتادة حيث يتم التفاعل والاتحاد بين الذرات كوحدة كاملة دون الدخول فى تفاصيلها .

أما بالنسبة للتفاعلات النووية حيث يمكننا شطر نواة الذرة إلى وحدات أصغر وبالتالى تحول الذرة إلى ذرتين من مادتين مختلفتين

كما سبق وأن أوضحنا فى حالة الراديوم وتحوله إلى الهيليوم والرادون فاليورانيوم U=٢٣٥ ، يمكنه اكتساب نيوترون فى نواة ذرته ثم سرعان ما ينقسم إلى جزئين غير متساويين فى أرقامهم الذرية ٩٥ ، ١٤٠ تقريباً .

(د) الذرات تتحد فى أعداد صغيرة صحيحة :

وهذه الفرضية يمكن قبولها لمعظم المواد إلا أن الكربون ، يشكل مركبات فى غاية التعقيد فى الكيمياء العضوية organic chemistry كما ويظهر السيليكون فى سيليكات غاية فى التعقيد .



obeikandl.com

مشاهير العلماء فى الكيمياء

١ ـ مارى كورى ـ سكلودوفسكايا

١٨٦٧ ـ ١٩٣٤

ولدت فى ٧ نوفمبر عام ١٨٦٧ فى وارسو ببولندا ، وكان والدها يُدرس الرياضيات والفيزياء بنفس مدرستها وقد تخرجت من الجامعة فى باريس ، واهتمت مارى مع زوجها الفرنسى بيير كورى بدراسة ظاهرة النشاط الإشعاعى كما منحت تقديراً لاكتشافاتها البارزة فى هذا المجال ، حيث نالت درجة الدكتوراه فى العلوم الفيزيائية .

وعندما توفى زوجها عام ١٩٠٦ ، استمرت مارى فى متابعة نشاطها العلمى فى مجال دراسة العناصر المشعة .

وفى عام ١٩١٠ تمكنت من الحصول على فلز الراديوم لأول مرة .

وقد منحت مارى كورى جائزة نوبل مرتين مرة فى الكيمياء ومرة فى الفيزياء .

كما كانت عضواً شرفياً فى كثير من الجمعيات والأكاديميات العلمية بأوروبا . انظر الرسم شكل (٣ ــ ١٢) .

مدام كورى

شكل (٣ـ١٢)

٢ ـ أرنست رذرفورد

يعتبر العالم الإنجليزى أرنست رذرفورد من أشهر العلماء فى مجال النشاط الإشعاعى وبناء الذرة وتركيبها .

ولد فى الثلاثين من أغسطس عام ١٨٧١ فى مدينة نلسون بنيوزيلاندا وكان ستاذاً للفيزياء فى جامعة مونتريال بكندا .

ثم عمل أستاذاً فى جامعة مانشيستر اعتباراً من عام ١٩٠٧ ثم فى جامعة كمبردج منذ عام ١٩١٩ .

وقد بدأ اهتمام رذرفورد فى دراسة النشاط الإشعاعى للمواد اعتباراً من عام ١٩٠٠ ، حيث اكتشف ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاعات التى تبثها المواد المشعة .

كما اقترح مع العالم (سودى) نظرية للتفكك الإشعاعى .

كما برهن على تكون الهيليوم فى أثناء الكثير من العمليات الإشعاعية ويعتبر ذرفورد هو مكتشف نواة الذرة . وهو واضع النموذج النووى للذرة مؤسساً لذلك العلم الحالى لبناء الذرة .

وفى عام ١٩١٩ حقق ولأول مرة تحولاً اصطناعياً لبعض العناصر الثابتة وذلك بقذفها بقذائف من جسيمات ألفا (α) .

وقد منح جائزة نوبل عام ١٩٠٨ . ، انظر الرسم شكل (٣ ــ ١٣) .

لورد رزرفورد
شكل (٣ـ١٣)