

النشاط الإشعاعي وتكوين العناصر

الركنورة نهائي - الم

الأستاذ المساعد للكيمياء

إن موضوع النشاط الإشعاعي وتكوين العناصر موضوع العصر الحديث - فكل يوم نرى المقالات العديدة الشيقة في الصحف تنبثاً عن الإشعاع والذرة ثم الأشعة الكونية والأقمار الصناعية والإشعاع بوجه عام وتكوين الكون .

وكل منا يستسلم للفكر ويسبح به الخيال في نظام هذا الكون العجيب وتكوينه العظيم ثم يفكر كيف ابتدأ هذا الكون حياته وإلى أي مصير هو سائر ؟ لهذا كله رأيت أن أكتب فكرة موجزة عن النشاط الإشعاعي وتكوين العناصر ثم أنتقل بعد ذلك عن كيف وجد هذا الكون وكيف تتوقع نهايته .

اكتشف العلامة هنري بـ كـ ريل Henry Bequerl سنة ١٨٩٦ أول مادة مشعة ، ولكن قبل هذه السنة بقليل كان رونتجن Roentgen قد اكتشف أنه تصادم أشعة المهبط بجدار أنبوبة مفرغة فيها تشع نواً آخر من الأشعة تعرف باسم أشعة المجهول X Rays وإذا وقعت هذه الأشعة على لوح من كبريتيد الخارصين أو بلاطينوسيانور الباربيوم أعطت ضوءاً متفسفراً . - أي ظاهراً بغير وضوح - وإذا سقطت هذه الأشعة على جسم الإنسان فإنها تنفذ منه ولكن جزءاً من هذه الأشعة يمتص بمرورها بالعظام . وتتوقف قدرة هذه الأشعة على اختراق الأجسام على مقدار طاقة الانكروتونات التي انطلقت من الإشعاع فتلا شعة أ كس الناتجة من مليون فولت الكتروني أكثر اختراقاً للأجسام من ألف فولت الكتروني .

ويتوقف الإشعاع أيضا على نوع الهدف Target الذي تقع عليه هذه
الالكترونات من أشعة المهبط .

وتتكون أشعة أكس من موجات كهربائية مثل الضوء غير أن
القدرة على اختراق الأجسام وتأثير الهواء عند المرور به . وقد وجد أنه
تتعرض المواد للأشعة أكس أمكن معرفة مكوناتها . وقد درس العلامة
بكريل مادة مركبة من كبريتات البوتاسيوم واليورانيوم بواسطة أشعة
أكس فوجد أن هذا الملح له خاصية إعطاء نوع من الإشعاع الذي يؤثر على
لوح فوتوغرافي مغطى . وأن مقدار هذه الأشعة يتناسب طرديا مع كمية
اليورانيوم الموجود بالمحلول . وعلى هذا اعتقد العلامة بكريل أن هذا وليد
وجود عنصر اليورانيوم . فعلا بعد استخلاصه وجد أنه هو السبب في ظاهرة
الإشعاع . ثم توالت الاكتشافات ووجد أن عنصر الثوريوم ومركباتها
نفس الخاصية ، ثم اكتشفت مدام كوري وزوجها عنصر البولونيوم (وقد
سمته بولونيوم اعترازا بوضها بولندا) والراديوم بعد دراسة عليية منظمة
للمواد المشعة ، وقد أمكنها أن تستخلص كلوريد الراديوم وقوة إشعاعه
ثلاثة ملايين مرة قوة إشعاع أكسيد اليورانيوم .

إن من أهم خواص المواد المشعة أن الإشعاع المنبعث منها إذا مر بأى
غاز أصبح هذا الغاز موصلا للكهرباء وقد فر تومسون Thomson ،
ورذرفورد Rutherford هذه الظاهرة بأن هذه الأشعة تقسم هذه الغازات إلى
حوامل موجبة وسالبة للكهرباء أى أيونات . وقد أثبت ولسون Wilson
وجود هذه الأيونات بتجربة بسيطة وهى أن للأيون خاصية تكثيف بخار
الماء حوله كنواة .

وقد نجح ولسون أيضا فى تصوير خط مسار الشعاع فى الهواء . كما أن
لأشعة المنبعثة من العناصر المشعة تؤثر على لوح فوتوغرافي محفوظ ، وقد
ستعملت هذه الطريقة فى قياس مقدار إشعاع العناصر المختلفة . وهذا حسب
لوقت الذى يأخذه كل عنصر فى التأثير على اللوح الفوتوغرافي .

