

# عُزَّةُ الدِّنَّةِ

دانش

—

افوجادرو

—

مندلیف

—

کوری

—

طمس

—

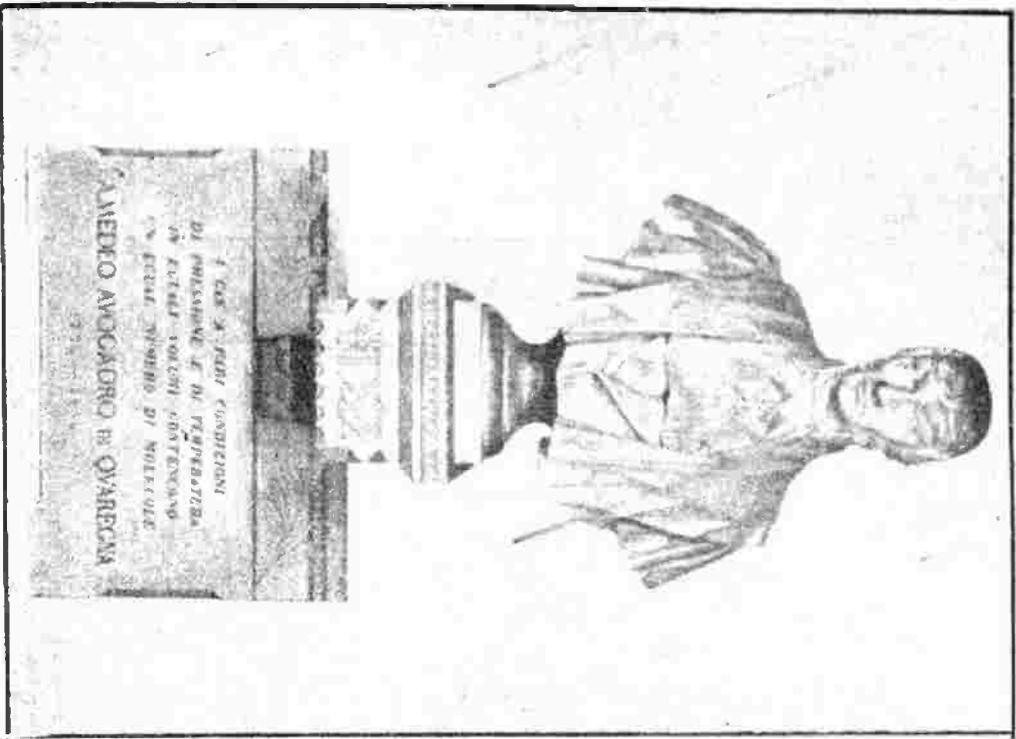
موزی

—

رذرفورد

—





IL CASO A PIÙ GIUSTIZIA  
DI PELLISSONE E DI TERPAGLIA  
ON FURTO VOCI CONTEGNO  
ON FURTO VOCI DI MILEVILE  
AMEDIO AVOCADORO R. QUARANTA

افروجا دارو



رلنی

# دالتن

أن يتولى تقديم العالم الى الملك . ولكن مراسم البلاط كانت تقتضي أن يرتدي العالم حلة خاصة، إلا أن عقيدة دالتن «الكويكرية» كانت تحظر عليه ذلك لأن الحلة الرسمية تشتمل على سيف . فاقترح أحدهم أن يتقدم الى البلاط بالرداء العادي الخاص برتبة علمية منحيا من جامعة أكسفورد فكان في ذلك

في شهر مايو من سنة ١٨٣٤ جاء لندن رجل مديد القامة ، غليظ المظهر ، في السادسة والستين من العمر . وكان مرتدياً ثوب شبيحة « الكويكر » ، سراويل حتى الركب ، وجوارب رمادية ، ورباطا أبيض حول المنق ، وحذاء عليه عقدة من شريط ، وعصا لها مقبض ذهبي

الاقتراح مخرج من المارتني . فلما جيء بالرداء قال أحدهم : ما هذا ؟ ان جانباً منه قرعزي وليس ثمة أحد ، من شيعة « الكويكر » يرتدي ثوباً قرعزيا . فقال الفيلسوف أنت تدعوه

JOHN  
DALTON

١٧٦٦ - ١٨٤٤

(١٧٦٦)

كان أصدقاؤه قد جمعوا مبلغ ألفي جنيه ، لتنفق على صنع تمثال لهذا الفيلسوف العالِم العظيم ، على يدي تشارلوتري مثال البلاط . بل كان قبل ذلك قد فاز بالألقاب والأوسمة العلمية فانتخبته

قرعزيا ولكنني أراه أخضر وهو لون الطبيعة . ذلك ان دالتن كان مصاباً بالعمى اللوني ! فلا حظي بمقابلة الملك ، أطال الملك التحدث معه ، فرآه أحد رجال البلاط ، وكان يجهل من هو دالتن وما آثره فقال متعجباً : ومن هو هذا الرجل ؟ الذي يطيل الملك الحديث معه ويشمله بعطائه العظيم !

الأكاديمية الفرنسية عضواً مراسلاً ، والجمعية الملكية رفيقاً ، والجمعية الأدبية والفلسفية بنشستر رئيساً . فلما جاء لندن رغب أصدقاؤه في أن يمثل بين يدي الملك ، لتقديم الشكر على مدالية ذهبية كان قد أمر بضرها خاصة ، وتقديمها للعالم الكبير ، مكافأة له على علمه . وتقدم كبير من كبار الدولة فعرض

كان دلتن ابن حائك إنكليزي وُلد حوالي ٦ سبتمبر سنة ١٧٦٦ في بلدة إيجلزفيلد بمقاطعة كمبرلند بإنكلترا ، وتلقى مبادئ المعارف من والده وصديق لوالده يدعى فالشر ، فبدأت عليه مخايل النجابة من الصغر ، فحُبّه معلمه وصديق والده على التعليم ، فطلب من أولي الأمر في بلدته أن يأذنوا له في إنشاء مدرسة وكان لا يزال في الثانية عشرة من العمر ، وكان معظم تلاميذه فيها أكبر منه سناً

كان التعليم ثقيلًا على طبيعته ، ولكن والده كان رقيق الحال ، يعول أسرة مؤلفة من زوج وخمسة أولاد ، فاضطر ابنه جون أن يعمل ما يستطيع لإعانة والده على شؤون العيش . ولكن التعليم لم يحل بينه وبين الخروج في ساعات الفراغ ، إلى العراء لمراقبة أحوال الجوّ . ذلك أن دراسة الهواء كانت قد ملكت عليه لبّه ، فكان يدوّن في دفتره ، تغلب الأحوال الجوية ، في مختلف ساعات النهار والليل . ويقال إنه كان يقضي ساعات متوالية في صنع مقاييس للحرارة والضغط وكثافة الماء . فكان هذا الفنى العجيب ، يجد ، بين التعليم في المدرسة ، والعمل في حقل أبيه ، وقتًا ، لصنع الأدوات العملية ومراقبة الأحوال الجوية ، والتأمل في ذلك تأملًا تذهبه أحلام الشعراء

واطرد تقدمه في المعرفة ، مع تقدمه في السن ، فدرس اللاتينية واليونانية والرياضة والفلسفة الطبيعية . ولكن دراسة الظواهر الجوية ظلت موضع عنايته وفتنته ، فلما كان في الخامسة والعشرين من العمر ، غادر ضيعته ، إيجلزفيلد ، وذهب إلى ضيعة كندل ليعلم في مدرسة هناك ، لآخيه يونانان

وكان في تلك الضيعة فيلسوف شيخ كفيف البصر يدعى جون غوف ، فكان دلتن يختلف إليه ، طلبًا للعلم والحكمة . فتوثقت بينهما عرى صداقة عجيبة ، كانت أول الطريق التي سلكها دلتن إلى الشهرة ، والخلود في تاريخ العلم الحديث

ذلك أن الفيلسوف غوف اقترح على أولي الأمر في كلية منشستر سنة ١٧٩٣ أن يعينوا جون دلتن مدرسًا في الرياضة والفلسفة الطبيعية ففعلوا وجعلوا مرتبه السنوي ثمانين جنيهًا ولكن التبعات التي القيت إليه في كلية منشستر حدثت من وقته . فمجز عن متابعة بحثه في الهواء وأحوال الجوّ . فاستقال من الكلية بعد بضع سنوات ، وجعل يرتزق من تدريس

دروس خاصة لثاء عشرة قروش للدرس الواحد ، حتى يستطيع أن يتفرغ لمناجاة البحث الخاص الذي فتنه . وكان يستطيع لو شاء أن يسبح في بعض بلدان إنكلترا فيأتي فيها محاضرات علمية بسيطة ، ولكنه صرف النظر عن ذلك ، لأنه كان قد اقتنع وهو يأمم في كندل ، أنه لا يصلح للمحاضرة . فظهره الغليظ ، وصوته الحشن ، وبطؤه في تسلسل أفكاره ، وغموض عبارته ، كل هذا كان قد حال بينه وبين الجمهور ، عندما عرض أن يلقي اثني عشرة محاضرة في موضوعات أخاذة كالفلك ، والبصريات ، وغيرها ، لقاء جنيه واحد لكل شخص يحضرها جميعاً

وكذلك تمكن دالتن بعد استقالته من كلية منشستر من التفرغ لدراسة الجو . فكان يرصد الجو مراراً كل يوم . ويدون نتائج أرصاده . وكان أحياناً يدمي الذهاب الى مدن أخرى ليصلهم بعض الطلاب تملأياً خاصاً ، فكان ولية يرصد الجو لا يتقطع في خلال سفره الى لندن أو غلامكو ، أو أدنبره ، أو برمنجهام . وكان إذا سمحت له الحلال بإجازة قصيرة يذهب الى منطقة البحيرات ، فيضيف الى مدوناته الواسعة أرصداً جديدة . ولم يكتب يرصد الجو في مكان معين أو بضعة أماكن ، بل توفل الجبال ، وهبط الى الأودية ، وسار مع البداول والأنهار ، وجزر البحيرات رغبة منه في رصد الأحوال الهوائية في كل مكان ، هادئاً ومضطرباً ، صافياً وضاماً ، وماطرًا . وكان لا يني مطلقاً في جميع هذه الرحلات عن أن يحمل معه أدواته العلمية ، وقد قضى ستاً وأربعين سنة متوالية ، يدون أرصاده ونتائجها . ويقال ان عدد أرصاده فاق اثني ألف رصداً . وكان حماسه دالتن هذه عدت « جوته » وكان في الثامنة والستين فمال الى رصد الجو ، لا سيما ما كان خاصاً منه بالغيوم

\*\*\*

وإذا أخذت هذه الأرصاء تملأ دفاتره ، أخذ هو يتأمل في موضوع غامض لم يحاول احد من قبل ان يحلوه . كان يعلم ان الهواء مؤلف من أربعة غازات - الأكسجين ، والنيتروجين ، وثاني أكسيد الكربون ، وبخار الماء - وكان العلماء قبله أمثال بريستلي وكأندش ولافوازييه قد أثبتوا ذلك . ولكن السؤال الذي افض مضعج دالتن ، كان ، كيف يتركب الهواء من هذه الغازات ؟ اهي متعددة بعضها ببعض اتحاداً كيميائياً ، ام هي خليط ، كما يختلط الرمل والحصى . اما بوتوليه فكان يعتقد ، ان الهواء مركب كيميائي ، وكان غيره يختلفه في ذلك ويقول ان الهواء خليط ميكانيكي من الغازات

كانت ارساد دلتن قد حملته على الاعتقاد ، بان الهواء خليط ميكانيكي من الغازات .  
ولسكن تركيب الهواء كان ثابتاً لا يتغير . والارساد المدينة التي قام بها في المدينة ، والريف ، في  
الوادي ، وعلى قمة الجبل ، وفوق السهل ، والبحيرة وفي المرجة النبية ، ثبت ذلك . وكان غاي  
لوساك الفرنسي قد صعد في منطاد واخذ نماذج من الهواء على علو عشرين الف قدم او اكثر ،  
فكان هذا الهواء لا يختلف في تركيبه عن نماذج الهواء التي فحصها دلتن ، الاً اختلافاً يسيراً جداً .  
ثم ان ثاني اكسيد الكربون اقل من الاكسجين فلماذا لا يرسب على سطح البحر او سطح  
الارض ؟ وقد حاول دلتن ان يخلط الزيت بالماء ، فمجز عن ذلك ، فكان الزيت يطفو على  
سطح الماء لانه اخف منه . فلماذا لا يطفو البخار والنروجين والاكسجين على ثاني اكسيد  
الكربون ، لانها اخف منه ؟ هل تكفي الرياح لبقاء هذه الغازات محتاطة اختلاطاً ثابت  
التركيب ؟ ان هذا لا يعقل

أمض هذا السؤال عقل صاحبنا . فذهب الى العمل ، حيث حل اقطاب الكيمياء  
المشكلات التي اعترضتهم . حلوها ، بالانبيق والانيوب والاتون والميزان . فحاول هو ذلك  
كذلك ، وهو يعلم انه ليس مجرباً بارعاً ، فباء بالخيبة وهو يعتقد ، ان الادوات لا تكفي في  
حل هذا المشكل ، وان لا محل لها الاً في عقله ؟

\*\*\*

كان دلتن قد قرأ رسالة لا فوازويه في مبادئ الكيمياء فوجد ان الكيميائي الفرنسي  
قد اقترح فيها ان دقائق غاز من الغازات مفصول بعضها عن بعض بجو من الحرارة . وضرب  
لذلك مثلاً بواء يحتوي على كرات من الرصاص بينها حبيبات من الرمل - فكرات الرصاص  
في الوعاء تمثل دقائق الغاز وحبيبات الرمل تمثل جو الحرارة . والفرق الوحيد بين المشبه والمشبه  
به ان كرات الرصاص متلاصقة ولكن دقائق الغاز ليست كذلك

فعمد دلتن الى الرسم لعله يستطيع ان يتبين المقصود ويستجليه . فمثل دقائق بخار الماء  
بنجيات . ودقائق الاكسجين بربعات صغيرة . ودقائق النروجين بنقط . ودقائق ثاني اكسيد  
الكربون بثلاثات صغيرة سوداء



ثم رسم رسماً جملة خليطاً من هذه الرموز المختلفة فاذا  
هو كما يلي ، فساعدته هذا التمثيل البصري على فهم المشكلة التي

تعرض لها وهي تركيب الهواء وبقاء تركيبه ثابتاً لا يرسب فيه غاز أكسيد الكربون . ادرك دالتن بهذا الرسم ان دقائق هذه الغازات تختلط ببعضها ببعض ، فيكون تركيب الهواء واحداً تقريباً في كل مكان

وإذ هو يبحث في هذه الظاهرة ، رسخت في ذهنه فكرة طالما مرت امامه في مطالعاته العلمية . فلو سبوس احد مفكري اليونان . كان قد تصور قبل اربعة وعشرين قرناً ، ان كل شيء مؤلف من دقائق مختلفة الأنواع ، يفصل بينها فضاء تسير فيه . ثم جاء ديموقريطس الفيلسوف الضاحك في القرن الخامس قبل المسيح ، فتوسع في رأي معلمه لوسبوس وأخذ يعلم بأن المادة مؤلفة من فضاء وعدد لا يحصى من دقائق دعا كل دقيقة منها « ذرة » Atom . قال ديموقريطس لماذا الماء سائل ؟ وأجاب : لأن ذراته صغيرة وكروية ، فتزلق بعضها على بعض . وليس الحديد كذلك لأن ذراته قاسية وخشنة . ومضى يبني على هذا الأساس فلسفةً طبيعية عامة . فقال ان اللون سببه شكل انتظام الذرات . والحموضة سببها ذرات لها زوايا . وان جسم الانسان مؤلف من ذرات كبيرة بطيئة ، أما عقله فمؤلف من ذرات صغيرة سريعة الحركة ، وأما الروح فمؤلفة من ذرات صغيرة ملساء كروية كذرات النار . حتى البصر والسمع وغيرها ، حاول ديموقريطس ان يعللها بالذرات . وقد جراه الشاعر الروماني لقريطوس في ذلك

وكان دالتن قد قرأ كذلك ما كتبه نيوتن عن رأيه في المادة . قال نيوتن : « ارجح ان الله في البدء صنع المادة من دقائق صلبة قاسية متحركة لا تختزق . . . . . وليس ثمة قوة تستطيع ان تجزى . ما جعله الله « كلاً » في الخلق »

فناجي دالتن نفسه قائلاً : ففكرة بديعة ، ولكن هل هي صحيحة ؟ وجعل يتأمل فيها ، وبعد التأمل العميق ، انجالت له النظرية الذرية كاملة ، فلم يصبر حتى يحقق النظرية بالامتحان ، لأنه كان يعتقد كما كان غليليو يعتقد ، أن البرهان القائم على التجربة ليس ضرورياً دائماً . وكان كفر ادائي بعده ، فطوراً على حسن دقيق يدرك به ما هو صحيح وما هو خاطيء من الاراء والمذاهب الطبيعية

فجلس ذات يوم وأخذ يرسم صورة يرمز بها للذرات . فجعل كل ذرة كرة . ولما كانت ذرات العناصر تختلف باختلاف العناصر ، نوع السكرات المرسومة بخطوط ونقط وحروف رسمها داخلها فجماها كما يلي

 كربون	 ذهب	 ايدروجين
 فسفور	 فضة	 اكسجين
 كبريت	 رثيق	 نتروجين

\*\*\*

كان دالتن يشبه فلاسفة الذرة الذين سبقوه في عجزه عن رؤيتها . ولكن ذراته كانت تختلف عن ذرات أسلافه ، فالذرات في نظر دالتن كانت دقائق ملموسة من المادة ، مع أن أدق الآلات والكواشف كانت تعجز عن اظهارها للمعين البشرية . ولا تزال رؤية الذرات معتمدة حتى يومنا هذا . ففي أوائل هذا القرن اخترع العالمان تسغوموندي ، وسيدنتوف ، الآلة المعروفة باسم ultramicroscope فاستطاعت أن تبين للمعين البشرية دقيقة من المادة يبلغ حجمها جزءاً من أربعة ملايين جزء من البوصة . ومع ذلك فأكبر الذرات أصغر من هذه الدقيقة مائة ضعف . ان في قطرة واحدة من ماء البحر ، خمسين مليون مايون ذرة من الذهب ، وبالرغم من ذلك لا بد من تقطير النى طن من ماء البحر لاستخراج غرام واحد من الذهب

ومع ذلك ظل دالتن يتحدث عن الذرات ، ويبنى عليها ، كأنها أشياء ملموسة . فقال ان الذرة لا تتجزأ ، ولو كان التفاعل الكيميائي أشد ما يكون عنفاً . وتصور التفاعل الكيميائي اتحاداً بين ذرة أو أكثر من عنصر واحد ، بذرة أو أكثر من عنصر آخر . فالزئبق اذا احمي وهو معرض للهواء ، تتحد ذرة من الاكسجين بذرة من الزئبق ، فتكوّن دقيقة من اكسيد الزئبق . فاذا اجتمعت ملايين وملايين من هذه الدقائق ، بدت للمعين في شكل مسحوق اكسيد الزئبق الأحمر وعمد دالتن الى صانع صناعات يدعى ابورت فصنع له كرات ، كل كرة منها قطرها بوصة ، فجعلها معتمده مدى ثلاثين سنة في تعليم نظريته الذرية وشرحها ، ومما يؤسف له انها لم تحفظ

\*\*\*

ثم وجه دالتن الى نفسه سؤالاً آخر قال : هل جميع الذرات متماثلة حجماً ووزناً ؟ وفي هذه الناحية أضاف الى العلم شيئاً جديداً ، فطبعته نظريته بطابع جديد ، جعلها تختلف عن نظريات الاقدمين الغامضة