وقد وجد أن العناصر المشعة ينبعث منها ثلاثة أنواع من الإشعاعات كل منها له خواص معينة . وهذه الإشعاعات هي جسيمات ألفا Alpha وبيتا Beta وإشعاع جاما Gama . وجسيمات ألفا تتكون من دقائق موجبة الشحنة تسير بسرعة عظيمة جداً حسب المادة المشعة منها وأسرعها ما ينبعث من عنصر الثوريوم حيث تبلغ سرعتها ١٠٠٨٠٠ ميل دقيقة وفيها هي في تبعث من عنصر اليورانيوم وتبلغ سرعتها ٨٨٠٠ ميل دقيقة .

وهذه الجسيمات بعد ما تترك الجسم المشع تسير بسرعة تعادل $\frac{1}{7}$ من سرعة الضوء، ولها القدرة على اختراق بعض الأجسام وإذا مرت بوسط غازي فإنه يتأين وهذا ينزع الإلكترونات عن الذرة، وأتتبعاً تتحول إلى ذرة هليوم، أي أن جسيمات ألفا موجبة الشحنة . ومن هذا نستنتج أن الفترة التي تفقد جسم ألفا تفقد من كل جسيم من هذه وزن ذرة الهليوم . أما عن جسيمات بيتا فإن وزنها ضئيل جداً وأشعتها مائلة وتسير بسرعة بين $\frac{1}{10}$ و $\frac{1}{2}$ سرعة الضوء (سرعة الضوء 3×10^{10} سم ثانية) وقوتها على اختراق الأجسام أقل بكثير من جسيمات ألفا وتختلف سرعتها فكلما زادت السرعة كانت قدرتها على اختراق الأجسام أكثر وفي الحقيقة أن جسيمات بيتا هي الكثر وذات تتحرك بسرعة عظيمة جداً، أما إشعاع جاما فيشبه الأشعة المجهزومة . فهي أمواج ضوئية طول موجتها صغير جداً يتراوح بين 10×10^{-8} سم و 10×10^{-10} سم وإذا فقدت المادة مشعة جزيء ألفا وجريئين بيتا فإننا نحصل على مادة عددها الذري يساوي العدد الذري للمادة الأصلية ولا تختلف في الخواص الكيميائية والطبيعية له غير أنه يختلف في الوزن الذري في نفس وحدات عن العنصر الأصلي بالوزن . هاتان المادتان تدعى النظائر isotopes أما إذا فقدت المادة المشعة جزيء بيتا فيعني ذلك أن المادة الناتجة تختلف في الخواص الكيميائية عن المادة الأولى ولو أنه تتفق معه في الوزن الذري ويسمى هذا النوع أيضاً النظائر isomers . ويمكن فصل هذه المواد المشابهة عن بعضها بطرق طبيعية تعتمد على سرعة الانتشار لكل منها .

والمواد المشعة تنقسم إلى ثلاث متسلسلات :

١ — متسلسلة يورانيوم التي منها الراديوم .

٢ — الاكتينيوم

٣ — الثوريوم

وقد لوحظ أن لعناصر المشعة تقتصر على الذرات الثقيلة التي عددها الذرى فوق ٨٢ .

ويحدث مثلاً عندما يبدأ عنصر اليورانيوم فى الإشعاع أن يتحول إلى يورانيوم الذى يكون وزنه الذرى ٢٣٨ وعدده الذرى ٩٠ ، ويفقد العنصر المتحول جزءاً ألفاً . وقد وجد أياً نظير لعنصر الثوريوم ثم إذا فقد يورانيوم جزءاً بيتا فإنه يتحول إلى يورانيوم ويكون وزنه الذرى ٢٣٨ وعدده ٩١ والآخر نظير لعنصر البروتكتينيوم ويحدث أن يستمر الإشعاع إلى أن يصل إلى الراديوم ج Radium G ذى العدد الذرى ٨٢ وهو نظير لعنصر الرصاص ووزنه الذرى ٢٠٦ .