كان ديموقريطس قد قال ان الذرات لا يحصى عددها ولا عدد أشكالها المختلفة . أما دالتن

فقال ان ذرات العنصر الواحد متشابهة جميعاً . واما ذرات العناصر المختلفة فتختلف شكلاً ووزناً . فقله ان وزن الذرات في عنصر واحد ، ثابتة لا تتغير ، قول جريء لأنه لم يكن قد رأى ذرّة ، دع عنك روزها باليد ، أو وزنها بالميزان . ومع ذلك فقله هذا قد ثبت على الامتحان خلال قرن كامل من البحث العلمي ، والأدلة العلمية الحديثة تؤيد صحته وإنما يجب أن يضاف إليه ان العناصر التي لها نظائر لانجيري على هذه القاعدة جريباً مطلقاً لأن أوزان ذرات النظائر تختلف قليلاً ، ولكن ذرات كل نظير لها وزن واحد

. وثارت في تلك الآونة مناقشة علمية بين برتوليه الكيميائي الفرنسي ، وبروست مواطنه . فقد ذهب برتوليه إلى أن تركيب المركبات الكيميائية ثابت ، ولكن نسبة اتحاد العناصر عند تركيب هذه المركبات ليست نسبة ثابتة أبداً ، بل قد يطرأ عليها شيء من التغير . فقد ثبت مثلاً ان الماء مركب من الأكسجين والهيدروجين . فقال برتوليه ان نسبة اتحاد الأكسجين والهيدروجين لتركيب الماء تتغير قليلاً . فالغالب أن يتحد ١١ جزء من الهيدروجين بـ ٨٨.٩ جزء من الأكسجين لتركيب الماء . ولكن قد يتحد ١١ جزء من الهيدروجين بـ ٨٩ جزء من الأكسجين فيتولد الماء . وكان برتوليه عالماً حقيقياً فمدد إلى التجربة ، وحل مئات من نماذج الماء ، فوجد أن النتائج التي اسفرت عنها هذه التجارب ، تؤيد رأيه

وكان العالم الفرنسي جوزف لويس بروست يدرس الكيمياء في أسبانيا . وكان هو من ناحيته قد قام بمئات التجارب في مركبات مختلفة فثبت له ان برتوليه على خطأ . بل ان بروست أعاد التجارب التي جربها مواطنه مستعملاً أنقى المركبات الكيميائية ، وأدق الأدوات ، وحرص على الاعتماد عن كل خطأ مهما يكن صغيراً . فوجد أن الخطأ قد تطرق إلى تجارب برتوليه وظهر له أن برتوليه كان قد استعمل مركبات مخنفة ، لم تكن مركبات كيميائية نقية . ومضى بروست ثماني سنوات ، وهو يحاول أن يقنع العلماء ، وخاصة اتباع برتوليه وتلاميذه بأن برتوليه على خطأ ، وان العناصر إذ تتحد بعضها ببعض عند تركيب المركبات الكيميائية ، تتحد في نسب ثابتة لا تتغير ، وهو قول ينسب أصلاً إلى « الجالدي » الكيميائي العربي المصري

وأخيراً رأى برتوليه موضع الخطأ في رأيه وتجاربه ، فاعترف بذلك ، وسلم بالنتائج التي وصل إليها بروست . فقال بروست : « ان الحجارة التي ندوسها ، والتراب تحت أقدامنا ، ليست كئلاً مشوشة من المادة ، ولكن اتساق الأعداد متنازل في بنائها الداخلي » . كان كبلر وغايليو ونيوتن

قد بنوا أن للطبيعة نظاماً رياضياً . وها هي أدلة الكيمياء تؤيد ذلك الرأي . ان تركيب أي مركب كيميائي معين ، ثابت لا يتغير ، وناموس التركيب المحدود Definite Proportions لا يزال إلى عصرنا قاعدة أساسية من قواعد الكيمياء

استخرج هذا الناموس ، إذ كان دلتن مشغولاً برسم رموز الذرات التي تصورها فلما اطلع عليه وجد أن ذراته الكروية تصلح لتفسير هذا الناموس وتأييده . لأنه إذا كان وزن ذرة من ذرات عنصر ما ، لا يتغير - وهذا القول كان ركناً من أركان نظريته - فتركيب المركبات الكيميائية يجب أن يكون ثابتاً لا يتغير ، لأن كل اتحاد كيميائي لا يخرج عن كونه اتحاد هذه الذرات الدقيقة التي لا تتغير بعضها ببعض

\*\*\*

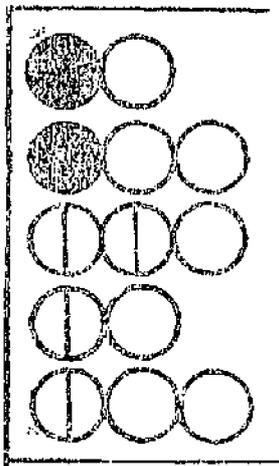
وكان دلتن قد قرّر في نظريته أن أوزان الذرات واحدة في العنصر الواحد ، ولكنها تختلف باختلاف العنصر الواحد . فكيف السبيل إلى وزنها وهي لا ترى لصفرها ؛ إلا أن دلتن أدرك بثاقب بصره انه اذا تمذّر عليه معرفة وزن الذرات المطاق . فيجب أن يكون في امكانه معرفة أوزان بعضها بالقياس إلى البعض الآخر أو أوزانها النسبية

فقرر دلتن أن يبدأ بأخف العناصر ، أي الايدروجين . فجعل وزنه الذري ( ١ ) واتخذ مقياساً ، وهو يقول لا بد أن يكون كل وزن ذري آخر ، أكبر من وزن الايدروجين لأنها جميعها أثقل منه وزناً . وكان يعلم أن الايدروجين والاكسجين يتحدان بنسبة واحد إلى سبعة تقريباً . فجعل وزن الاكسجين الذري النسبي ٧ . وكان يعتقد أن ذرة واحدة من الاكسجين تتحد بذرة واحدة من الايدروجين فيتركب الماء من اتحادهما . لذلك قال ان وزن الاكسجين الذري بالقياس إلى وزن الايدروجين سبعة . ونحن نعلم أن ذرتي ايدروجين تتحدان بذرة اكسجين فيتكوّن الماء . فوزن الاكسجين الذري يجب أن يكون مضاعف الوزن الذي وضعه له دلتن

والواقع ان برزيلوس الكيميائي السويدي خالف دلتن في تعيين الوزن الذري ، فاتخذ الاكسجين أساساً ومقياساً لأوزان العناصر الأخرى وجعل وزنه الذري مائة ( ١٠٠ ) . ولكن العلماء عادوا بعد ذلك إلى الأساس الذي بنى عليه دلتن . إلا أن موزلي أثبت أن النسبة بين الايدروجين والاكسجين كنسبة ١ إلى ٨ و ١٥ و ٨٧٨ فقرر أن يتخذ الاكسجين أساساً ومقياساً

للأوزان الذرية وجمل وزنه الذري ١٦ وعلى هذا الأساس يكون وزن الايدروجين الذري ١٠٠٠٧٧ وهذه الزيادة على واحد صحيح صلة وثيقة ببناء الذرة ونواتها<sup>(١)</sup>

نعود الى دلتن فنقول انه اتخذ الايدروجين أساساً ومقياساً للأوزان الذرية وأعد جدولاً بأربعة عشرة عنصراً . واذ كان يحضر جدولته رأى الكربون يتهدد أننا بالاكسجين بنسبة ٣ الى ٤ ، وأنا آخر يتحد بالعنصر نفسه بنسبة ٣ الى ٨ فيتركب في الحالة الأولى، أول أكسيد الكربون وهو الغاز السام في طب غاز الاستصباح ، وفي الحالة الثانية يتركب ثاني أكسيد الكربون الذي يزفره الحيوان ويمتصه النبات . ثم بحث في أكسيد النتروجين التي تناولها كائندش ودايئي بالتحليل ، فوجد أن مقداراً واحداً من النتروجين يتحد بجزء أو جزئين أو أربعة أجزاء من الاكسجين فيتركب ثلاثة مركبات مختلفة . فهذه النسبة العددية الصحيحة الصغيرة بين مقادير الكربون المتحدين بمقدار واحد من الاكسجين ( ٤ : ٨ أو ٢ : ٤ ) وبين مقادير النتروجين الثلاثة المتحدة بمقدار واحد من الاكسجين ( ٤ : ٢ : ٩ ) استارعت نظره وحيرت عقله



فعمد الى كراته التي تمثل الذرات فصنع مثلاً لا أكسيد الكربون الأول ، مؤلفاً من ذرة كربون ، وذرة اكسجين (انظر الرسم) وصنع مثلاً آخر لا أكسيد الكربون الثاني مؤلفاً من ذرة كربون وذرتي اوكسجين . ثم فعل الشيء نفسه بأكسيد النتروجين فصنع للاكسيد النتروس مثلاً مؤلفاً من ذرتي نتروجين وذرة اكسجين والاكسيد النتريك مثلاً مؤلفاً من ذرة نتروجين وذرة اكسجين ولبروكسيد النتروجين مثلاً مؤلفاً من ذرة نتروجين وذرتي اكسجين ، وكذلك

اكتشف دالتن ناموس النسب المتعددة في الكيمياء . وحدته : اذا اتحد عنصران ( ا ) و ( ب ) فتولد من اتحادهما اكثر من مركب واحد فالنسبة بين مقادير مختلفة معينة من العنصر ( ا ) التي تتحد بمقدار واحد من العنصر ( ب ) تدل عليها ارقام صحيحة صغيرة مثل ٢ : ١ او ٢ : ٣ . أي اذا أخذت مركبين مؤلفين من عنصري الاكسجين والايدروجين ، وان مقدار الاكسجين

في كليهما واحد ، فالنسبة بين مقداري الايدروجين المتحدين بتقدير واحد من الاكسجين ، رقم صحيح صغير . وهي في هذه الحالة نسبة ١ الى ٢

فلما اطلع برزيليوس الكيميائي المويدي على قول دالتن هذا كتب اليه يقول ان « ناموس النسب المتمددة مرت خفي لولا النظرية الذرية »

وفي ٢١ اكتوبر سنة ١٨٠٣ قرأ دالتن أمام الجمعية الأدبية والفلسفية بنشستر رسالة اعلن فيها جدولته المختوي على الأوزان النسبية للذرات المتمازج . فدعي على أثر ذلك الى الجمعية الملكية بلندن ليحاضر في الموضوع نفسه امام جمهور كبير من العلماء المتأزمين وللمشتغلين بالعالم

فما ذاعت أنباء « الذرات » التي قال بها دالتن حتى حيي وطيس المناقشة بين العلماء . فترجمت رسالته باللغة الألمانية ، فشرحها هذا على المضي في بحثه لجلاء نظريته والتوسيع في تطبيقها . وفي ربيع

سنة ١٨٠٧ ساه في اسكتلندا محاضراً فشرح فيها نظريته الذرية . وكان من بين الذين سمعوه في مدينة غلاسجو رجل يدعي توماس طمس ، فأعجب بأقوال المحاضر ، وكان حينئذ يؤلف كتاباً

في الكيمياء فأنخص النظرية وأدجها في الكتاب ودعاها نظرية دالتن الذرية . وفي السنة التالية بسط دالتن نفسه هذه النظرية في كتابه الذي عنوانه « نظام جديد في الفلسفة الكيميائية »

ولقيت هذه النظرية في أول عهدا معارضة قوية من جانب اكبر العلماء . فدائفي اكبر علماء الكيمياء في انكلترا حينئذ حضر الاجتماع الذي عقدته الجمعية الملكية لسماع محاضرة دالتن

وخرج وهو يقول « كيف يستطيع رجل عاقل أن يؤخذ بنسبج من المستحيلات كنسبج هذه النظرية » . والدكتور اليوت رئيس جامعة هارفرد العظيم ، بدأ حياته العملية مدرساً للكيمياء

فقال لتلاميذه سنة ١٨٢٩ « ان وجود الذرات فرض ، ولسكنه فرض غير مرجح » . وظل برتوليه الكيميائي الفرنسي العظيم يرتاب في الذرات الى سنة ١٨٩٠ ووليم استولد العالم الطبيعي

العظيم الذي مات من بضع سنوات ظل غير مؤمن بها حتى العقد الأول من القرن العشرين . ولسكن المعارضة أخذت تخف لما مضى العلماء في تمحيق جوانب مختلفة من هذه النظرية بالتجربة

والامتحان فتحول دايتي عن معارضته سنة ١٨١٨ ولما زار دالتن باريس سنة ١٨٢٢ كانت شهرته قد سبقته اليها فاستقبل فيها بحفاوة عظيمة ، واجتمع أشهر علماءها للاحتفال به . هناك

اجتمع بلابلاس وهو في الثالثة والسبعين من عمره فتباحثا معاً في النظرية السديعية ومشى معه برتوليه شيخ كيميائي فرنسا متأبطاً ذراعه ، واجتمع في الترسانة ، التي خلدها لأفوازيه بتجاربه ،

بالكيميائي غاي لوساك ، ولقي ككوفيه واضح علم تشریح المقابلة ، وتنازل مكتشف أكسيد  
الايدروجين الثاني ( بروكسيد الايدروجين )

ولكن قومه لم يكرموه عشر ما اكرمه فرنسا . فكان في الستين من عمره كما كان في  
العشرين ، مضطراً أن يدرس دروساً خصوصية ليكفي باجرتها مطالب الحياة . فلما حاول  
أصحابه سنة ١٨٣٣ أن يأخذوا له من الحكومة معاشاً قال لهم رئيس القضاة « انه رغب في تدبير  
شيء له ولكن ذلك عمل تمحوطه المصاعب » . الا أن الدكتور هنري صديق دالتن بذل السعي  
الأخير قائلاً : « عيب على أمة كبيرة أن تخضع في محاورتها تشجيع النبع لمبدأ المساومة على  
فوائد مادية . فهذا التقدير لم يعرف قبلاً في ما يتعلق بالشراء والمؤرخين العظام فنالوا المكافآت  
السخية على ما أضافوه من الكنوز إلى ثروتنا العقلية . ان اقوى دعاء الاقتصاد لا يستطيع أن  
يعترض على معاش معتدل ينتد هذا الشيخ من مرهات التعليم الابتدائي . ويجدر بالحكومة  
البريطانية أن تفندي من اللوم الذي لا بد من توجيهه اليها في المستقبل اذا أهملت رجلاً كان  
له اكبر أثر في رفع مقامها العقلي بين الأمم »

وعلى اثر ذلك منحه حكومة اللورد غراي معاشاً سنوياً قدره ١٥٠ جنيهًا ثم زيد إلى ٣٠٠  
جنيه . ولكن ذلك لم يثنه عن التعليم قليلاً ووقف سائر وقته على البحث . الا أن اصابته بالشلل سنة  
١٨٣٧ حالت دون حضوره مجمع تقدم العلوم البريطاني في مدينة لقرپول فبعث اليه برسالة في  
« الجوى » وهو الموضوع الذي استرعى عنايته في حديثه وقاده الى نظريته العظيمة . وفي سنة  
١٨٤٢ عقد المجمع اجتماعه السنوي في منشيستر ، مدينة دالتن ، فحضر بهض الاجتماعات وقال لصحبه  
في احدها ، ما زلت أقوم بهض التجارب ، ولكن الوقت الذي تستغرقه تجر به ما أربعة أضعاف  
الوقت الذي كانت تستغرقه التجربة نفسها قبلاً ، وقد أضحي عقلي بطيئاً في عمل الحسابات اللازمة .  
فلما كانت سنة ١٨٤٤ كان دالتن لا يزال موالياً ارضاده الجوية وتدوينها في دفاتره . وفي يوم الجمعة  
٢٦ يوليو من سنة ١٨٤٤ دون آخر رصد رصده بيد مرعشة ، وحروف مضطربة ، وفي ذلك الليل  
فارق الحياة من دون نزاع او نزاع ، كما يرين النوم على اجفان الطفل . وحضر مائة اربعمائة الفاً  
يقول دوماس الكيميائي الفرنسي - وهو غير اسكندر دوماس الروائي - ان النظريات وهي  
عكازات العلم يجب أن تطرح جانباً في الوقت الملائم . وقد عاش دالتن حتى رأى نظريته مسلماً بها  
عند أعظم فلاسفة عصره . ولا تزال هذه النظرية من الاركان التي بني عليها صرح الكيمياء الحديث

# أفوجادرو

ولكن صاحب الرسالة كان امتداداً خامل  
الذكر، وكان قد وضع في رسالته تعريفاً  
جديداً لا عهد للعلماء به من قبل، أطلقه على  
نوع جديد من دقائق المادة، فخشوا أن يقبلوا  
عليه و يأخذوا به، لأن دالتن كان قد قال  
بأن الذرات هي أصغر أجزاء المادة، فكيف  
يصغون إلى رجل يدعى أفوجادرو، ويجارونه

في دعواه وهي تقوم على  
أن هناك أجزاء دقيقة  
من المادة دعاها جزيئات  
? molecules

كانت الكيمياء في  
ذلك العهد، وخاصة بعد  
ذرات دالتن، علماً  
مضطرباً متنازلاً بالأجزاء.

فالأوزان الذرية تختلف باختلاف من يقيسها  
وكيف يقيسها، والعبارات الكيميائية فيها نواح  
غامضة، وأخرى لا تنفق والتفسير الذري الذي  
أحدثه دالتن. ولكن هذا المعلم في تورين  
كان يرى الطريق امامه واضحة المعالم، لأنه  
استطاع أن يفسر بنظريته ما رآه من التناذر.  
وكان تفسيره بسيطاً لا يحتاج بعده إلى غمت

في سنة ١٨١١ نشر استاذ ايطالي رسالة  
علمية في « المجلة الطبيعية » تدور على حقائق  
جديدة توصل اليها من البحث في ذرات  
دالتن، وتصرف بعض الغازات. فظلت تلك  
الرسالة مطوية نصف قرن من الزمان، مع  
انها كانت تتناول ناحية أساسية من نواحي  
البناء المادي والتفاعل الكيميائي، على حين ان

العلماء ظلوا خلال طيها،  
يتناقشون ويتجادلون  
ويستحرقون بينهم النقاش  
والجدال، على أمور  
تافهة، أو بالحري على  
أمور لا تأتي الآتي المقام  
الثاني من خطر الشأن  
ولو ان العلماء تنبهوا

AMEDEO  
AVOGADRO

١٨٥٦ - ١٧٧٦

الى هذه الرسالة وتقصوا النظرية التي تنطوي  
عليها لكانت الكيمياء غير ما هي الآن.  
لأن اهل تلك الرسالة أحر الكيمياء، نصف  
قرن. ونصف قرن في تاريخ علم من العلوم،  
زمن طويل، وبوجه خاص اذا اغفل رواده  
وزعاؤه، قاعدة أساسية من قواعده، توضح  
الغامض، وتنظم المشتت، وتبهر السبيل.