وبعض هذه التحولات من عنصر إلى آخر تتم بسرعة وبعضها يكون بطيئاً والحرارة لا تدخل لها فى إتمام التحولات ، وكل عنصر مشع له مدة حياة وهى المدة اللازمة لتحول أو استهلاك نصف كمية العنصر وتعرف بنصف العمر Half Life Period .

والمجموعة الثانية للإشعاع بمجموعة الثوريوم وهى تبدأ بالثوريوم ووزنه الذرى ٢٣٢ ومدة نصف عمره 1.39×10^4 من السنوات ويتحول أخيراً إلى نظير للرصاص ووزنه الذرى ٢٠٨ ، وقد وجد أن معظم نظائر الثوريوم تشبه النظائر المتكونة من اليورانيوم .

ويجب أن نأخذ فى حسابنا أن الإشعاع الذرى يحدث تغييراً شاملاً فى نواة الذرة وأن هذا التغيير يتسبب عنه انطلاق حرارة مقدارها ١٠^{١٠} سعر للجزيء الواحد .

وتبين أن نخوض في موضوعنا علينا أن نلقى نصراً سطحية عن محتويات
الذرة — ففي سنة ١٩٢٠ وجد رذرفورد أنه بتصويب جسيمات ألفا المنبعثة
من العناصر المشعة على لوح رقيق من أى معدن فإن معظمها يمر خلال هذا
اللوح وقليل منها ينحرف، وعلى هذا فرض العالم رذرفورد أن ذرة العناصر
لا بد أن تكون كالكرة ولها نواة تشغى بـ ٩٩.٩٩٪ من حجمها وبهذه النواة
شحن موجبة أو بروتونات وربما جسيمات بدون شحنة أخرى وحول هذه
النواة تحرك الككتروونات ذات شحن سلبية. وأن هذه الشحنات يساوى
تماماً الشحنات الموجبة الموجودة بالنواة ولكننا نعلم أن الشحنات الموجبة
تجذب إلى السالبة وعلى هذا تلتصق مع بعضها وتلاشى المادة وهذا ما لا يطابق
الواقع مما أدى إلى أن بوهر Bohr يعدل هذه النظرية، ويقترح تحرك
الالككتروونات في مدارات وأن عدد هذه المدارات يختلف باختلاف العناصر
وأقصى عدد لها سبعة وإن كل الككتروون يتحرك في مدار خاص به ولا يفقد
أى طاقة إلا إذا انتقل من مدار إلى آخر وفي هذه الحالة يفقد طاقة
تساوى $E = E_2 - E_1 = hf$ حيث h هو ثابت بلانك Planck constant
 $h = 6.626 \times 10^{-27}$ إرج ثانية هي التذبذبات ومقدار الطاقة يتوقف على مكان
الالككتروون في المدار.

ويحدث هذا التغير إذا عرضت الذرة لأى انفعال ذرى Exitment.

ولقد ظن في بادئ الأمر أن البروتون هو نواة ذرة الهيدروجين وأن
العناصر الأخرى هي مركبة من هذه "بروتونات" ثلاثاً نواة ذرة الهليوم
تكون من أربعة بروتونات أى تساوى أربعة أضلاع ذرة لايدروجين
أى على هذا الأساس يكون الوزن الذرى لجميع العناصر أضلاع ذرة
اليدروجين دائماً ولكن ثبت عكس ذلك فقد وجد أنه عندما تتحطم الذرة
تحتوى علاوة على الككتروونات والبروتونات جسيمات أخرى بدون شحنة
تعرف بالنيوترون Neutron وتوجد في داخل النواة ووزنها يساوى تقريباً
وزن البروتون، ويحدث من النواة أحياناً جسيم آخر يكون موجباً أو سالباً

أو بدون شحنة ووزنه بين ٢٠٠ . ١٠٠٠ مرة وزن الالكترتون ويعرفه
بالتيون Meisson أو نيوتريو Neutretto إذا كان بدون شحنة .

وتخرج من النواة أيضاً عندما تنجطم جسيمات تعرف بالبوزيترون
وهي موجبة الشحنة ووزنها يساوى وزن الالكترتون .

ومن هنا يتبين أن الذرة تتألف من ثلاثة جسيمات رئيسية واسمها
البروتون والنيوترون والالكترتون ، ومن هذه الجسيمات تتألف كل المواد
المرجودة في العالم ويختلف عنصر عن آخر باختلاف عدد هذه الجسيمات
وبرتيبها الخاص .