وإعماله . إلا أنه كان وديع النفس ، فمضى يعلم نظريته لطلابه ، في دعة وهدوء ، لأنه على حبه الحقيقة لم يكن من أصحاب السيف في سبيلها فلم ينزل الى الميدان يناضل ويناقش ، وينتقد ويسخر ، رغبة منه في فرض نظريته على علماء عصره . فقد كان يكفيه ان تلاميذه يفهمون ، ولا بد أن يكون أحدهم في المستقبل صلته بمن يليه من العلماء

وفي سبتمبر سنة ١٨٦٠ عقد مؤتمر لعلماء الكيمياء في كاراسروهي ، حضره أعظم علماء الكيمياء في ذلك العهد في انكلترا وفرنسا والمانيا وإيطاليا وروسيا بغية أن يخرجوا من هذا الاضطراب في علم الكيمياء ، نظاماً وترتيباً . وكان بين هؤلاء العلماء ، باحث ايطالي يدعى « كينزارو » Cannizaro . وكان في مقدمة المسائل التي عرضت للبحث المسألة التالية : هل يصح أن نفرّق بين الذرة atom والجزيء molecule ؟ هل تختلف الذرات عن الجزيئات كل الاختلاف ؟ وماذا نفعل بذرّة دلتن المركبة Compound atom ؟ أتلفيها ؟

نهض ككوليه أولاً فقال انه يقبل أن يفرّق بين الذرة والجزيء ، ولكنه لا يقبل ذلك اطلاقاً بل يتحفظ في قبوله ، كما يفعل رجال السياسة . ثم قال انه لا بد من التفرقة بين الجزيء الطبيعي Physical والجزيء الكيميائي Chemical . واشترك فرتزوملر وپرسوز في المناقشة ، فزاد البحث إشكالاً وابهاماً ، بدلاً من أن ينفى النقاش الى الوضوح والجلال . ثم نهض ايطالي ماتح ليشترك في الجدل ، فكنت ترى في عيني كينزارو ألفة الجندي الباسل ، يطل على الميدان

كان كينزارو قد شرع يتعلم الطب في جامعة بالرمو بصقلية مسقط رأسه ثم مال الى الكيمياء فذهب الى جامعة ييزا ومنها الى نابولي . وكانت صقلية تضطرم حينئذ بروح الثورة فلما سمع بفتنة قومية حدثت فيها ، غادر معمله الكيميائي ، لينضم الى زعماء الثورة . وكان حينئذ في الحادية والعشرين من العمر ، فقبول بحفاوة وحفاوة وعين ضابط مدينة في مسينا ثم انتخب عضواً في البرلمان الصقلي . ولكن الثورة أخفقت ففر الى فرنسا وفي باريس انضم في معمل شفرول الكيميائي وكان من شيوخ الكيميائيين في عصره ، فأقبل على البحوث الكيميائية بنفس الحماسة التي تجلت فيه أبان الثورة . وكان لا يترك أنابيبه وأناقيره إلا ليذهب الى كلية فرنسا لسماع بعض المحاضرات فيها . ولم يلبث طويلاً حتى آتم تحضير مركب « السياناميد » فلما صفا الجو السياسي في وطنه عاد اليه يعلم الكيمياء في كلية « السندريا » الوطنية

بشمال إيطاليا ، جامعاً في محاضراته بين أهم ما كشف عنه علماء الكيمياء في إيطاليا وفرنسا  
وإنسكاترا والمانيا . هنا سمع طلابه لأول مرة بذرات دالتن وجزيئات أفوجادرو . فكان له وقع  
في نفوسهم . وكان أشد حياسته ينسى الوقت ، فلا يصرف الطالب ، حتى اذا حاولوا أن  
يفكروه ، بقرع أقدامهم على الأرض كان ينصح لهم بأن لا يهدوا الى « لغة الوحوش »

وبعد أربع سنوات نقل استاذاً للكيمياء في جامعة جنوى . ولكن الصقليين لم يستنبوا  
لنضم بعد ثورتهم الاولى ، فناروا ثانية في سنة ١٨٦٠ وفي ١١ مايو من تلك السنة ، تقدم  
جاريبالدي الفيا من اصحاب القمصان الحر ونزل في مارسالا . ثم شق وصحبه طريقهم الى بارمو ،  
شطب كانيزارو ، هذه المرأة فانضم الى فرقة ذاهبة الى صقلية ، ولكنه عند وصوله كانت  
الثورة قد انتهت وفازت صقلية باستقلالها . فأسرع الى بارمو ليرى والدته وشقيقته وكان قد  
تقضى عليه احدى عشرة سنة منذ رآها . واذ كان مشغولاً بشؤون الثورة ومقتضياتها تلقى  
دعوة لحضور مؤتمر كارلسروهي الكيمياء في الدعوة وهو يرجو ان يفوز هذا المؤتمر بقسط  
من الاصلاح الذي يرجوه هذا العالم الدائر لعلم الكيمياء . وكان يهجم بوجه خاص ان يتقل الى  
اعضاء المؤتمر رسالة افوجادرو المطلوبة بل المدفونة بعد وفاة صاحبها ودفنه . فقل هذه الرسالة ،  
وتحرير بلاده ، كانا في نظره في مقام واحد . وكان حينئذ في الرابعة والثلاثين من العمر

فلما جاء دوره للكلام ، التي خطبة ضافية ، نقض فيها آراء ككرويه ومن تلاه من العلماء  
مبيناً لهم قيمة « النظرية الجزيئية » التي قال بها افوجادرو

كانت كلمة جزيء molecule قد استعملت في القرن السابع عشر مرادفة لكلمة ذرة Atom  
كما استعملها الاقدمون . فكان العلماء يقولون ذرة من الايدروجين ( وهو عنصر ) وذرة  
من الماء ( وهو مركب ) من غير تفریق بينهما بل من غير فهم للفرق بينهما . ثم تقدموا خطوة  
ففرقوا بين ذرة بسيطة من الاكسجين . وذرة مركبة من الماء . حتى ان دالتن نفسه ، استعمل  
« الذرة » و « الجزيء » مترادفين

ولكن اميديو افوجادرو كان من العلماء ، اصحاب البصيرة النافذة ، فقال ان الجزيء ليس  
ذرة واحدة بل هو ذرتان - او اكثر من ذرتين وقد اتحدتا اتحاداً كيميائياً . لذلك نرى ان جزيئاً  
من عنصر غازي اكبر من ذرة من العنصر نفسه . وكان كانيزارو قد توفر على مباحث مواطنه واقتمع

بصحة نظريته ، فلما أتاحت له الفرصة ، طلع على مؤتمر الكيميائيين ببيسان واف جلا فيه نظرية الجزيئات

كان كانيزارو يعلم انه لابد من الكفاح ، قبل ان تشق جزيئات افوجادرو طريقها الى المقام العالي قرب ذرات دالتن . فدوى صوته في ردهة المؤتمر ، صافياً قوياً ، وكأنه استمد قوته من اقتناعه بصحة النظرية من ناحية ، ومن جزعه لاهلها واعراض الاماء عنها من ناحية اخرى . بل كأنه تذكر ان الرجل وقد طواد الثرى ، لا لسان له الا لسان هذا التائر ، فحتم بيانه عن جزيئات افوجادرو بقوله ان صاحب نظرية الجزيئات جدير بأن يكون خلفاً للاعلام الذين انجبتهم ايطاليا - غليليو وطوريشلي وفولطا وسيلانزاني . ولكن المؤتمر لم يأخذ بأقواله ، وتلا ذلك يوم آخر من النقاش ، تضاربت فيه الآراء وتناقضت ، واستند المؤتمر للانفصاف من دون ان يتخذ قراراً ، او يقرر قاعدة عامة ، وهو الغرض الذي اجتمع له ، ثم عاد الكيميائيون من حيث اتوا ولكن المؤتمر لم يمن بالاختلاف من جميع نواحيه . ذلك انه قبل سنتين كان كانيزارو قد كتب رسالة الى صديقه الاستاذ ده لوقا ، ثم طبع هذه الرسالة بعنوان « ماخص برناج في فلسفة الكيمياء » . وكان الماخص مبنياً على نظرية افوجادرو . فلما انقض المؤتمر وزع كانيزارو نسخاً من هذه الرسالة على اعضائه . فلم يثبت لها احد اولاً ولكن صاحبها ظل مؤمناً بأن بمضمونهم على الأقل ، لا بد ان يرى الحقيقة على ضوءها . وكان احد الكيميائيين يدعى لوئار ماير ( قسيم مندليف في اعداد الجدول الدوري ) قد وضع نسخته في جيبه ، فلما عاد الى داره اخذ الرسالة وقرأها فقال : « وكأن القشور بعد قراتها سقطت عن عيني » . فزال الريب وحل محلّه الشعور بالسلام الناشيء عن الفهم والوضوح » . بعد اربع سنوات ادمج ماير نظرية افوجادرو في كتابه « النظريات الحديثة في الكيمياء » وفي سنة ١٨٩١ منحت الجمعية الملكية بلندن مدالية كوبيلى لكانيزارو على هذه الرسالة

ومن غرائب ما يروى ان « اودلنج » وكان قد سمع خطبة كانيزارو في كارلسروهى كتب بعدها كتاباً في الكيمياء ضمنه جدول الاوزان الذرية ولكنه لم يذكر افوجادرو فيه . ثم ان هرمن كوب ، وكان في ذلك العهد امام مؤرخي الكيمياء ، لم يكن قد سمع باسم افوجادرو عندهم وضع كتابه في تاريخ الكيمياء سنة ١٨٤٥ فلما اعاد طبعه اشار اليه . عجيب والله ! يندر ان نرى في تاريخ العلم عالماً اصابه من الاهمال ما اصاب صاحب الجزيئات

تسلم افوجادرو القانون فأحرز رتبة البكالوريا وهو في السادسة عشرة من العمر ورتبة  
دكتور في القانون الكنسي وهو في العشرين . ومارس المحاماة ثلاث سنوات . ثم مال الى  
المعلوم الطبيعية ، اذ كيف تنفق سخائف النزاع القانوني وعيني هذا الرجل اللتين تراودهما الاحلام ؛  
وقضى السنوات التالية يدرس الكيمياء والرياضة والطبيعة والفلسفة . وما لبث حتى اتجهت اليه  
الانظار عندما قدم الى ا카데미 العلوم في تورين رسالة اشترك معه في وضعها شقيقه فيليكس في  
ظاهرة التيار الكهربائي المنسوب الى العالم غلفني . وفي سنة ١٨٠٩ عين وهو في الثالثة والثلاثين  
من العمر استاذاً للطبيعة في كلية فرشلي الملكية . ولما نشر رسالته التاريخية في الجزئيات سنة  
١٨١٩ لم يعلق عليها عالم واحد بكلمة واحدة . حتى برز يليوس العظيم كان مجهول اسم افوجادرو  
وبالطبع كان مجهول نظريته كذلك

الآن ان ذلك لم يكن افوجادرو عن خطئه فمضى يعلم ويجرب لانه كان يجمع بين المقدرة  
النظرية والبراعة العملية في استعمال الميزان والانبثق ففاس زيادة الحجم في سوائل مختلفة عند  
احتمائها ودرس الجاذبية الشعرية وهي ميل السوائل الى الارتفاع في انابيب دقيقة كالشمع فلما  
انشأ الملك فكتور عمانوئيل الاول منصباً للطبيعة الرياضية في جامعة تورين عين افوجادرو فيه  
ولكنه لم يبق طويلاً في هذا المنصب . ذلك ان ثورة قامت في نابولي على الحكام  
الأجانب فما اخذت حتى ثارت بيدمونت مطالبة بشهر الحرب على النمسا فتنازل الملك فكتور  
عمانوئيل الأول عن العرش مفضلاً ذلك على التسليم بآراء الثوار . وكان الملك الجديد الذي  
خلقه عاتياً مستبداً فكان شديد الوطأة على الثوار فتكلم بهم وأقبل جامعة تورين إلا أن  
افوجادرو لم يشترك في كل هذا لانه كان رجلاً راسخ الايمان محباً للسلام ففتح معاشاً سنوياً  
قدره نحو عشرين جنياً واقب « استاذ سابق »

ولكن رجلاً تستهويه الحقيقة كصاحبنا لا يسهه ان يخلد الى السكون فعاد الى ممارسة  
المحاماة وفي ساعات الفراغ كان يوالي مباحثه العلمية وما انقضت عشر سنوات حتى مات فيليكس  
الملك المستبد وخافه شارل البير وكان من اصحاب النزعة الحرة فلما طالب ماتزيني برفع كابوس  
الظلم تردد في نفس الملك الجديد صوت ايطاليا الفتاة ففتحت جامعة تورين واعيد افوجادرو  
الى منصبه فيها فمضى هناك عشرين سنة أخرى يعلم تلاميذه وينفخ فيهم حب الحقيقة وحب  
البحث عنها . فلما كان في الرابعة والسبعين من العمر استقال وقضى السنوات الست الأخيرة

من حياته في البحث والتأمل . فلما مات وهو في الثمانين من العمر لم تلفظ كلمة تأبين واحدة على قبره ، ولم يظهر في صحف ذلك العهد إلا سطور قليلة تحتوي على نعيته ، مع ان صحف تلك الأيام كانت حافلة بأنباء الانسان النيندرتالي ، والصنغ البنفسجي الذي اكتشفه بركن ، وطريقة بسمر في صنع الفولاذ . أما الجزئيات فليس ثمة كلمة واحدة عنها ! ولما ازيج الستار عن تمثال نصفي لافوجادرو بعيد مائة ( أى ١٨٥٥ ) لم يفه كيميائي واحد بكلمة تقدير - الى هذا الحد يبلغ الفناء الانساني احياناً في افعال العباقرة !

كان بحث غاي لوساك الكيميائي الفرنسي في تفاعل الغازات قد اثبت أن الفازات ، سواء أ كانت عناصر أم مركبات تتحد في مقادير ، النسبة بين احجامها تدل عليها اعداد صحيحة صغيرة . فحجمان من غاز الايدروجين يتحدان بحجم واحد من غاز الاكسجين فيتولد الماء . وحجم من النتروجين يتحد بحجم من الاكسجين فيتولد الاكسيد النتريك ( ا أكسيد الازوت ) هذه النسب الصحيحة الصغيرة بين الاحجام المتحدة ( ٢ : ١ في المثال الاول و ١ : ١ في المثال الثاني ) كانت مما يمكن تفسيره بذرات دالتن . ولكن التجارب التي قام بها غاي لوساك أسفرت عن اشيء أخرى تعذر تفسيرها بتلك الذرات . فحجم واحد من النتروجين يتحد بحجم واحد من الاكسجين فيتولد حجمان من الاكسيد النتريك ( ا أكسيد الازوت ) . وحجمان من الايدروجين يتحدان بحجم واحد من الاكسجين فيتولد حجمان من بخار الماء

فلماذا يتولد حجمان من ا أكسيد الازوت في الأول ؟ ان اتحاد ذرة من النتروجين (الازوت) بذرة من الاكسجين يجب أن يولد حجماً واحداً من ا أكسيد الازوت . فلماذا يتولد حجمان فلما طالب الى دالتن ان يفسر هذه الظاهرة بتفاعل ذراته . عجز عن التفسير ، وقال ان النتائج التي اسفرت عنها تجارب غاي لوساك لا بد ان تكون خطأ . وعرف برزيليموس ذلك فكتب اليه ان نواحي من نظريته الذرية يجب أن تعدل . ولكن دالتن لم يقتنع . فاضطربت الآراء وتشوشت ، وحاول بعض العلماء أن يوفقوا بين نظرية دالتن وتجارب غاي لوساك ، فقالوا ان الذرة تنقسم ، مع ان النظرية الذرية قائمة على عدم انقسام الذرات . وقد قالوا بانقسامها لأنهم وجدوا في ذلك مخرجاً من المأزق . فاذا كانت ذرة النتروجين تنقسم جزئين ، وذرة الاكسجين كذلك ، عند اتحاد الاكسجين بالنتروجين ، فتتاح حجم واحد من الغاز الأول بحجم واحد من الغاز الثاني يولد عندئذٍ حجمين من الغاز الجديد

الأ أن أفوجادرو رأى السبيل إلى فهم كل هذا مبدئاً . فقال ان اصغر جزء في غاز ما يتفاعل مع غيره ليس ذرة وحدها ، بل دقيقة دعاهها جزيئاً molecule وهي مركبة من ذرتين او اكثر متحدتين اتحاداً كيميائياً . فغاز الايدروجين ليس مركباً من ذرات ايدروجين ، بل من جزيئات . وكل جزيء منها مركب من ذرتي ايدروجين . وكذلك الاكسجين . فاذا تفاعل حجمان من الايدروجين مع حجم واحد من الاكسجين تولد حجمان من بخار الماء . أي ان جزيئين من الايدروجين ( ٢ يد ٢ ) يتفاعلان مع جزيء واحد من الاكسجين ( أ ٢ ) فيتحد جزيء من الايدروجين بذرة من الاكسجين فيتولد جزيء من الماء ويتحد الجزيء الثاني من الايدروجين بالذرة الثانية من الاكسجين فيتولد جزيء آخر من الماء . واذن شحجان من الايدروجين يتحدان بحجم من الاكسجين فيتولد حجمان من الماء

وكذلك اكسيد الازوت . يتحد جزيء من الاكسجين ( أ ٢ ) بجزيء من النروجين أي الازوت ( ز ٢ ) فيتحد ذرة من هذا بذرة من ذلك فيتولد حجمان من اكسيد الازوت وكان أفوجادرو قد توصل إلى القول بالجزيئات من فرض ابتدعه بعد التأمل في تفاعل الغازات . فقال ان هذه الظاهرة التي عجزت النظرية الذرية عن تعليلها ، يمكن تعليلها اذا فرضنا « أن احجاماً متساوية من الغازات تحتوي على عدد واحد من الجزيئات في أحوال متماثلة من الضغط والحرارة » . فحجم واحد من الايدروجين وحجم مماثل له من ثاني اكسيد الكربون ، يحتوي كل منهما على عدد مماثل من الجزيئات اذا كانا في حال واحدة من الضغط والحرارة . وقد أيدت المباحث الحديثة نظريته وأحصى پران ، وملكس ، وغيرها من العلماء ، الجزيئات في سنتيمتر مكعب من الغاز بأساليب مختلفة ، فأيدت النتائج بعضها بعضاً واذا عدد الجزيئات نحو ٣٠ مليون مليون جزيء . ثم حلّ لنفيمبور جزيء الايدروجين بحرارة عالية جداً فاذا هو مؤلف من ذرتين حقاً !



# مندليف

القُدَامِي . هل جمع انبائه من باورة الساحر ،  
أو ذهب الى قمة الجبل ، حيث هبط عليه  
الوحي فعممه ما لم يعلم ؟ إلا ان هذا النبي  
الحديث لم يتشح بوشاح السكينة ، بل أعلن  
تنبؤاته من مختبره الكيميائي ، حيث تمقد  
أبجزة العناصر غيرمأصادة من فرنه المشتعل ،  
لا من المليقة الملهية ، وفي هذه الفيوم رأى

القاعدة التي بنى عليها

اكتشافه الكيميائي

العظيم

كان علم الكيمياء

ميداناً للتنبؤ العلمي .

ذلك ان العالم لافوازييه

رأى انه اذا أحى قطعة

من القصدير ، في أنبوبة

مقفلة تنغير تلك القطعة شكلاً ووزناً ، فأدرك

بصره النافذ حقيقة جديدة ، وتنبأ بوجوه

أخرى من التغير قياساً عليها . كذلك كان

السر نورمن سكيد الانكليزي الذي أسس

مجلة نايتشر الانكليزية قد رأى قبل ذلك

السبكتروسكوب وهو آلة الحلح الطيفي (المطياف)

التي صنعها الملمان الألمانيان بنسن وكوشوف .