ومنذ عرف الإنسان هذا وهو يحاول معرفة كيف تتماثل وكيف يتم
الربط بين هذه الجسيمات بعضها ببعض وقد علل ارتباطها ببعضها أنها ترتبط
بقوة تعرف بالطاقة الضامة .

ومن ذلك كله يتبين أن الأجسام المشعة عندما تشع تنقص في الوزن
لأنها تشع جسيمات لها وزن معلوم يفصل عنها فإذا أخذنا رطلا من
"بيرانيوم" فإنه يعطى رصاصاً زنته ٨٦٥٣ ، هليوم ١٣٤٥ ، وإشعاع ٠.٠٠٠٢ ،
ورغم أن الرصاص والهليوم يحتويان على العدد الحاوى لرطل اليورانيوم
من الالكترونات والبروتونات ولكننا نجد أن وزنها يقل عن وزن
"بيرانيوم" بما يعادل $\frac{1}{10}$ وهذا النقص هو ما فقد على شكل إشعاع
أو طاقة وهو يساوى على أساس نظرية أينشتاين ٦٣×١٠ سعراً فإذا
عنا أن الشر دائماً في حالة إشعاع أى أن وزنها ينقص يوماً عما كان عليه
بـ ٣٦٠.٠٠٠ مليون طن ، وذلك لما فقدته بالإشعاع في مدة
أربع والخمسين ساعة الماضية .

وهذه الإشعاعات المختلفة تسير في الفضاء الكونى الذى لا نهاية له
وورجعنا إلى قوانين الحرارة الديناميكية لأمكن أن نفسر حدوث جميع
الصواهر التى نراها فى الكون ، فالطاقة الكيميائية التى بالغذاء هى التى تحفظنا

أحياء . والحقاقة الحرارية هي التي تدير السفن والمطارات والطائرات . والطاقة الميكانيكية هي سبب دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس ليتغير الليل والنهار وتتغير فصول السنة من خريف إلى شتاء إلى ربيع وصيف .
والقانون الأول في اخذارة الديناميكية هو قانون عدم فناء الطاقة أى أن كمية الطاقة ثابتة دائماً ونكتنبا تتحول من شكل إلى آخر . وقد يظن أن يظل هذا الكون إلى دلائ نهاية ولكننا نعلم أنه يمكن تحويل كمية من الطاقة الميكانيكية بأكملها إلى طاقة حرارية . ولكن لا يمكن بأى حال من الأحوال تحويل كل ما لدينا من طاقة حرارية إلى طاقة ميكانيكية وهذا ما يفرضه القانون الثانى للديناميكا حيث أن الطاقة تدير شيئاً من الوضع العالى إلى الأقل وعكس ذلك غير صحيح . ومن هذا يتبين أنه لا يمكن لهذا الكون أن يظل إلى دلائ نهاية لأن الطاقة التى به تتحول من الوضع العالى إلى المنخفض الذى لا حياة فيه ، وعلى هذا فلا بد من مجيء الوقت الذى فيه يكون قد تحول آخر أريج من الطاقة من الوضع العالى إلى الوضع المنخفض ، وهنا تقف هذه الحياة ويمكن الكون ، فالطاقة ما زالت هناك ولكنها فقط فى أقل أوضاعها ولا يمكن أن تتحول إلى الوضع العالى .

حساب عمر الأرض : —

ويمكن بالحساب معرفة عمر الأرض من بدء الخليقة بواسطة تحليل صخور المواد المشعة المعروفة نصف العمر ، فمثلاً يتحلل جرام من اليورانيوم الذى عدده الذرى ٢٣٨ ونصف عمره ٤,٥ × ١٠ سنة إلى مقدار ٥, — جرام من اليورانيوم الذى العدد الذرى ٢٣٨, ٢٢٦ و ٢,٢٦ جرام من الرصاص وعدده الذرى ٢٠٦ و ٠,٦٧٤ جرام من الهليوم الذى العدد الذرى ٤ . ويمكن تمثيل هذا تتفاعل النووى بآتى :

$$238 \text{ يـ} \rightarrow 206 \text{ رصاص} + 8 \text{ هليوم} .$$

وقد وجد أن نسبة غاز الهليوم إلى صخور يورانيوم أقل من $\frac{0.674}{10000}$

وهذا يبين أن عمر الأرض أقل من ٤,٥ × ١٠ سنة .