من جوف روسيا الأسيوية خرج  
متنبئ كيميائي قال : « ثمة عنصر لم يكشف  
بعد ، وقد دعوته « اكا الومنيوم » وسوف  
يعرف بصفات تشبه صفات الالومنيوم .  
ابحثوا عنه فجدوه » . كان هذا القول نبوءة  
جريئة . ولكنها لم تكن أخرى نبوءاته .  
لانه لم يلبث طويلاً حتى تنبأ بعنصر آخر

يشبه عنصر البورون . بل

انه تجرأ وذكر وزن

العنصر الذي قبل

وجوده ، ثم لم يلبث ذلك

الصوت العلوي ، حتى

تنبأ بعنصر ثالث ، وأنى

على بيان صفاته . كانت

هذه العناصر الثلاثة مما

لم تقع عليه عين انسان من قبل ، حتى علا

صوت هذا الروسي العجيب

كان ذلك سنة ١٨٦٩ وكان عصر

العجائب والحوارق قد انتفض . ومع ذلك

رأى العالم هذا الكيميائي الذي يشغل

منصب استاذ الكيمياء في جامعة مشهورة ،

وقد اتخذ لنفسه وشاحاً كوشاح الانبياء

DIMITRI I.  
MENDELÉEFF

١٨٣٤ - ١٩٠٧

(١٩٠٧)

في هذه الآلة رأى « لكبير » خطوطاً خاصة بنمصر جديد ، إذ كان يحملُ النور الواصل إليه من قرص الشمس ، فدعاه « أهليوم » وتنبأ بوجوده على الأرض . فلما انقضت عشرون سنة ، على نبوءته عثر « وليم هيلبراند » الاميركي على الغاز في المهدن النادر الدعوى كليفيت (Clevite) . ولكن نبوءات المتنبئ الرومي كانت أبعث على الدهشة ، وأدعى للاستغراب . ذلك أن نبوءاته لم تجيء نتيجة لتجارب جربها ، بل كانت كأنها وحي هبط عليه من المكان الأرفع ، أو كأنها بذرة أو جرثومة ظلت تنمذي في عقله الخصب ، حتى أفرخت فلما أزهرت استرعت اعجاب العالم بروعة جمالها

•••

جاء السر وليم رمزي أحد زعماء الكيمياء الحديثة سنة ١٨٨٤ الى لندن ليحضر احتفالاً أُعيد لتكريم « وليم بركن » مكتشف الصبغ البنفسجي . قال رمزي : - « وبكرت الى مكان العشاء ، وكنت احاول تمضية الوقت بقراءة أسماء المدعوين ، على بطاقات مخصوصة وضمت في مكان كل منهم ، واذا أنا برجل غريب الشكل ، كل شعرة في رأسه تتصرف مستقلة عن كل شعرة أخرى ، ثم اقترب مني وهو ينحني ، فقالت بالانكليزية «الحاضرون كثير » فقال ، لا أتكلم الانكليزية فكلمته بالالمانية فاذا هو يتكلمها ولا يجيب دها . وتباحثنا في موضوع اختصاصنا . والظاهر انه نشأ في شرق سيبيريا ولم يتعلم الروسية قبلنا بلغ السابعة عشرة من عمره . ولعله واحد من اولئك العلماء غربي الأطوار »

كان هذا الرجل « الغريب الأطوار » العالم « مندليف » المتنبئ « السكييائي » الذي أصغى الناس الى صوته ، فهبَّ البعثات يبحثون عن العناصر المجهولة التي تنبأ بوجودها ووصفها . بحثوا عنها في جوف الارض ، في غبار المصانع ، في مياه المحيطات ، في كل بقعة من بقاع الارض ، واختلفت الفصول ، وتعاقبت السنين ، ومندليف لا يزال يركز بصحة ما تنبأ به . الى ان كانت سنة ١٨٧٥ اذ كُشف عن العنصر الأول من العناصر المجهولة التي تنبأ بها . ذلك أن « ليكوك ده بوا پوردان » عثر على عنصر « الا كالومنيوم » في تبر زنكي يستخرج من جبال « البرينيه » الواقعة بين اسبانيا وفرنسا . ولما دقق « ده بوا پوردان » في صفات العنصر الجديد وجدها تتفق وما قاله عنه مندليف . فدعاه بعنصر الغاليوم Galilium نسبة الى بلاده بلاد الغال Galle

ولكن كان ثمة من لم يؤمن . لأن تحقيق نبوءة مندليف في نظرهم لم تعد كونها حزرًا

تتحقق . وانه من السخف أن نعتقد أن العناصر المجهولة ، يمكن التنبؤ بها بمثل هذه الدقة المعجبية ، فهو أشبه شيء بالتنبؤ بولادة نجم جديد في رحاب الفضاء لا ألم يقل لافوازييه العظيم ، ان كل ما يمكن أن يقال في طبيعة العناصر وعددها ، محصور في مناقشات موسومة بسمة «وراء الطبيعة» ؟ كذلك اعترض المترضون

فلم يلبثوا حتى بهتوا لما وردت الانباء من ألمانيا ان « فونكلر » Winkler عثر على عنصر جديد صفاته تشبه صفات عنصر « الاكاسيلكون » الذي تبدأ به مندليف . واذا وزنه الذري وكثافته وصفاته الطبيعية وصفات أكسيند تطابق ما قاله مندليف . فلم تبقى شبهة ما على ان نبوءة مندليف الثانية تحققت كالأولى ، وأعلن فونكلر اكتشافه لهذا العنصر وأطلق عليه اسم « جرمانيوم » اسم الملكة . فصعد المترضون وقالوا في ذوات نفوسهم لعل هذا الروسي ليس خداعاً مشهوراً كما كنا نظن

فلما انقضى على ذلك سنتان ، زال كل شك يشوب اذهان الناس في صدق الرجل . ذلك ان نلسن Nilson في البلاد السكنديناوية فاز باستفراد عنصر « الاكابترون » فاذا هو كما نال مندليف عنه . لقد أصبحت الأدلة على صدقه قاطعة . وبما هم رجال العلم يطرقون الباب على هذا الروسي في بطرسبرج ( لتفرد ) زرافات ووحداً

• • •

تجدد ديمتري ايفانوفتش مندليف Mendelèeff من أمرة من الرواد المتقادم . كان بطرس الأكبر ، قبل ولادة مندليف بنحو قرن من الزمان قد شرع في ادخال الحضارة الغربية الى روسيا . فأقام في بطيحة من بطائح الشمال الغربي مدينة ( بطرسبرج ) لتكون منفذ روسيا الى الغرب . ومن الناحية الأخرى كانت روسيا تتطلع الى الشرق . وفي سنة ١٧٨٧ انشأ جد مندليف ، في مدينة توبولسك بسبيريا ، أول مطبعة في تلك البلاد ، وأصدر أول جريدة . في تلك البقعة النائية ، التي استعمرها القوزاق في منتصف القرن الخامس ، ولد المترجم له فكان الولد السابع عشر لأمه وأبيه

ولكن النوازل نزلت بالأسرة . فكيف نظر الوالد - وكان مدير المدرسة العالية في المدينة - ولم يلبث ان مات مسلولاً . وكانت والدته ماريا كورنييلوف من حسان التتر ، فعجزت عن أن تعمل أسرتها الكبيرة بعاش سنوي قدره مائة جنيه ، فأعادت فتح مصنع للزجاج كانت

اسرتها قد أنشأته في سيبريا . وكانت تو بولساك حينئذ مركزاً للدانشريين ، والمنفيين السياسيين من روسيا . ومن أحد هؤلاء تعلم « ديمتري مندليف » مبادئ العلوم الطبيعية . فلما دعت النار مصنع الزجاج ، حملته امه - وكانت في السابعة والخمسين من عمرها - الى موسكو لعلها تمهده سبيل الانتظام في جامعتها ، فخلت دون ذلك حوائل جهة . ولكنها كانت عازمة على تنشئة ابنها تنشئة علمية ، فسارت به الى بطرسبرج . وبعد جهاد عنيف ، مكنته من الانتظام في الدائرة العلمية بمعهد التعليم وهو معهد المدرسين . في هذا المعهد توفرت على الرياضة ، والطبيعة ، والكيمياء ، وكان يكره الآداب القديمة . فلما أصبح ذا مقام علمي كبير عين عضواً في لجنة اصلاح التعليم ، فقال « اننا نستطيع أن نميش الآن من دون افلاطون . ولكننا نحتاج الى كثيرين من أمثال نيوتن للكشف عن أسرار الطبيعة ، وتمهيد سبيل الاتساق بين الحياة ونواياها »

وكان مندليف طالباً مجتهداً فتخرج في طليمة فرقة . ولكنه كان ضعيف البنية ، فلما توفيت والدته ، أصيب بأعياء الأعصاب . وكان قد أسرع اليها ، وهي على سرير الموت ، فخاطبته قائلة « دع عنك الأوهام . اجعل همك الاعمال لا الأقوال . كن صبوراً في البحث عن الحقائق الالهية والعلمية » . ولم ينس مندليف هذه الكلمات قط في خلال حياته ، حتى في الساعات التي كانت تراوده فيها الأحلام والرؤى ، كان يحس أن قدميه مثبتتان في الأرض الصلدة

وبلغ اليأس من طبيبه ان ظن أن اجله لن يطول أكثر من ستة أشهر . فأمره بالذهاب الى الجنوب ، حيث الجو الدافئ يؤاويه . فتمكن من الفوز بمنصب مدرس في بلدة سمفربول ببلاد القريم ، فلما نشبت حرب القريم ، ذهب الى اودسا ، ومنها عاد الى بطرسبرج ، وهو في الثانية والعشرين فعين مدرساً في الجامعة ، وهو منصب يسمح له فيه بتدريب الطلاب الذين يحضرون محاضرات الجامعة ، فلبث فيه بضع سنوات ، ثم استأذن وزير المعارف في السفر الى فرنسا والمانيا للتوسع في العلم ، والتعمق فيه ، لتعذر ذلك في روسيا ، فاذن له . فدرس في فرنسا على الاستاذ هنري رينو Regnault وفي جامعة هيدلبرج الألمانية ، حيث اجتمع بينصن Bunsen وكرشوف Kirchoff فتعلم من الأخير استعمال المطياف وهو ( آلة الحل الطيفي ) وحضر مؤتمر كارلسروهى Karlsruhe الذي دارت فيه معركة الجدال على جزيئات افوجادرو Avogadro فكان ذلك خاتمة مطافه ، اذ عاد بعد ذلك الى روسيا

وكانت السنوات التالية سنوات جدّ وارهاق . تزوج في خلالها ، ووضع كتاباً مدرسياً

في الكيمياء العضوية في ستين يوماً ، مع ان صفحاته كانت تربي على الخمسة ، وفاز برتبة دكتور في الكيمياء برسالة موضوعها « اتحاد الكحول بالماء » فلما تبينت جامعة بطرسبرج مزايا المعلم الموهوب ، والفيلاسوف الكيميائي ، اختارته استاذاً وهو لم يبلغ الثانية والثلاثين من العمر ثم جاءت تلك السنة - وكانت هي الحد الفاصل في تاريخ الكيمياء الحديثة - سنة ١٨٦٩

\*\*\*

كان مندليف قد قضى عشرين سنة ، يقرأ كل ما عرف عن العناصر ويجرب تجاربه بها . ويجمع الحقائق عنها ، من كل مصدر يمكن الوصول اليه . وكان قد رتب هذه الحقائق ورتبها وأعاد ترتيبها ورتبها ، لعله يتوفق الى كشف سر غامض . وكان هذا العمل مضنياً ، لأن طائفة كبيرة من العلماء ، متفرقة في مختلف جامعات العالم ، كانت قد عنيت بدراسة العناصر المعروفة . فجمع الحقائق التي كشفت كان يقتضي صبراً ودهاظة وشغفاً ، والأ فوه مقضي عليه بالحيلة ثم ان العناصر المعروفة ، كانت قد زادت بفضل ما كشفه العلماء منها . كان الصناع الاقدمون قد صنعوا ادواتهم من الذهب والفضة والنحاس والحديد والزنبق والرصاص والقصدير والكبريت والكربون . ثم اضاف علماء الكيمياء القديمة Alchemy ستة عناصر في خلال بحثهم عن سر تحويل المعادن الى ذهب . فوصف الطبيب الالماني « باستيل فالتين » عنصر الانتيوم سنة ١٤٩٢ « وجورجوس اغريكولا » عنصر البرموت سنة ١٥٣٠ وباراسلسس عنصر الزنك وبراندي Brandy عنصر الفسفور . ثم اضيف اليها عنصر الزرنيخ ، والكوبات . وقبل ان ينصرم القرن الثامن عشر اكتشف البلاطين - سنة ١٧٣٥ - في كوليبيا ، ثم تلاء النيكل ، فالايديروجين فالناتروجين ، فالاكسجين ، فالكلور ، فالمنجنيس فالنتنجستن فالكروم فالمولبدنوم والتيتانيوم فالناتروجين والزركونيوم والاورانيوم . فما استهل القرن التاسع عشر حتى اكتشف عنصر الكولبيوم ( النيوبيوم ) . فلما كانت سنة ١٨٦٩ كان المعروف من العناصر ٦٣ عنصراً وقد وصفت في مجلات العلم ، في انكلترا وفرنسا ومانيا والسويد وغيرها

جمع مندليف كل الحقائق المعروفة عن هذه العناصر الثلاثة والستين . لم يفته عنصر واحد منها . بل انه اضاف اليها عنصر الفلور ، مع ان احداً لم يقر قبيل ذلك باستفراده . فاذا امامه قائمة بعناصر مركبة ، من ذرات تتباين اوزنتها الذرية من ١ ( وزن الايديروجين ) الى ٢٣٨ ( وزن الاورانيوم ) وجميعها مختلفة الصفات ، بعضها غازي كالاكسجين والايديروجين والكلور

والذروجين، وبعضها سائل في الاحوال المادية كالزئبق والبروم . والباقى جامد، كالذهب والفضة والزرنيخ، والكربون، والفسفور . بعض المادن صلب قاس كالبلاتين والاريدوم وبعضها لين كالصوديوم، والپوتاسيوم . كان الليثيوم معدناً خفيفاً ، يطفو على الماء ، مع ان الالسيوم معدن يفوق وزنه النوعي ، وزن الماء النوعي اثنين وعشرين ضعفاً ونصف ضعفي . وهذا الزئبق ، معدن لكنه سائل . ثم انها تختلف لونا . فالنحاس احمر ، والذهب اصفر ، واليود رمادي قاتم ، والفسفور ابيض ، والبروم احمر . وبعض الغازات كالنيكل والكروم يحصل ، حتى يخطف البصر بالعمارة ، وبعضها يمكن صقله ، ولكنه يظل قائماً لا يلمع . اما الذهب فلا يكند عند تعريضه للهواء ، واما الحديد فيصدأ ، واما اليود فيتصعد . وبعض هذه العناصر يتحد بذرة واحدة من الاكسجين وبعضها بذرتين ، وبعضها بثلاث ذرات ، وبعضها بأربع . ومنها طائفة قليلة كالپوتاسيوم والفلور شديدة الفعول يصعب تناولها بالاصابع . تقابلها عناصر لا يطرأ عليها تغيير طال الزمن عليها ما طال ما هذا التباين المحير للمقل ، في صفاتها الطبيعية والكيميائية ؟ هل ثمة نظام بين هذه الذرات المتباينة ؟ هل ثمة اية صلة بينها ؟ أمن الممكن العثور على سلك ينظم نشوءها على مثال ما نظمت الخلاق ، الحية ، والبائدة ، في سلك التطور ؟ فتمت هذه المسائل لب مندليف ، فعينه في النهار شاردة ذاهلة ، ومضججه في الليل تقضه اشباح الذرات وطيوف العناصر

وكان مندليف من العلماء الذين ينزعون الى الفلسفة ، فتمت به هاتف وجداني ان لابد من وجود المفتاح لنظام هذه الحقائق المتباينة . او لعل للطبيعة نظاماً مستمراً ، تطويه في ثابا حقائقها المتباينة . وكان يعتمد ان مجد الطبيعة ، في اخفاء سرها ، ولكنه كان يعتقد كذلك ان من شرف الملوك البحث عن ذلك السر !

أخذ العناصر وجعل يرتبها بحسب اوزانها الذرية مبتدئاً باليدروجين اخفها وزناً ، ومتدرجاً الى الاورانيوم اثقلها . فلم يجد في ترتيبها على هذا المنوال جدوى . وكان رجل آخر قد سبقه الى هذا الترتيب . ذلك ان « جون نيولندز » كان قبل ذلك بثلاث سنوات قد قرأ امام الجمعية الملكية الكيمائية بلندن ، رسالة في ترتيب العناصر ، وكان نيولندز قد لاحظ ، ان كل عنصر ثامن يشبه العنصر الاول في جدولته . فرأى في ذلك غرابة تسترعي النظر . فشبته جدول العناصر بأصابع اليانو الثمانية والثمانين وهي مقسومة الى احدي عشرة مجموعة كل مجموعة منها ثمانية أصابع فقال ان العلاقة بين كل طائفة من العناصر ، تشبه العلاقة بين الاصابع ، في مجموعة واحدة من

اصابع البيانو. فقرأ أعضائه الجمعية بهذا القول. ووقف الاستاذ «فوستر» يسأل في سخرية: «لماذا لم ترتب العناصر بحسب حروفها الاولى! ولماذا لا يشبه ايز الصوديوم وهو يحترق على سطح الماء بموسيقى الاجرام السمائية!» فأجمع الكل على سخف القول، ونسج على ذكر نيولندز ورأيه ستار من النسيان

ولكن مندليف اخذ ٦٣ بطاقة، وكتب على كل بطاقة اسم عنصر من العناصر المعروفة وخواصه، وعلق هذه البطاقات على جدار معمله. ثم راجع ما يعرف عنها من الحقائق. واختار طوائف العناصر التي تشابه في خواصها ووضعها على حدة فوجد علاقة جلية بين افراد الطوائف تسترعي العناية. ثم رتب العناصر في سبع طوائف مبتدئاً بالليثيوم (وزنه الذري ٧) يتبعه البريليوم (وزنه الذري ٩) فالبورون (وزنه الذري ١١) فانكربون (وزنه الذري ١٢) فالأكسجين (وزنه الذري ١٦) فالفلور (وزنه الذري ١٩). وكان العنصر الذي يلي هذه العناصر في وزنه الذري عنصر الصوديوم (وزنه الذري ٢٣) وكان الصوديوم يشبه الليثيوم شبيهاً عجيباً في خواصه الكيميائية والطبيعية. فوضعه تحت الليثيوم في جدولته. وبعد ما وضع خمسة عناصر تالية للصوديوم في أماكنها، وصل الي الكالور. وهو يشبه الفلور في خواصه - فوجد انه يقع من تلقاء نفسه في الخانة التي تحت خانة الفلور - فسره هذا التأييد. ومضى في ترتيب العناصر على هذا المنوال. وكل عنصر كان يقع في محله، فيتفق في خواصه مع العناصر التي فوقه وتحتة. ففي العمود الأول من الجدول كانت طائفة المعادن الفعالة - الليثيوم وتحتة الصوديوم فالبيوتاسيوم فالكوكويديوم فالكيزيوم. وهي الطائفة الأولى. أما العناصر الفعالة غير المعدنية فجاءت في طائفة واحدة، أعلاها الفلور وتحتة الكالور، فالبروم، فالبيود. وهي الطائفة السابعة كذلك اكتشف مندليف «ان خواص العناصر صفات دورية لأوزانها الذرية» أي أن الخواص كانت تتردد في كل عنصر ثامن. فالثامن يشبه الأول. والخامس عشر يشبه الأول والثامن. والتاسع يشبه الثاني والسادس عشر يشبه التاسع والثاني وهلم جرا

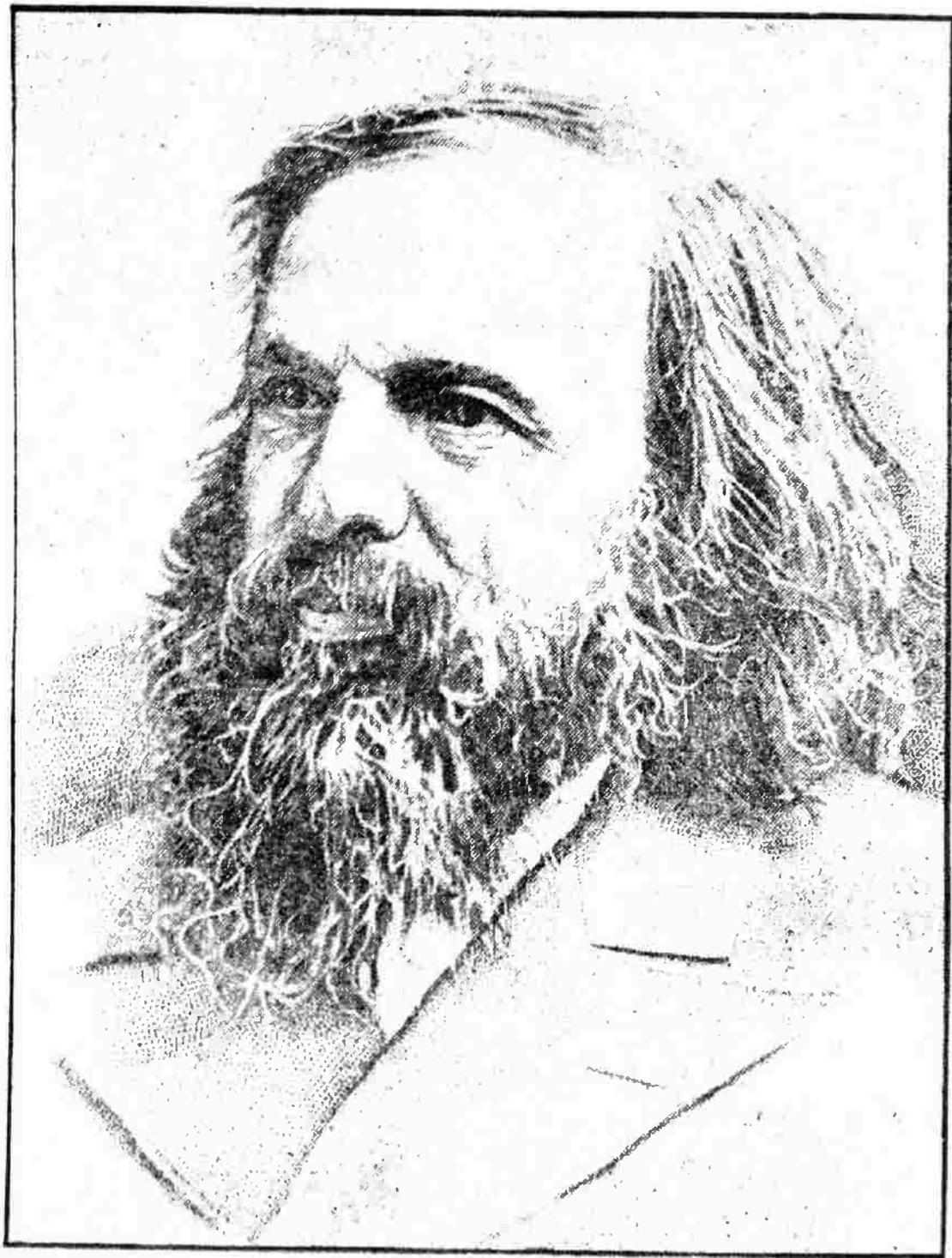
ثم نظر في عناصر هذه الطوائف. وما أعجب ما رأى!

ان عناصر الطائفة الأولى تتحد ذرة منها، بذرتين من الأكسجين. وعناصر الطائفة الثانية تتحد ذرة واحدة منها، بذرة واحدة من الأكسجين. وعناصر الطائفة الثالثة تتحد ذرتان منها بثلاث ذرات من الأكسجين. وعلى ذلك قس التشابه في عناصر الطوائف المختلفة. هل في

الطبيعة ما هو أبسط من ذلك ؟ فإذا شئت أن تعرف خواص عنصر معين ، وجب أن تعرف الخواص العامة ، التي تنصف بها تلك الطائفة . ان ذلك سهل تناول الكيمياء على الطلاب هل يمكن أن يكون هذا التشابه بين خواص العناصر ، في جدولها اتفاقاً مجرداً ؟ فليعد النظر إذا في صفات العناصر حتى أشدها ندرة . واينقب في جميع الرسائل والمؤلفات الكيميائية لهه يجد حقائق أغفلها ، في سورة الحماسة للجدول الذي قنن لبه ببساطته ، وشمواله . ها هو ذا يكشف عن شيء جديد يتعارض والبناء الذي رفع ! كان المعروف أن وزن اليود الذري ١٢٧ ووزن الثوريوم ١٢٨ وكان قد وضمهما في المكان الذي يجب أن يكونا فيه ، من حيث تشابه خواصهما مع العناصر السابقة واللاحقة . ولكن وزن الثوريوم الذري ، يتنافى والمكان الذي تقتضيه خواصه . ما العمل ! هنا وقف مندليف وقمة المنبهي الجري . وقال ان الوزن الذري المقرر لعنصر الثوريوم خطأ ، وأنه يجب أن يتباين من ١٢٣ الى ١٢٦ قليل عنه انه يعرف ، ولكنه اكتفى بوضع الثوريوم في المكان الذي تقتضيه خواصه ، مع ان وزنه الذري المقرر حينئذ كان يقتضي أن يكون في مكان آخر . فلما أتقنت وسائل تعيين الأوزان الذرية بعد ذلك بسنوات تبين ان مندليف كان مصيباً ، فعمله هذا في الكيمياء كان من قبيل التنبؤ بالسيار يتون ، ومكانه في علم الفلك بعد ذلك ظن ان الجدول أصبح سائماً من مواطن الضعف . ولكنه أحب ان تثبت . فأعاد النظر فيه ، فوجد تناقضاً آخر . ذلك ان الوزن الذري المقرر للذهب ، كان ١٩٦ و٢ وهذا يقتضي ان يجعله في الجدول ، في مكان يجب أن يكون في الواقع لعنصر البلاتين ( وزنه الذري المقرر حينئذ ١٩٦ و٧ ) . والانسان لا يخاف من ضده ولو كان في رأس الجبل ، فانطلقت السنة النقاد ، وشرعت أقلامهم ، في تبيان هذا التناقض . فتجرأ مندليف ثانية وقال ، ان الأرقام التي يقررها الخلالون لوزنهما الذريين فيها خطأ . وانه يكتبني الآن بالانتظار ، وان البحث لا بد أن يؤبده في المستقبل . والواقع ان ميزان الكيميائي أثبت بعد ذلك انه كان مصيباً هنا ، كما كان مصيباً هناك ، وان وزن الذهب الذري أكبر من وزن البلاتين . عجيب والله ! ان في جدول هذا الروسي عيناً ترى الخفايا !

\* \* \*

على أن الصدمة الكبرى التي صدم بها علماء العصر جاءت بعد ذلك . ان في هذا الجدول أماكن فارغة ، لم تملأ باسم عنصر ما . هل تبقى فارغة ، أو ثمة عناصر ، لم يكشفها البحث ؟ ولو أن رجلاً آخر أقل جرأة من مندليف كان محله ، لأحجم عن الاستنتاج الذي يقتضيه الجماله



منزل





مدام کوری

بصحة الاكتشاف الذي وفق اليه . ولكن مندليف ، الذي رفض ان يهجم شهره ، مرضاة  
لتقيصر اسكندر الثالث ، لم يهرب سخرية المنتظمين من الكيميائيين  
في الطائفة الثالثة من جدولته خانة فارغة بين الكالسيوم والتيتانيوم . ولما كانت الخانة الفارغة  
واقمة تحت عنصر البورون ، صرح مندليف بأن العنصر المجهول الذي يجب ان يملأ هذه الخانة،  
يجب ان يكون مشابهاً لعنصر البورون . فدعاؤه « اكابورون » أي « ما بعد البورون » . ثم هناك  
خانة فارغة في الطائفة نفسها تحت عنصر الالومونيوم . فقال ان العنصر المجهول الذي يجب ان  
يملأها ، يجب ان يشبه الالومونيوم ، ودعاؤه « اكا لومنيوم » . ثم وجد خانة فارغة في الطائفة الرابعة  
بين الزرنيخ والالومونيوم واقمة تحت السلكون ، فقال ان العنصر المجهول يجب ان يكون مشابهاً  
للسلكون ، ودعاؤه « اكاسلكون » . كذلك تنبأ مندليف بثلاثة عناصر مجهولة وترك البحث  
عنها لعاصره

وفي سنة ١٨٦٩ تقدم مندليف الى الجمعية الكيميائية الروسية برسالة عنوانها « في العلاقة  
بين خواص العناصر وأوزانها الذرية » فبسط فيها بأسلوبه البارع النتائج التي خلص اليها .  
فدهشت الدوائر العلمية . ولكن بذرة هذا الاكتشاف العظيم ، كانت قد بذرت قبيل ذلك  
اذ لاحظ «ده شانكورتوي» في فرنسا « وسترخر » في المانيا « ونيولندز » في انكلترا وكوك في اميركا  
بعض وجوه الشبه بين خواص العناصر . ولكن الاغرب من ذلك ان لوئار مير Meyer الالماني  
وصل الى نفس النتائج التي وصل اليها مندليف في نفس الوقت أو بعده ، فنشر سنة ١٨٧٠ في  
مجلة « ايبج انال » جدولاً للعناصر ، كجدول مندليف تقريباً . ذلك ان العصر كان يقتضي مثل  
هذا الحكم العام ، وكان ما كشف من العناصر حتى ذلك الوقت كافياً ليكون أساساً لمثل هذا  
البحث فاجب الرجولان حاجة العصر باكتشافهما الجدول الدوري . ولو ان مندليف ولد قبل  
ولادته بجيل واحد لتمدّر عليه اكتشاف التاموس الدوري Periodic Law لان الحقائق  
المعروفة عن العناصر ، كانت غير كافية كأساس للبحث

ذكر مندليف في جدولته ثلاثة وستين عنصراً ، وتنبأ بثلاثة عناصر مجهولة . ولكن  
هل تظل العناصر المجهولة الباقية مستمرة عن اس الانسان وبصره ، ام يكشف عنها بالسير  
على الخطة التي سار عليها مندليف نفسه ، فتصبح الكيمياء في دقة تنبؤها بالحوادث ، كهلم الفلك  
والواقع انه ما انقضت على اذاعة جدول مندليف خمس وعشرون سنة حتى كشف

انكايزيان، طائفة كاملة من العناصر دعيت طائفة الصفر لانها تعجب، قبل الطائفة الاولى في جدول مندليف، وكانت عناصر هذه الطائفة سبعة من اضعف العناصر فعلا كيميائياً. حتى البوتاسيوم والفلور وهما من اقل العناصر المعروفة، لم يستطيعا ان يخرجوا هذه العناصر من عزلتها، فلا عجب اذاً ان ظلت هذه العناصر مجهولة كل هذا الزمن الطويل

\*\*\*

روقب أول هذه العناصر - وكانت جميعها غازات - في طيف اكايل الشمس في كسوف حدث سنة ١٨٦٨، ولكن لم يعرف عنه الا الخط الذي يمثل في الطيف. لذلك لم يذكره مندليف في جدولته. على ان هابراند الاميركي، وصف بعد ذلك غازاً يخرج من معدن الكلثيت Cloveite وعرف انه يختلف عن النتروجين، ولكنه لم يتمكن من النفوذ الى سر حقيقته. فجاء رمزي (السير ولیم رمزي) بنموذج من هذا المعدن واخرج منه الغاز المذكور ثم امر فيه شمسرة كهربائية وصوّر طيفه، فاذا هو يحدث في الطيف خطأ، كالخط الذي شوهد في طيف الاكايل الشمسي. فعرف ان الغاز الذي يخرج من الكلثيت، هو ذلك الغاز الذي في طيف الشمس، ومن هنا اسمه العالمي «هليوم» أي الشمسي. وفي السنة التالية اثبت كيزر Kayser وجود مقادير يسيرة جداً من الهليوم في الهواء (النسبة ١ : ١٨٥٠٠٠٠). وليس هنا مجال للبحث في اكتشاف رمزي، وتفرس، لبقية الغازات النادرة، التابعة لهذه الطائفة - وهي الارغون، والسكربتون، والنيون، والزينون، والنيون-وانما يكفي ان نقول انهما استخرجتا مقادير يسيرة جداً من هذه الغازات من ١٢٠ طنّاً من الهواء بعد تسيلها، واستعمل رمزي في خلال تجاربه، ميزاناً دقيقاً كل الدقة يتأثر بجزء من ١٤ مليون جزء من الاوقية

وهذه العناصر على ندرتها، وصعوبة استخراجها، تستعمل الآن في المصابيح الكهربائية والاعلانات الملونة والبالونات

ومضى الباحثون عن العناصر المجهولة على قدم وساق، تمدهم الثقة بصحة نظر مندليف وتسنيرهم الحاسة التي يشمر بها من يعثر على مجهول. فلما توفي مندليف سنة ١٩٠٧ كان عدد العناصر المعروفة قد اصبح ٨٦ عنصراً

\*\*\*

وقد اشترك مندليف في تأييد حركة الاصلاح في بلاد الروس، وكان ميالاً الى تأييد

مذاهب الاحرار، فاقى عنقاً من اصحاب الحكم، ولما قدم رسالة الى الحكومة تتضمن المطالبة ببعض وجوه الاصلاح، قيل له ان لا يتدخل في مالا يعنيه، وان يعود الى معمله العلمي. فأحس ان هذا الرد كان صفة له، فاستقال من الجامعة

وتأييده للاحرار انشأ له عداوة في دوائر المحافظين اولياء الامر - على مثال ماتم لجوزف بريستي - فرفضت الاكاديمية الروسية سنة ١٨٨٠ ان تنتخبه عضواً في قسمها الكيميائي وهو اكبر كيميائي في عصره. ولسكن جامعة موسكو انتخبته عضو شرف فيها، ومنحته الجمعية الملكية بلندن، ميدالية دايشي بالاشتراك مع لوثر مير لترتيبها العناصر، ذلك الترتيب الدوري. ويقال انه في آخر حياته دعت الجمعية الكيميائية البريطانية الى حفلة اتمنحه فيها ميدالية فراداي - ولعلها اعلى شرف في دوائر العلم الكيميائي يناله الباحث - فلما اعطى مندليف كياساً يحتوي على قدر من المال يعطى مادة في مثل هذه الحالات، فتح الكيس وأخرج منه الجزيئات الذهبية وقال « انه لن يقبل مالا من جمعية شرفته بتكريمها له، في المكان الذي قام به فراداي بباحثه الخالدة ». ومن ثم بدأت تنهال عليه الالقاب العلمية من الجمعيات العلمية في اميركا والمانيا ومن جامعات برنستين وكبرديج واكسفورد وغوتنبرج، فلما عين الوزير، وت Wied الروسي وزيراً للمالية في عهد اسكندر الثالث عين مندليف مديراً لمصلحة المقاييس والموازن

بعد وفاته بالنزلة الصدرية في فبراير سنة ١٩٠٧ قال العالم باتيسن ميور « للمستقبل وحده الحكم على بقاء الجدول الدوري أو زواله ». ولو ان مندليف عاش بضع سنوات، لسكان رأى قبل وفاته، كيف أتم موزلي البناء الضخم الذي شيده هو، فأتممها معاً تخطيط خريطة العناصر التي تنركب منها أشكال المادة



# مدام كوري

بولاية بنسلفانيا في الشمال الشرقي المتوسط  
من الولايات المتحدة الاميركية

وفي كانونزبرج عهد الى ماتي رجل في  
تحويل هذه الأطنان من المسحوق الناعم، الى  
بضع مئات من الأرتال فقط، مستعملين  
مقادير كبيرة من الماء في غسل المسحوق ثم  
معالجته بمواد كيميائية وأحماض، لاستخراج

كثرتين منه . لم يضع  
الرجال ذرة واحدة منه  
على رغم تعدد عمليات  
الفلي والتصفية والتبلر<sup>(١)</sup>.

وانقضت اشهر فاذا الباقى  
من ٥٠٠ طن من رمل  
كولورادو هو مقدار يسير  
جدًا ، ارسل الى معامل

البحث في شركة بتسبرج الكيميائية بجراسة  
حرص خاص . هنا في المعامل الكيميائية  
أجريت العمليات الأخيرة في استخراج بضع  
بلورات من ملح معين . فلما تم استخراجها  
كانت سنة كاملة قد انقضت على جمع الرمل  
من صحارى كولورادو ، وأنفق عشرون الف  
جنيه فكانت تلك البلورات ثمن مادة معروفة

في خريف سنة ١٩٢٠ ذهب الى ولاية  
كولورادو الاميركية جيش من العمال وقصدوا  
الى منطقة قاحلة في جنوبها لينقبوا فيها عن  
تبر معين . كانوا قد بحثوا في مختلف الولايات  
الاميركية ، عن هذا التبر النفيس ، ولم يظفروا  
به ، لذلك اضطر زعيمهم الى الاكتفاء بنوع

من الرمل ، بكثرة في صحارى كولورادو القاحلة  
يدعى كارنوتيت . فأخذ  
رجاله - وكانوا اكثر  
من ثلاثمائة - يشتغلون  
ليل نهار ، في جمع أطنان  
منه ، ثم نقلوها في صحارى  
لا تخرقها طرق ماء مسافة  
١٨ ميلاً الى اقرب مكان  
فيه ماء حيث عنوا بتشييد

معمل خاص لغسل هذا الرمل وتنقيته . هنا  
عولجت خمسمائة طن منه معالجة كيميائية حتى  
بقي منها مائة طن فقط . وما بقي سجن حتى  
صار مسحوقاً دقيقاً ، ثم وضع في اكياس نقلت  
بسكة الحديد الى بلدة تدعى بلايسرفل . ثم  
شحنت الأكياس في مركبات شحن خاصة  
مسافة ٢٥٠٠ ميل الى بلدة تدعى كانونزبرج

MARIE S.  
CURIE

١٨٦٧ - ١٩٣٤

١٩٣٤

( ١ ) اختار النجم الملكى لغة العربية هذا الاستعمال بدلا عن ( بلورة ) التي شاع استعمالها

على سطح الأرض - أثنى من الذهب مائة ألف ضعف . ثم وضعت هذه المادة في أنابيب صغيرة من الرصاص والأنابيب حفظت في صندوق فولاذي كشيء الجدران ، مبطن بالواح كثيفة من الرصاص . ثم وضع الصندوق الفولاذي في صندوق آخر من خشب المغنة المصقول، وهذا حفظ في خزانة ممتلئة ، انتظاراً لقدم زائر كريم من فرنسا

وفي ٢٠ مايو سنة ١٩٢١ وقف رئيس الولايات المتحدة الاميركية في ردهة الاستقبال في البيت الابيض يحفُّ به سفير فرنسا ووزير بولونيا المنفوض واعضاء وزارته، ورجال القضاء، واکبر المشتغين بالعلم ، ووقفت امامه سيدة نحيفة البنية ، ودعامة المنظر ، مرتدية ثوباً أسود . ثم خاطبها الرئيس فقال : « كان من حظك انك قمت بخدمة خالدة للانسانية . ولقد عهد إليّ أن أقدم لك هذا القدر الضئيل من الراديوم . فنحن مدينون لك بمعرفتنا له ، وملكنا اياه . لذلك نرفقه اليك واتقن انه وهو في حيازتك لا بد أن يكون وسيلة لتوسيع نطاق العلم وتخفيف آلام الناس » تلك السيدة كانت مدام كوري

وُلدت ماري كوري في بولونيا في ٧ نوفمبر سنة ١٨٦٧ وقدمت أمها وهي لانزال في طفولتها ، وكان والدها الاستاذ سكاودفسكا مدرساً للرياضيات والطبيعة في مدرسة فرسوفيا المالية . وكان يقضي مساء كل سبت امام مصباحه يقرأ آيات الأدب البولوني نثراً وشعراً . فكانت ابنته ماري تحفظ فقرات طويلة منها ، وتعيدها امامه عن ظهر قلب . ورأها العالم الروسي مندليف في حداتها تخط المواد الكيميائية في مختبر كيميائي لابن عمها في فرسوفيا فتأباً لها بمستقبل علمي مجيد

كانت بولونيا في تلك الأيام مقاطعة من روسيا ، وحكومة روسيا تفرض أعباءً ثقيلة على الشعب البولوني المحكوم . فاستعمال اللغة البولونية كان محظوراً في الصحف والكنائس والمدارس . والبوليس السري الروسي كان ألقى بالناس من ظلمهم، لا تخفى عليه خافية مما يفعلون . فلما كانت ماري في حداتها، اجتمع بعض تلاميذ والدها وألغوا جمعية سرية ، غرضها قلب الحكومة وطرد الممتدين على وطنهم ، وكانوا يجتمعون كل ليلة ليدرسوا اللغة البولونية ، وليدرسوها للجماعات من الطلاب، فانتظمت ماري في احداها، وتعدت في كتب في أحد الايام نشرة ثورية، شديدة الالهجة ولكن البوليس الروسي نمت اليه أخبار الشبان الثائرين ، فقبض على بعضهم . ونجحت ماري من الشرك ، ولكنها اضطرت أن تغادر فرسوفيا لكي لا تشهد على اخوانها عند المحاكمة .