وقد وجد أن صخور اليورانيوم موجودة من قديم الزمن وعمرها مساو
 288×10^9 سنة .

وقد تساءل عن بداية هذا الكون وكيف ابتدأ حياته ؟

أثبت العلماء وجود أشعة تملأ الفضاء لها قوة عظيمة جداً على إختراق الأجسام
 وإرسالها مناطيد إلى الطبقات الجوية العليا وجد أن هذه الأشعة تزيد بزيادة
 الارتفاع وسميت هذه الأشعة بالأشعة الكونية Cosmic Rays وقد ظن
 بادئ الأمر أن مصدرها الشمس ولكن لوحظ أنها لا تختلف قوتها في الليل
 عنها في النهار وبهذا ثبت أن الشمس ليست مصدراً لها وتماز الأشعة الكونية
 بأقصر موجة وأكبر تذبذب ومقدار هذا الإشعاع عظيم جداً .

وقد اعتقد أنها ناشئة من تفاعل البروتون مع ذرات المادة وأن هذه الجسيمات
 لها خاصية إمكان تحطيم نواة ما ونتيجة لهذا تتكون جسيمات البوزيترون
 Position الذي يشبه وزنه وزن الإلكترون مع اختلاف الشحنة . وقد
 ظن أيضاً أن هذه الأشعة الواقعة على البلازما هي المتسببة عن نظرية التطور
 الحديثة . فقد يظن مثلاً أن القروء تحولت إلى رجال بواسطة
 الأشعة الكونية .

ومقدار هذا الإشعاع عظيم جداً خاصة في الأماكن المرتفعة . وقد
 وجد ملبسكان أنها تحطم ما يعادل ١٤ ذرة في كل سم^٢ من الهواء في كل ثانية،
 ولا بد أنها تحطم ملايين الذرات من أجسامنا في كل ثانية ولهذا الأشعة
 القدرة على اختراق رصاص سمكه ١٦ قدماً ومن ذلك يتضح قوة هذه الأشعة
 وقد أمكن حساب طول موجتها فتدترت 1.3×10^{-13} ، ونعلم أيضاً أن
 قطر الإلكترون يساوي قطر النواة الخفيفة على وجه التقريب وأنه إذا
 وضع 25×10^4 ذرات بجانب بعضها في سطر شغلت كل هذه الذرات
 بوصة واحدة أي أن قطر الإلكترون يساوي 2×10^{-13} سم وبهذا تكون
 الأشعة الكونية يمكنها تحطيم ما يعادل الإلكترون من النظرية الكمية
 quantum Theory فإن مقدار الكم quanta من هذه الأشعة له طاقة تعادل

١٥٠٠ ر - يرج ويمكن أن تتحول طاقة الكم أو الفوتونات Photon أو أشعة جاما إلى الإلكترونات تتوقف على كمية هذه الطاقة فإذا كانت صغيرة نتج ما يسمى بالإلكترونات الفوتونية Photoelectron وإذا زادت الطاقة نتج الإلكترون كومتون Compton Electron نتيجة لتفاعل هذه الطاقة مع الإلكترونات المختلفة . أما إذا زادت الطاقة زيادة كبيرة فإنها تتمكن من خلق زوج من الإلكترونات أحدهما موجب الشحنة والآخر سالب الشحنة .

ونحن نعلم أيضاً أن وزن أيون الهيدروجين أو ذرة الهيدروجين يساوى تقريباً 1.67×10^{-24} جرام ووزن الإلكترون يساوى 9.1×10^{-31} من الجرامات .

فإذا تصورنا طاقة إشعاعية طول موجتها أقل من 1.3×10^{-13} موجودة بالفضاء فإن هذه الطاقة ذات التذبذبات العالية جداً لها القدرة على أن تخلق كونا مماثلاً لهذا الكون تماماً لأن هذه الأشعة لها القدرة على تكوين الإلكترونات وبروتونات وهذه الجسيمات هي التي تكون ذرات العناصر المختلفة ولكن عجز العلماء عن معرفة كيفية ربط هذه الجسيمات مع بعضها ووجودها في شكل عناصر ومواد مختلفة بالطبيعة .

وهنا يقف العلم حائراً ، فالخائق القوي وحده هو القادر على ربط هذه الجسيمات لتكوين هذا الكون كما هو . .