فيما تباريس شتاء سنة ١٨٩١ وهي لا تزال في الرابعة والعشرين من عمرها . هنا استأجرت غرفة صغيرة ، في مكان حقير . فكان البرد يقرسها في الشتاء ، والحر يكاد يخنقها في الصيف . وكانت معيشتها شديدة البؤس ، لأنها كانت مضطرة أن تحمل الماء والفحم الى غرفتها الكائنة على سطح المنزل ، فوق الدور الرابع . وكانت فقيرة لا تجرؤ أن تنفق أكثر من نصف فرنك في يومها . وكثيراً ما كان طعامها ظهراً ومساءً لا يزيد على كسرة من الخبز وقبضة من الشكولاته . ولكن هذه المصاعب لم تقدمها عن تحقيق رغباتها لأنها جاءت بباريس لتدرس في السوربون . ولكي تتمكن من تسديد أجور التعليم اضطرت أن تغسل الزجاجات في مهمل البحث في كلية العلوم وتغني بنظافة المرقد

\* \* \*

في سنة ١٨٩٤ التقت بيير كوري ، في دار احدي صديقاتها . وكان هو يشتغل حينئذ في معمل شوتزنبجر مؤسس مدرسة البلدية للطبعية والكيمياء بباريس ومديرها . وكان قد تخرج من السوربون وأنشأ يبحث مع أخيه جاك موضوع « المكشفات الكبريتية » فلما تعرّف اليها أخذتا يتحدثان في ما بينهما من موضوعات العلم . ثم انتقلا الى بعض الموضوعات الاجتماعية والأدبية . فكان ذلك باعث سرور خاص للفتاة البولونية الشريفة لأنها وجدت على قولها : « انفاقاً غريباً بين آرائه وآرائي رغم اختلاف وطنينا » . اما بيير فدهش لما رآه في هذه الفتاة من توقد الدهن ، وسمة العلم ، وما أعرب لها عن دهشته ردت عليه « ترى يا استاذ من أين أتيت يا رائك الغربية في حدود عقل المرأة »

كان بيير قد كتب لما كان في الثانية والعشرين : « النابغات بين النساء نادرات . اما المرأة المتوسطة الذكاء فلا ريب في أنها عائق كبير لعالم جاد في عمله » . كتب ذلك في الثانية والعشرين وها هو ذا في الخامسة والثلاثين ، واتصاله بالحياة قد غير آراءه . ولما تحولت معرفته بجاري ، الى صداقة متينة انقابت آراؤه في النساء رأساً على عقب . وكانت هي قد فتنت بما عرفته في العالم كوري ، من صفات الشاعر ، والحالم ، علاوة على علمه الغزير . فلم تلبث حتى استأذنت الاستاذ شوتزنبجر في أن تصبح مساعدة الميسيو كوري في معمله فأذن لها

تزوجاً في يوليو سنة ١٨٩٥ ولم تكن مسألة فرش البيت مسألة خطيرة في نظر كاتلين لانهمما التقاليد المرعية . فاستأجرا ثلاث غرف تشرف على حديقة ، وابتاعا قليلاً من الأثاث

للقضاء الحاجات الضرورية . وفي خلال ذلك عين بيير كوري أستاذاً للطبيعات في مدرسة البلدية المذكورة وكان مرتبه ستة آلاف فرنك في السنة، فتمكنت زوجته من مواصلة دروسها . ولكن دخلها لم يسمح لها بشيء من الكماليات ، إلاّ دراجتين ابتاعها للقضاء رحلاتهما الأسبوعية الى الريف

وفي أواخر سنة ١٨٩٥ - أي بسيد زواج بيير وماري - كشف الاستاذ وايم كوتراد رنتجن الألماني ، عن الأشعة السينية . ولم تكند تصل انباء هذه الأشعة الغريبة التي تخترق الأجسام الصلبة وتبين عظام الجسم ، إلى دوائر العالم العلمي حتى حدثت اتفاقاً حادثة غريبة في غرفة مظلمة يعمل الاستاذ هنري بكرل بياريس . لم تكن من الحوادث التي تهي بها الصحف وتشرها بأحرف عريضة في صفحاتها الأولى ، كحوادث القتل ، وفضائح الغرام ، مع أن أثرها كان أثراً عالياً عظيماً ، لأن سلسلة من الحوادث العلمية الخطيرة جاءت في إثرها وتوالت أخيراً بانتصار مدام كوري الباهر في كشف عنصر الراديوم، فكانت حدثاً فاصلاً في تاريخ العلم ، انتهى عنده عصر ، وبدأ عصر جديد

\*\*\*

كان معروفاً أن المواد الفسفورية بعد تعرضها لنور الشمس، تتألق في الظلام . وكان بكرل يحاول أن يعرف ، هل هذه الأجسام تطلق أشعة كالأشعة التي كشفها رنتجن . فوضع اتفاقاً قطعة من الاورانيوم، على لوح فوتوغرافي حسّاس، ملقاً على مائدة في غرفته المظلمة . فلما رفع اللوح في يده في اليوم التالي : لاحظ انه كان قد تأثر تأثراً خفياً ، حيث كان الحجر ملقاً عليه . فلم ينهم لذلك علمه رظان ان أحدهم لعب لعبة عليه . فحاول أن يعيد التجربة ليرى هل يحصل على النتيجة نفسها، فأعادها مستعملاً صخوراً مختلفة ، تحتوي على الاورانيوم، وفي كل مرة كان يجد البقعة على اللوح ، حيث يضع الحجر . فخلل الصخور ووجد ان فعلاها في اللوح الفوتوغرافي سببه عنصر الاورانيوم الذي فيها

فصرّح بكرل، ان عنصر الاورانيوم كان وحده سبب الفعل الغريب ، الذي يقع في اللوح الفوتوغرافي . ولكنه لم يلد بتصريحه هذا طويلاً . لأنه جرّب البتشانيد وهو أهم الصخور التي تحتوي على الاورانيوم - معدن يستخرج من شمال بوهيميا - فوجد فعلاها في اللوح الفوتوغرافي أقوى جداً مما كان منتظراً من الاورانيوم مهما يمظم قدره في هذا الصخر . فاستنتج من ذلك

استنتاجاً بسيطاً، وهو أن عنصراً آخر يستطيع أن يؤثر في الألواح الفوتوغرافية أضعاف تأثير الاورانيوم وكان بكرل يعرف ماري كوري وقد راقبها تامل في العمل ، ولاحظ رشاقتهما وخفتها في تناول الأدوات الكيميائية ، واستنباط الحليل لمعالجة مشكلة تبيد في خلال البحث، وكان ممجّباً بصفاتها الممتازة كعالمة مجرّبة، فأفغى إليها باستنتاجه الثاني وعهد إليها في البحث عن هذا العنصر المجهول . فأخبرت زوجها بما حدث والفرح يستخفها ، ففتن بجماستها . وكانت هو يبحث في البلورات وهي في صفات المعادن المغنطيسية . فتركا بجهنهما الخاصين ليشاركوا في سفارة فكرية شاقة ولكنها أخذة ، وهي البحث عن العنصر المجهول في الپتشلند

لم يكونا على شيء من الثروة للقيام بنفقات البحث فافترضا مبالغاً من المال لذلك ، ولم يكونا يدريان أين يبدأ البحث، ولا كيف يواصلانه ، والى أين يتجهان فيه . فكتبا الى حكومة النمسا فردّت عليهما باستعدادها لمعاونتهما ، وأرسلت اليهما طناً من الپتشلند من مناجم بوا كيمستال فلما وصل الپتشلند الى باريس ، أخذوا يشتملان بلا انتطاع ، يغليان هذا الطن من التراب بعد سجنه ، ويقيانه لكي يستخلصا منه المادة الثمينة . وكثيراً ما كانت ماري تقف ساعات متواليّة تحرك المزيج وهو يغلي على النار بعضاً حديدية ، تكاد تماثلها وزناً

وقد وصفت مدام كوري معيشتها حينئذٍ فقالت : « كنا في انصرافنا الى بحثنا كأننا في حلم » . ولما أقبل شتاء سنة ١٨٩٦ كنا لا يزالان يعالجان بجهنهما في معمل خشبي يشبه طنّب البدوي « تخفق فيه الأرواح » . كان البرد والفاقة والاعياء والحمل قد انهكت جسم مدام كوري فأصيبت بالتهاب الرئة ، ولزمت فراشها ثلاثة أشهر، قبلما استطاعت ان تستأنف بحثها العلمي . وكان التعب قد حط من قوة زوجها كذلك، فكان يعود الى بيته معي في كل مساء ، ولكنهما لم يتوقفا عن العمل فكأنما كانا مدفوعين اليه بإرادة خفية

وفي سبتمبر من سنة ١٨٩٦ ولدت مدام كوري فتاة ، ولكنها كانت وهي ملازمة سريرها على أثر الوضع دائمة التفكير بمسألتها العلمي ، الذي ملك عليها قلبها وعقلها . وبعد الولادة بأسبوع واحد فقط ، غادرت بيتها الى معملها ، واستأنفت البحث هناك . ولكن ما السبيل الى العناية بالطفلة ومتابعة البحث العلمي من جهة أخرى ؟ واتفق حينئذٍ أن والدته زوجها توفيت فدعوا والده وهو طبيب اعزل العمل للسكن معها ، وعهد اليه في العناية بالطفلة وبعد الاغلاء والتصفية والتنقية التي دامت أكثر من سنة تحوّل طن الپتشلند الى نحو

مائة رطل من مادة غريبة ، ثم تلا ذلك سنة أخرى من العمل المتواصل مرضت في أثناءها ماري ثانية ، وأخذ القنوط يتطرق الى نفس زوجها ، ولكنها كانت مقدامة ، صابية العود ، فلم تلن للمصائب وقد وصفت أيامها في تينك السنين بقولها الشهري : « في ذلك العمل البأس ، قضيت أسعد أيام حياتي » . وعرض علي « بير » في خلال ذلك منصب اسناد في جامعة جنيف ، فغرة العرض وذهب الى جنيف ، ثم ما لبث ان عاد بعد أن رفض لأن قبوله يمرض هذا البحث الخطير المختار أخيراً استخرجها من طين البتسبلاند قدراً ضئيلاً جداً من املاح البزموت ثبت أن فيها مادة فعالة جداً يفوق فلها فعل الاورانيوم ثلاثمائة ضعف . واستفردت منها مدام كوري مادة تشبه النكل وبعد ما امتحنها بجميع الكواشف ، ووسائل الامتحان المعروفة ، اعلنت في يوليو سنة ١٨٩٨ انها كشفت عن عنصر جديد دعت « بولونيوم » نسبة الى بلادها . واختلف العلماء اولاً في صحة اكتشافها ، ثم ثبت صحته ثبوتاً لا ريب فيه

على أن مدام كوري وزوجها لم يقتنبا بفخر الكشف عن عنصر جديد . وظلاً يواصلان البحث والامتحان ، حتى استخرجوا قدراً ضئيلاً من مادة ثبت انها أفضل جداً حتى من عنصر البولونيوم ، ولما بلغا هذه الدرجة من البحث كان محتوماً عليهما أن يشهدا العناية بكل ذرة من ذرات هذه المادة التي استخلصاها بمجهود يكاد يكون فوق طاقة البشر . فكانت ماري تمنحن كل قطرة ماء تخرج من المرشح ، وكل ذرة تعلق به

وكان العمل الذي يشتغلان فيه ، غرفة لتشرح جثث الموتى من قبل . فكانا اذا دخلاه ليلاً يستولي عليهما رعب لغرابة ما يشاهدان . ذلك انهما بدلاً من ان يشاهدا ارواح الجثث المشرحة ترف في فضائه ، كانا يشاهدان الانابيب المحتوية على هذه المواد تشع في الظلام كأنها بسحر ساحر ، فعلمتا من ذلك انهما على قاب قوسين أو أدنى من تحقيق غرضهما ، وأخيراً استخلصت مدام كوري من هذه المادة بضع بلورات ، فكانت أول إنسان التي بصره على املاح الراديوم ، وأثبتت انه عنصر جديد ، واطلقت عليه اسم « الراديوم » أي « المشع » فكان كشفه منشأ أعظم الانقلابات التي وقعت في ميدان الكيمياء والطبيعيات الحديث

\*\*\*

فعين الاستاذ كوري استاذاً في السوربون ، وعهد الى زوجته بالمحاضرات العلمية ، في مدرسة

المعلومات العليا ، في بلدة سيفر ، على مقربة من باريس . فكانت تعلم وتدرس وتبحث في عملها وتعنى بابتها . ولكي تنال منصباً عالياً في ميدان التعليم ، كان لا بد لها من ان تنال لقب « دكتورة في العلوم » فأعدت رسالتها ، وقدمتها بأسطة فيها بجمع مباحثها في موضوع الاشعاع فدهش العلماء الكبار الذي عينوا لفحص هذه الرسالة لما وجدوا فيها من الحقائق الجديدة والمباحث الطريفة ، ولما وقفت امامهم للاجابة عن استئتمهم كانوا بمثابة اطفال امام معلمهم لا يدرون أي سؤال بوجهونه اليها . وقرروا ان هذه الرسالة اعظم بحث علمي ، قدم لنيل « دكتوراه العلم » في تاريخ جامعة باريس

وذاعت الانباء ! انباء عنصر جديد تكشف عنه سيدة . املاحه تتألق ، وتضيء في الظلام كصباح كبرياء صغيرة . وتنطلق منه مقادير دقيقة من الحرارة انطلاقاً دائماً . ان حرارة طن من هذا العنصر ، كافية لاغلاء الف طن من الماء ، مدة سنة كاملة . ثم ان هذا العنصر اقوى سم معروف ، يفعل عن بعد ، فاذا وضع انبوب يحتوي ذرة منه بحجم رأس الدبوس على ظهر فأرة ، أصيبت بالشال في ثلاث ساعات . واذا وضع قرب الجلد ، قرّحه . بل ان اصابع الدكتور كوري نفسه . كادت تشل من لمسه . وذاع ان « بكرل » قال يوماً لمدام كوري « أحب الراديوم ولكني محنتي عليه » . ذلك انه اصيب بحرق مؤلم في صدره . حين حمل انبوباً فيه ذرة من ملح الراديوم في جيب صدرته . بهذا العنصر كانت المسكروبات تقتل ، والنوامي السرطانية السطحية تشفى ، وحجارة الماس تلوّن ، والهواء المحيط به يكرب ، حتى يصبح موصلًا جيداً للكهربائية وبين ليلة وضحاها ذاع اسم الاستاذ كوري وقرينته . فأخذ السياح يتوافدون الى دارها ومصوّرو الصحف ومخبروها ، يفزون حينهما الخاصة بالأسئلة ، والصور والرسائل والبرقيات . وجمعت الدعوات تنهال عليهما . فدعاها لورد كلفن ، ليأتيا الى لندن لينسلا مدالية دايشي من الجمعية الملكية ، فكانت هذه المدالية أول أوسمة الشرف الكثيرة التي رفضها الأستاذ كوري . ويقال انه لما عرض عليه وسام اللجيون دونور رفضه قائلاً : اني افضل أن اوهب معملًا على أن امنح أوسمة . وفي سنة ١٩٠٣ مُنِحَ جائزة نوبل الطبيعية ، بالاشتراك مع الاستاذ بكرل ، فأنفقا المال في توفية الدين الذي استداناه للشروع في عملهما ، وللانفاق على مواصلة البحث . وقد كان في إمكانهما أن يستغلا مكتشفتاهما استقلالاً تجارياً ، ولكن الثروة لم تكن الغرض الذي يتطلعان

اليه . فبحسبهما كان بحثاً علمياً للعلم وحده ، وغرضهما انما كان خدمة الانسانية . وكل ذرة كانا يستخرجانها من أملاح الراديوم ، كانا يهبانها للمستشفيات ودور البحث فطفاح كأس مدام كوري عندئذ غبطة وهناءة . ها هوذا زوجها يقفد قليل من كابتها وأحوالها المماشية أيسر مما كانت ، وها طفلة ثانية تولد لهما ، فينعمان بحببتها وتربيتها

\*\*\*

ولكن مخبراً تقر على باب مدام كوري ، في مساء ١٩ ابريل سنة ١٩٠٦ ، وأخبرها أن الاستاذ كوري ، كان قبل بضع دقائق ، يتكلم مع الاستاذ بران ، فلما غادر كلية العلوم محاولاً أن يجتاز أحد الشوارع صدمته عربة فرقع في عرض الشارع ، فحرت عجلات عربة نقل ثقيلة ، كانت قادمة من الجهة الأخرى على رأسه ، فمات في الحال

أصفت ماري الى القصة ولم تذرف دمعاً ، ولم تولول ولم ترفع يديها الى السماء . بل ذات تردد كأنها في حلم « يبر مات . يبر مات » . وكادت هذه الصدمة تقري عليها . فانها ظلت مدة ، لا تستطيع أن تجمع قواها لمواصلة عملها . ولكن بعد انقضاء بضعة أسابيع قويت على حزنها ، وعادت الى معملها وهي اكثر صمناً وهدوءاً من قبل

وحينئذ تصرفت فرنسا ذلك التصرف النبيل الذي اشتهرت به في الملمات . ذلك انها دعوت ماري كوري لتشفل كرسي استاذ الطبيعيات في السوربون الذي خلاه موت زوجها . وكانت هذه الدعوة منارة لجميع التقاليد . لم يعلم ان امرأة قبلها تقلدت منصب استاذ في السوربون . فلما تم تعيينها ، واعان ، كان باعناً على كثير القال والقليل وجعل بعض الاساتذة يهمسون في آذان أصفيائهم مستنكرين خطأ كذا . وأخذ بعضهم بشيع أن الفضل في نجاحها في كشف عنصري البولونيوم ، والراديوم ، عائد الى اشتغالها تحت مراقبة زوجها . قالوا : « انتظروا بضع سنوات لتعرفوا حقيقتها ، فتجدوا انها قد مرت على منبر العلم مرور شبح لا يترك أثراً »

ثم شاع انها ستلقى محاضرتها الأولى في السوربون . فخرج الى باريس رجال ونساء يشغلون اكبر المناصب العلمية والتعليمية في البلاد - أعضاء الاكاديميات ، وأساتذة كلية العلوم ، وكبار رجال السياسة ، ونبيلات السيدات . رئيس جمهورية فرنسا كان هناك يصحبه الملك كارلوس ملك البرتغال ، وزوجه الملكة اميليا . وانا قرعت الساعة الثالثة دخلت من باب جانبي سيدة نحيلة مرتدية ثوباً أسود . . . . . واذا الردهة تدوي بالتصفيق . وكأن ذلك أزعجها فرفعت يداً نحيفة

تطلب السكن . فخدمت العاصنة حتى لسكنت تسع رنة إبرة تقع على الأرض  
وبدأت محاضراتها بصوت خافت واضح . فذات ساموها بقولها . لم تُشر بكلمة واحدة  
إلى فجيتها ، ولكنها استأنفت موضوع البحث في عنصر البرولونيوم ، حيث تركه زوجها . فلما  
ختمت كلامها دوت الردهة مرة ثانية بعاصنة من التصفيق . ولكن بعض المشككين ظلوا  
يشككون في مقدرة امرأة على ملء منصب استاذ بالسوربون ! سمعت هي بذلك ولكنها  
ظلت صامئة كأبي الهول

على ان عنصر الراديوم لم يكن قد استفرده بعد . ولم تمض منه إلا أملاحه ، فأكبت مدام  
كوري ، على تحقيق هذا الغرض الصعب ، لندرة الاملاح التي يمكن تجربة التجارب بها . فخربت  
طرقاً مختلفة ، لفصل العنصر من أملاحه ، على غير جدوى . وكأن ماري لم تكن تمش حينئذ  
إلا في معملها . فلم تخرج الى المسرح ، ولا الى الاوبرا . ورفضت أن تلي الدعوات الاجتماعية التي  
وجهت اليها . وأخيراً في سنة ١٩١٠ أجرت تياراً كهربائياً في كلوريد الراديوم المصهور  
فلاحظت تغيراً يحدث عند القطب السالب ( المهبط ) حيث رأت ملفاً يتكوّن . فجمعت هذا  
الملغم وأحتمه في انبوب من السلك ، مع نيتروجين ، تحت ضغط مخفف . فبخّر الزئبق الذي في الملغم  
تاركاً وراءه سكريات بيضاء لامعة ، لم تلبث حتى اكملت في الهواء . تلك كانت كريات  
الراديوم النقي

فكان عملها هذا في استفراد الراديوم النقي ، وتعيين وزنه الذري ، تاجاً لجميع مباحثها السابقة .  
هذا بحث علمي دقيق قامت به المرأة - ماري كوري - بعد وفاة زوجها . أيرتاب المرتابون بعد  
هذا ؟ فلتخرس الألسنة الطويلة !

ومنحت مدام كوري جائزة نوبل للكيمياء اعترافاً بعملها هذا ، فكانت العالم الوحيد الذي  
فاز بشرف جائزتين من جوائز نوبل

وأقننها بعضهم بتقديم اسمها للعضوية في أكاديمية العلوم . ولكن مانع الجنس حال دون  
انضمامها لهذه الجماعة الممتازة من أبناء العلم . لم يعرف من قبل ان امرأة انتخبت عضواً في أكاديمية  
العلوم فلماذا التنكب عن هذه الطريق ؟ أنت ترى مظاهر الحماسة والانفعال في الجدل المحتمل  
بادية ، على أكثر العلماء رزانة ، ووقاراً ! وأخذت الأصوات في ٢٣ يناير ١٩١١ فأخفقت مدام  
كوري بصوتين . وحتى وفاتها لم تنكفر الأكاديمية عن تعصبها هذا !

ولما نشبت الحرب : وأصبحت جيوش الألمان على أبواب باريس ، عمدت مدام كوري الى الانبوب الذي يحتوي على ما عندها من الراديوم وأسرعت به الى « بوردو » خشية أن يقع في أيديهم . فلما وضعت في بوردو في حرز-حرز ، عادت الى باريس لا يقلقها فيها خطر الغزاة على أبوابها ولا طائراتهم في فضائها . وأكبت على جمع ما تستطيع جمعه من آلات المعالجة بالراديوم ، والاشعة ، واستنفرت بنات باريس للتمرن على استعمال هذه الآلات في معالجة الجرحى ، فلبت نداءها مائة وخمسون فتاة ، كانت بينهن ابنتها ايرين Irène وهي في السابعة عشرة من عمرها ، فأقامت ماري شهرين ، تخطب فيهن ، وتعلمهن استعمال هذه الآلات ، ثم تعلمت هي قيادة السيارة وجمعت تنقل هذه الآلات إلى مستشفيات الجيش وتقيمها فيها . وتقدمت ابنتها الى صفوف النار بل الى منطقة ايرس حيث كان غاز الكلور السام يفتك بالجنود فسكاً . فلما ارتد الجيش الألماني ، عادت مدام كوري مطمئنة الى بوردو وأخرجت أنبوبها الثمين من مخبئه الامين وعادت به الى باريس

ما كادت تنتهي السنة الأولى من الحرب الكبرى حتى كان قد تم في باريس انشاء معهد الراديوم ، وجمعت مدام كوري مديرة له ، وانصرفت بعدها إلى البحث والعلاج . ولكنها كانت تحب الحرية ، وتمقت الحرب ، فقالت لما عقد الصلح : « غمرني الصلح بوجه من الغبطة نتيجة للنصر الذي أحرزناه بعد بذل عظيم . وقد عشت لأرى بلادي ، ينتصف لها من قرن حافل بالجور والفرقة » . ولما سئلت في سنة ١٩٢٠ عما تمنى قالت فوراً : « غرام من الراديوم أنصرف فيه كما أشاء . » ذلك ان هذه المرأة التي منحت العلم والانسانية عنصر الراديوم بكشفها عنه كانت لا تملك شيئاً منه ، مع ان مائة وخمسين غراماً منه كانت موزعة في مختلف المستشفيات ومما مل البحث . فكان قولها هذا باعثاً على سخاء الاميركيات والاميركيين في تقديم الغرام الذي أهدها اليها الرئيس هاردينج وهو يقول : « انه وهو في حيازتك لا بد أن يكون وسيلة لتوسيع نطاق العلم وتخفيف آلام الناس »



# طومسون

فأصبح هذا الثالث مؤلفاً من دلتن  
وافوجادرو، وطمسن

في جامعة كمبردج، كان لورد «راليه» مديراً  
لمعهد كاثندش العالمى . وقد كان راليه خلفاً  
لذلك العالم الطبيعى العظيم - جيمز كلارك  
مكسول - في منصب علم الطبيعة التجريبي .  
ولكنه بعد انقضاء خمس سنوات على تعيينه

في هذا المنصب، عزم على  
الاستقالة ( ١٨٨٤ )  
فطلب اليه أن يقترح  
اسم من يخلفه في هذا  
المنصب العلمى الخطير .  
فأشار من دون أقل  
تردد، الى الشاب الذكى  
الألمى ، جون جوزف

طومسن . فأحدث النبأ لفظاً ، في دوائر العلم ،  
اذ كيف يخلف فتىً في الثامنة والعشرين  
مكسول وراليه العظيمين ؟ !

كانت دلائل الأهمية قد بدت في  
مباحثه ، وكان قد نال احدى الجوائز العلميه  
في الجامعة ، وهو في الخامسة والعشرين ، على  
رسالة يتن فيها مواطن الضعف في المذهب

في سنة ١٨٩٧ ، اذ كان الاستاذ  
كورى وزوجته ، ماضيين في تنقيهما عن  
عنصر الراديوم ، حل أحد أسياد البحث  
الطبيعى الحديث ، مشكلة معقدة تتعلق ببناء  
المادة الأساسى . أو على الأقل شق طريقاً  
جديداً قد يفضى الى الحل النهائى

ولد طمسن ( J.J. ) قرب منشستر سنة

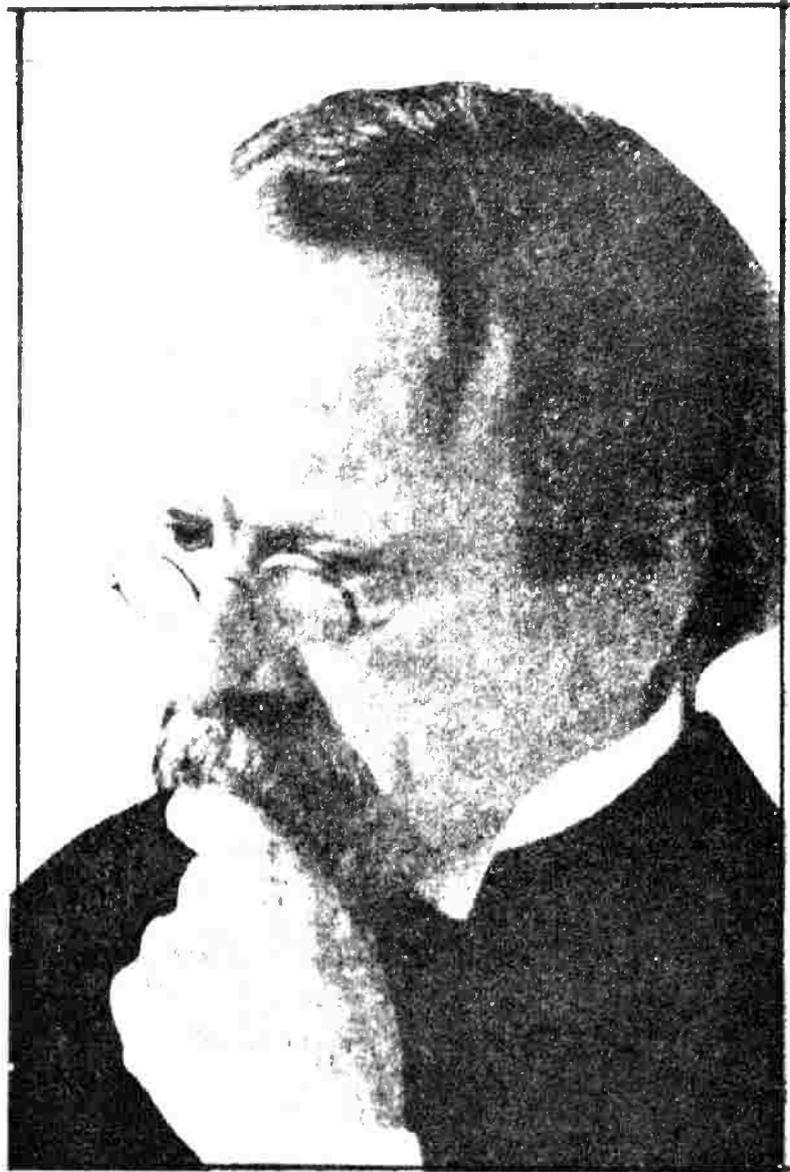
١٨٥٦ وكان في نيته  
أولاً أن يصبح مهندساً  
ولكن هذا الامير بين  
العالماء ، أقبل على البحث  
العلمى الجرد ، لأنه لم  
يفتح في بعض الموضوعات  
التي تقتضيها الشهادة  
الهندسية ! فحضر كلية

JOSEPH. J  
THOMSON

١٨٥٦ - ٠٠٠٠

١٨٥٦

اون منشستر ، وكانت قد خصصت فيها  
حينئذ جائزة للبحث العلمى في أحد موضوعات  
الكيمياء ، لذكرى جون « دلتن » صاحب  
المذهب الذرى في بناء المادة . فلم يلبث أن  
خرج من كلية اون الى جامعة كمبردج ،  
حيث أضاف اسمه الى اسمى مكتشفى الذرات  
والجزئيات ، باكتشافه الألكترون -





ملکن

التائل بأن الذرات المادية ، هي زوايح ، أو دوائيات ، في الاثير . ولا ريب في أن هذه الرسالة نالت إعجاب العلماء ، في دقتها ، وقوة حجتها . ولكنه كان حديث العهد بالطبيعة التجريبية . فكيف يشرف على أعظم معهد للطبيعة التجريبية في العالم ، وهو لم يمارسها ، ولم يقتلها تجربة ومرانة ؟ واجتمع المجلس الذي عهد اليه في انتخاب الاستاذ الجديد - وكان مؤلفاً من لورد كلثون والسر جبرائيل ستوكس والاستاذ جورج دارون - فتداولوا ، ووقع اختيارهم بالاجماع على الفتى القادم من منشستر . فما أعلنت نتيجة الانتخاب ، حتى قال أحد كبار الاساتذة تمكماً « هذه ظلال كلارك مكسول الا بدءاً أن تكون الامور على غير ما يرام في جامعة نيوتن ، اذ يصبح الصبيان فيها اساتذة »

وكذلك اتيح لفتى في الثامنة والعشرين ان يشغل منصباً حل فيه قبله اثنان من اكبر اعلام الطبيعة الحديثة . ولما سكن معمل كافنديش أصبح بزعامته ، زعيم الماهد العلمية في العالم في البحث عن أسرار الطبيعة ، ومحاولة النفوذ الى خفاياها . هنا كانت تتحقق عقول الباحثين الى ذرى لا تسامى . وفي « قدس » هذا الهيكل العلمي ، ظلت روح الفتى طمس ، ترفرف مسيطرة ، اكثر من نصف قرن

\*\*\*

رأى طمس ببصيرته النافذة ، ان في الكهر بانية مفتاح أسرار الكون . فاتخذها ميداناً لبحثه . وكان قبيل دخوله جامعة كبريدج ، قد سمع عن أنبوب زجاجي ، استنبطه رجل انكليزي آخر ، يدعى وليم كروكس . وكان كروكس يأخذ أنبوه بهذا ، ويفرغ منه الهواء ، على قدر ما يستطيع ، تاركاً جزيئات قليلة فيه ثم يختمه ختماً محكماً ، ثم يمر فيه تياراً كهربائياً فيشاهد تالفاً بهيماً عند المهبط - القطب السالب - . كيف يمال هذا الضوء الغريب ؟ ان الجزيئات القليلة ، في هذا الانبوب ينبعث منها ضوء ضئيل باهت ، وزجاج الجدران يتألق بضوء اصفر مخضر . ولكن هل هذا ضوء ؟ فالضوء كما أجمع رجال العلم الى ذلك الحين ، كان شيئاً غير مادي . وهذه الأشعة المنطلقة ، تخضع لجذب قطعة من المغنطيس المكهرب ، اذا أذيت من الأنبوب . فدهش كروكس وتحير . ضوءه ولما سكنه في الوقت نفسه مادة لا غش فيها ، فكيف يوفق بين هذين المتناقضين ؟

ولما لم يجده كروكس اسماً لانتفاً بهذه الاشعة ، قال انها حالة رابسة من حالات المادة - فلا هي غاز ، ولا سائل ، ولا جاد - واطلق عليها اسم « المادة الشاعية » . ومع ذلك ظلت حقيقتها سرّاً محجوباً عن الأذهان . وكان كروكس - لو علم - على قاب قوسين أو أدنى من اكتشاف الالكترتون ، على ان كروكس كان قد نفح السلم بأداة للاكتشاف ، استعملها رنتجن فكتشف عن الاشعة السينية ، وعمل طمس بها العجب العجيب

أخذ طمس يبني هذه الأنابيب و يفرغ منها الهواء حتى صار الهواء داخل بعضها أल्प من الهواء الذي تنفسه عشرين الف ضعف ، وكان معه سبعة طلاب في معمل كافنديش فدعى أحدهم ليساعده في امرار الكهربية في الأنابيب ، فأمرًا تيارات عالية الضغط ، وجملاً يراقبان الألقة الباهية ، البادية في الغرفة الممتمة

ثم جعل طمس يتأمل في انحاء هذه الاشعة بفعل المغنطيس . فانه اذا أدنى مغنطيساً من الأنبوب الذي تنطلق فيه هذه الاشعة ، انحرفت الاشعة نحو المغنطيس ، كما تنحرف برادة الحديد . ثم غير أحوال تجاربه العديدة ، فاستعمل أنابيب على درجات متفاوتة من الأفرغ ، واستعمل مواد مختلفة في القطب السالب ، وتيارات متباينة القوة من الكهربية . وانقضت سنون وهو يغير أحوال التجارب ويدون ملاحظاته

وفي سنة ١٨٩٠ تزوج ، وسنة ١٨٩٤ انتخب رئيساً للجمعية الفلسفية في كبردج ثم دعي إلى جامعة برنستن الاميركية ، فحاضر فيها في موضوع ( التيارات الكهربية في الغازات ) وكان في أثناء ذلك كله ينشي نظرية جديدة - لم يجرها منزلة الاعتقاد ، لأن النظرية عنده انما كانت خطة للعمل ودليلاً هادياً للبحث

\*\*\*

كان بحث فراادي في « الحل الكهربي » قد حمله على الاشتباه في وجود ذرات من الكهربية . وكان « هلمهتز » قد تجرأ سنة ١٨٨١ وصرح أمام الجمعية الملكية « بأن الكهربية مجردة إلى قطع أولية ، تتصرف كأنها ذرات كهربية » وفي تلك السنة نفسها ، كان طمس - وهو في الخامسة والعشرين ، قد وزن كتلة كرية ، من لبّ عود ، قبل كهريتها وبعدها ، ليعلم هل

للكهربائية وزن . ثم امتحن شعنة كهربائية متحركة ، فوصل الى النتيجة الآتية : ان للشحنة الكهربائية ، قصوراً ذاتياً وهذه صفة من صفات المادة

وعاد طمسن الى كبردج من اميركا ، ووالى مباحثه . ثم في مساء ٣٠ ابريل سنة ١٨٩٧ اعلن امام الجمعية الملكية النتيجة الفاصلة بين عهدين ، في تاريخ الطبيعة الحديث اذ قال : ان اشعة المهبط هي دقائق من الكهرباء السالبة . فانكر بذلك ان الذرة هي نهاية ما تنجزاً اليه المادة . وقد كانت الذرة ، منذ أثبت دالتن وجودها سنة ١٨٠٠ تحسب الدقيقة الأساسية التي تبني منها المادة ، بل كل اشكال المادة في الكون . ولكن ها هوذا طمسن يفسد هذا الاعتقاد . وكان روبرت بويل ، الكيميائي البريطاني العظيم قد قال بأن العناصر هي « حدود التحليل الكيميائي » « وأن حلها بطريقة نعرفها متعذر » ثم اضاف الى ذلك « ولكن قد توجد طريقة تبلغ من القوة والحيلة ، ما يمكننا من حلها الى دقائق أصغر وأبسط منها » . ولا ريب في ان بويل لم يتصور قط ، علم الطبيعة الجديد ولا علم الكيمياء الجديد . ولكن طمسن تصورهما ، وكان من بنائهما . فانه كان شديد الثقة ببساطة الطبيعة ، فقال لا بد أن يوجد شيء أبسط من ٩٢ ذرة مختلفة من ذرات المادة ، مميزة احداها عن الأخرى - وهذا الشيء - الذي تتألف منه أشعة المهبط دعاه - الالكترن ( الكهر )

هذه الالكترونات ، كانت قبل انطلاقتها جزءاً من الذرات التي انطلقت منها ، وهي متشابهة مهما تختلف المصادر التي تنطلق منها . وهي ذرات من الكهرباء السالبة ، ولها وزن ، وهي تنطلق بسرعة ١٦٠ الف ميل في الثانية ، وكل عنصر من العناصر الاثني والتسعين مبني منها هذا ما نخص الحقائق التي أعلنها طمسن للعالم . فهل يصدق العلماء الذين يحترمون نفوسهم؟ لم يكن طمسن مشهوراً ، بل كان غرضه الحقيقة ، كما كانت غرض المرتابين المترددين . لذلك آلى على نفسه ، أن يثبت صحة وجود الالكترن ، بوزن كتلته . لا نعرف رجلاً أخذ على عاتقه عملاً أصعب من هذا العمل ! ولا يعلم عن رجل ، غير متصف بلباقة طمسن وأمعينه وخياله كان يستطيع أن يصيب النجاح

\*\*\*

قلنا ان هذه الأشعة المنطلقة في انبوب من انابيب كروكس ، تنحرف اذا ادنيت قطعة مغناطيس الى الانبوب ، فقام طمسن مدى هذا الانحراف ، وقوة المغناطيس ، وفي تيسر من

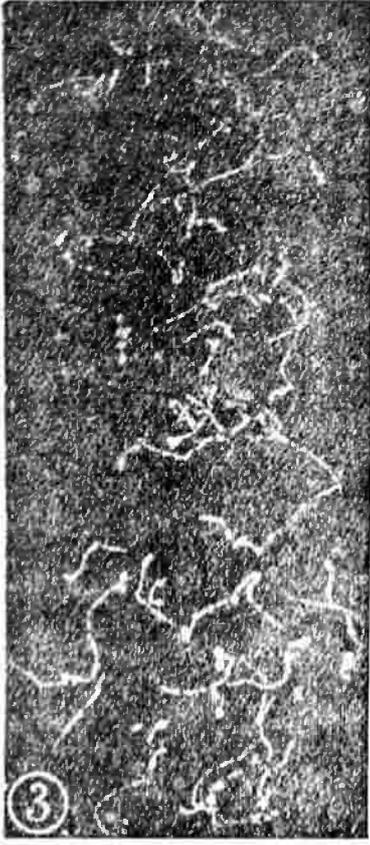
الارقام ، والمعادلات ، والاحصاءات ، وصل الى رقم قال انه النسبة الثابتة بين الشحنة الكهربية على الالكترون وكتلته . ثم قال ان وزن الالكترون أقلُّ نحو النفي ضعف من وزن ذرة الايدروجين وهو أخف العناصر على ما نعلم

على أن العالم لم يصدق ، رغم العجائب العلمية التي توالت في مَختَم القرن التاسع عشر . وظلَّ الريب ، في نفوسهم ، يحيط بنتائج طمس ، وحتى طمس نفسه لم يكن مقتنعاً كل الاقتناع بدقة النتائج التي وصل اليها

فدعا اليه تلاميذه ، وتحدث اليهم في موضوع الالكترون ، ثم التفت الى أحدهم وكان يدعى ولسن (C. T. R) وقال له ، بطريقته التي تثير في نفس الطالب نزعة التسامي والتفاني ؛ هل تستطيع أن تصوّر الالكترون ؟ فلم يبق أمام التلميذ إلا أن يحاول . وكان الفتى ولسن قد جاء من كلية أون - التي جاء منها طمس نفسه - وكان طمس قد لاحظ وهو يجرب تجاربه ، بألة استنبطها لاحصاء دقائق الهباء والغبار . فان ولسن كان قد لاحظ ان دقائق الغبار تصرف كأنها نوى ، يتكثف عليها البخار في أحوال معينة - إذ يبرد الهواء فجأة بالتمدد . فدقائق الغبار أصغر من أن تصور ، ولكن اذا تكثف البخار المائي عليها أصبح تصويرها ممكناً . وكذلك استنبط آله الدقيقة لاحصاء ذرات الغبار ، في قدر معين من الهواء

فهل يستطيع ، محصي دقائق الغبار ، أن يلقى اليد على الالكترون ولو لحظة عابرة لكي يصوره ؟ انه عمل أشبه شيء بالاعجاز ، ولكن لبس ثمة محال على تلميذ « الاستاذ » . وبدأ ولسن يشغل ببناء آله لتصوير الالكترون ، وانقضت شهور تليها شهور . واكتشف الاستاذ كوري وزوجته الراديوم ، وتلت مدام كوري رسالتها الخالدة في الاشعاع ، وسافر طمس ثانية الى اميركا ، للمحاضرة في جامعة جونز هوبكنز ، وعاد منها ثمثله الألقاب المامية ، وولسن مكب على عمله الدقيق . وفي سنة ١٩١١ - أي بعد انقضاء نحو ١٤ سنة - أتمه . انها آلة دقيقة غاية في الدقة ، فاللوح الفوتوغرافي في اطار خشبي خفيف جداً ومعلق بخيط من الحرير فوق المدخل الخاص بها ، الى صندوق من المعدن الخفيف . فاذا بدأت الالكترونات ، تنطلق انزل اللوح الى مكانه ، بواسطة جهاز خاص . ووضع كل هذا في صندوق زجاجي ، وافرغ منه الهواء . انها آية من آيات الصناعة ودقتها . فهل تصلح لما صنعت له ؟

ان الصورة التي الى جانب هذا الكلام هي الدليل الذي لا يمارى فيه ، على صحة وجود الالكترتون في اثناء ذلك كان في المختبر العلمي ، في جامعة شيكاغو شاب اميركى - روبرت اندرو ملكن\* - توفر في حديثه على درس الأدب اليوناني ، ثم علم الطبيعة ، ليكسب منها ما يمكنه من تكملة دروسه ، فافتتن بها . وكان قد قرأ بعناية انباء التجارب العلمية ، التي اجراها طمس وتلاميذه ، وأكب على بناء آلة جديدة



كانت هذه الآلة مؤلفة من لوحتين من النحاس ، احدهما فوق الأخرى والمسافة بينهما نحو ثلث بوصة . وفي وسط اللوحة العليا ، نقر ملكن نقرة قطرها قطر ابرة وأضاء الفضاء بين اللوحتين ، بمصباح كهربائي قوي ، ثم وصل اللوحتين بسلكين ممتدين ، من بطارية كهربائية ، ضغطها نحو عشرة آلاف فولط . ثم أخذ رشاشة عادية - كرشاشة

ماء الكولونيا - ورش بها فوق اللوحة العليا قطرات صورة فوتوغرافية تمثل آثار الكهارب بحسب طريقة ولن دقيقة من الزيت ، لا يزيد قطر الواحدة منها  $\frac{1}{1000}$  من

البوصة ، وكان ملكن واثقاً بأنه لا بد لقطرة من هذه القطرات الكثيرة أن تصل الى النقرة التي في اللوحة العليا ، فتمر منها الى الفضاء الكائن بين اللوحتين . فكان يجاس ساعات متوالية يراقب هذا الفضاء بعين المرقب ، حتى يرى ، هل دخلت هذه القطرة كما كان ينتظر ؟ وإذا به فجأة يرى قطرة لامعة هابطة ، من فوق الى تحت ، كأنها نيزك هاو يبطء . فأعاد التجربة مراراً لبتاً كد من اتساق حركتها . فانها كانت تستغرق نصف دقيقة في هبوطها من اللوحة العليا الى السفلى ، ولو عكس استقطاب اللوحتين الكهربائي

هنا عمد ملكن الى أمر عجيب . قال سوف أحاول أن أجرد الكترولوناً ، من هذه القطرة الزيتية ، وذلك باستعمال الراديوم . فحمل أنبوباً يحتوي على الراديوم ، ووجهه حتى تقع أشعته على قطرة الزيت فتصدمها ، وتنفذ أحد الكترولوناتها . فلما فعل ذلك ، لاحظ أمراً أعجب . ذلك

أن القطرة الزيتية الطابطة ، أبطأت سرعة هبوطها ، فبالممكن حينئذٍ أن القطرة غير متسادة الكهربية ، وانها خسرت بعض الكترولوناتها فأصبحت كهربائية ، موجبة . ومن ملاحظة ما أصاب سرعتها من النقص ، تمكن من إحصاء الكهارب التي قدّفت منها بفعل الراديوم . فقد لاحظ مئلاً أن سرعة القطرة لا تكون إلا متضاعف سرعة معينة أو ثلاثة أو أربعة أضعافها ، وحينئذٍ قرّر أن أقل قدر ، تبطىء به سرعة القطرة ، ناشىء عن فقد الكترولون واحد من الكترولوناتها

ولم يبقَ على ملكن بعد ذلك ، إلا أن يعيد التجربة مئات المرات ، ويتقن وسائلها ، ويدقق في مشاهدته وناتجيه - فخرج منها كلها بنتيجة أن وزن الألكترولون  $\frac{1}{1850}$  من ذرّة الايدروجين وهي نتيجة تتفق مع نتيجة طمسن النظرية إذ قال إنه نحو  $\frac{1}{1850}$

فلما سمع طمسن بهذا البحث العلمي العجيب في دقته ، لم يستغرب انه استغرق ثلاث سنوات كاملة ، وليس من الغريب أن يبقى الألكترولون طول هذه المدة مختمياً عن الناس . فان أصغر دقيقة مادية ، نستطيع رؤيتها ، نحتوي على نحو عشرة آلاف مليون جزىء ، والجزىء مؤلف من عدّة ذرات ، وأخف ذرّة تفوق الألكترولون ١٨٥٠ ضعافاً في كتلتها !

ما معنى كل هذه التجارب ، وما النتائج التي نخلص اليها منها ؟ أنها تهني أمراً واحداً ، وهو أن المادة والطاقة الكهربية شيء واحد . فالألكترولون - وهو دقيقة من الكهربية السالبة - يدخل في بناء كل ذرة . ولكنه جزء فقط من الذرة ، فما الجزء الآخر ؟

\* \* \*

لنرجع إلى معمل كافندش بجامعة كمبردج . إذ كان فيه بين معاوين طمسن ، طائفة من أكبر علماء الطبيعة المعاصرين . كان عددهم قليلاً لضيق النطاق في المعمل . ولكن طمسن لم يلبث أن فتح أبوابه للطلاب المختارين ، لأنه كان يعلم أن لا بدّ من فتح ميادين جديدة في علم الطبيعة ، ولا مندوحة في ذلك عن « دمٍ جديد » . ففي يوم واحد من شهر أكتوبر سنة ١٨٩٤ جاءه اثنان - أحدهما رذرفورد من زيلندا الجديدة

كان أرنست رذرفورد قد قطع الشقة الطويلة بين زيلندا الجديدة ، وكمبردج ، لأنه كان

قد سمع في بلاده باسم هذا الممثل الذي يرف روح العلم في جوه . واليه كان النوابغ من الطلاب في جميع أنحاء العالم يحدون المسير ، للكفاح في ميدان المفوذ الى أسرار الطبيعة . هناك كان يجتمع أبناء الأسر الكريمة ، والقصور الفخمة ، يتنافسون مع أبناء الفلاحين ، في سبيل تلك الغاية المحيطة . هناك كنت تستنشق مع الهواء نفساً معطراً باجلال العلم المجرى . كان رذرفورد قد نال أعلى جوائز الرياضة ، والعلم ، في الكلية التي تخرج منها ، فتمكن من الحصول على جائزة فتحت أمامه باب التخصص في انكثرا . فلما لمع كلية ترنتي - ففز قلبه فرحاً - في هذا الهيكل قدس نيوتن ، ومكسول ، ؛ وإذ وقف أمام النوانذ الزجاجية الملونة آلى على نفسه أن يكون جديراً بهما .

وفي الحال انصت شعلة « السيد » بروح تلميذه الجديد . فقلمها كنت تجده لاهياً لابعاً مع الطلاب . بل كان ينفق كل دقيقة من وقته في البحث والامتحان . وظل على ذلك أربع سنوات . وفي نهايتها طالب الى طمس ، أن يختار من تلاميذه رجلاً يشغل منصب أستاذ « الطبيعة » في جامعة « ماكل » الكندية . ولو أنه أغمض عينيه ، واختار أياً تقع عليه يده لكان أصاب . لأنهم كانوا جميعاً جديرين بذلك . ولكن أرنت رذرفورد كان في نظره اللؤلؤة البهية ، في ذلك المقعد العظيم . كان قد راقبه في المعمل ، ابتغاً المعياً . لا يني ، يجرب التجارب ، فكان له أصابع العازف وخيال الشاعر . وكان طمس يكره أن يعده عنه ، وانكثه كان عارفاً أن المجال في « ماكل » يفسح أمام رذرفورد فيأتي بالعجائب

وقبل أن يهرح رذرفورد جامعة كبرديج ، كان قد اشترك في المباحث ، التي دارت فيها حول مكتشفات رنتجن ، وبكرل ، ومدمام كوري . هذا ، ميدان بكر ، حافل بالمكتشفات العظيمة فاختاره ميداناً لبحثه . وبدأ بعنصري الاورانيوم والثور يوم . فلم تنقض عليه سنة واحدة حتى لاحظ في عنصر الثور يوم ظاهرة غريبة . ذلك أنه لاحظ أن هذا العنصر يطلق قدرأ ضئيلاً جداً من غاز قويّ الاشعاع . فأجرى التجارب الدقيقة اللازمة لتقرير طبيعة هذا الغاز ، فدهش إذ رأى أنه مادة لم تكن معروفة من قبل فدعاها انبعاثاً Emanation

وسار التلميذ رذرفورد في أثر أستاذه طمس . فأحاط نفسه بطائفة من نوابغ الطلاب ، وكان أحدهم من خريجي اكسفرد يدعى فردريك صدي ، فأشركه في البحث . وفي سنة ١٩٠٢ نشر رذرفورد ، وصدي ، مقالاً في المجلة الفلسفية بسطاً فيه رأياً جديداً في ظاهرة الاشعاع

قلا أن ذرات العناصر المشعة ليست ذرات مستقرة . بل هي دائماً في سبيل التحول والانهلال . وفي أثناء هذا التحول والانهلال ، تطلق دقائق موجبة الشحنة ، دعاها رذرفورد « أشعة ألفا » . وان ذرات الراديوم ، تجري على ذلك بقوة داخلية ، لا سيطرة للإنسان عليها - اسراعاً وإبطاءً - مهما ارتفعت درجات الحرارة ، أو انخفضت درجات البرد ، أو قويت درجات الضغط

وإذا كان رذرفورد في حاجة إلى آلة تمكنه من متابعة مباحثه الأخاذة ، استنبط كروكس آلة بسيطة ( ١٩٠٣ ) كأنها لمبة من لعب الأطفال . كانت آلة كروكس انبويًا من المعدن ، في أحد طرفيه عدسة ، وفي الطرف الآخر ستار متألق يضيء بملح كبريتور الزنك ، وإمام الستار حبة دقيقة من ملح الراديوم ، لا تزيد على رأس دبوس

فكان رذرفورد ، يريح عينيه في غرفة ممتمة ، نحو ربع ساعة ، ثم ينظر في عدسة هذه الآلة ، فيرى وميضاً من النور ، وكانت كل ومضة دليلاً حسيًا على انطلاق دقيقة من دقائق ألفا ، من ذرة الراديوم . وهي كذلك رسول ينبئ بالانهلال عالم كائن في الذرة . فأحصى عدد الومضات في الثانية ، وكان يعرف وزن الراديوم في تلك الحبة الضئيلة ، ومنها استنتج رذرفورد سرعة انهلال الراديوم فوجد أن الراديوم يفقد نصف قوته بعد ١٦٥٠ سنة . فعل بطيء ولكن لا ريب فيه ! وكان صدي قد عاد إلى أوربا فأجرى تجارب على مثال تجارب استاذة فحاجت نتائجه مؤيدة لما

ثم ظهر أن هذا الانهلال بانطلاق دقائق « ألفا » حادث في عنصر الأورانيوم ، ولكنه ابطأ جدًا فيه ، منه في عنصر الراديوم . فغرام من الراديوم يفقد نصف قوته في ١٦٠٠ سنة ولكن غرامًا من الأورانيوم ، لا يفقد نصف قوته ، إلا بعد سنة آلاف مليون سنة . حقائق تبعث على الدهشة ، ونظرية جريئة ، وكل ذلك من شاب لم يكده بعدو الثلاثين وفتى لا يزال في الخامسة والعشرين ! ان بناء الكيمياء القائم على استقرار الذرات أصبح بعد هذه المقالة كأنه على رمل مترجح او جرف هار !

\*\*\*

تقدم معنا ، ان طمسن اكنشف ان الاشعة السالبة المنطلقة من المادة في انبوب كروكس

هي دقائق من الكهربية السالبة - دعاهم الألكتروليتات . وهنا سأل رذرفورد نفسه ، وما عسى هذه الدقائق الموجبة أن تكون ؟ ولماذا تنطلق من كل العناصر المشعة ؟ كان يعلم ان دقائق الفا تنطلق في سرعة عظيمة ، تمكنها من خرق ورقة رقيقة ، بل تمكنها من أن تخترق لوحاً رقيقاً من الزجاج . فعزم رذرفورد ، أن يلقى القبض عليها ويفحصها بمطيافه الدقيق

ليس بالعمل اليسير أن تصنع الآلة اللازمة لذلك . فقضى رذرفورد زمناً يبني الأنابيب التي ظن أنها تفي بحاجته ويحطها . وأخيراً وفق إلى صنع أنبوب داخل أنبوب . فبالأنبوب الداخلي « بنبعاث » راديومي ، ثم ختمه ثم وضعه في الأنبوب الآخر ، وفرغ ما بينهما من الهواء وختم الثاني وهو يعلم أن لا شيء يستطيع أن يخترق جدران الأنبوب الداخلي إلا دقائق الفا . ولكنه لشدة دهشته وجد حين امتحن ، ما تسرب من الأنبوب الداخلي إلى الأنبوب الخارجي ، ان الدقائق التي فيه هي ذرات عنصر الهليوم . فأعاد التجربة مراراً حتى تثبتت من صحتها . ثم أعلن اكتشافه هذا قائلاً ، ان دقائق الفا ، المنطلقة من العناصر المشعة في أثناء انحلالها ، إنما هي ذرات مكهربة ، كهربية موجبة ، من عنصر الهليوم . حقيقة غريبة ! ولكن الناس صدقوا - لأنهم تعلموا أن يصدّقوه

\*\*\*

ثم نشبت الحرب الكبري ونحوّل البحث الطبيعي المجرد ، إلى بحث علمي ، عملي ، يرتبط بوسائل الكفاح ، وانصرف إليه طمس رذرفورد وتلاميذها . ولما وضعت الحرب أوزارها واستقال طمس ، من منصبه في جامعة كمبرج عين رذرفورد مكانه ، عميداً لكلية ترنتي ، ومديراً لمعمل كافندش

على ان الحرب لم تصرف رذرفورد عن التفكير في طبيعة بناء الذرة . فاستأذنه طمس ، كان قد كشف عن الجزء السالب فيها ، فقال هو لا بد أن يكون في كل ذرة جانب موجب ، يعادل الجانب السالب . فخالفه في ذلك بعض علماء العصر ، وأشهرهم ارهينيوس الاسوجي . فعزم رذرفورد أن يحاول اثبات وجود جانب موجب الكهربية في الذرة . . . . . وهنا كان الخيال رذرفورد المبدع ، أكبر أثر في رسم الطريق

قال اذا شئت أن تفتح معقل الذرة ، فعليك أن تستعمل مقذوفات تدخله . ولكن هذه

المقذوفات يجب أن تسكون على جانب عظيم من القوة لتزيتى اوصاله . ان اقوى أنواع القنابل ضعيفة هزيلة ، ازاء المقذوفات التي كان عليه أن يطاها . وكان رذرفورد ، يسرف كل شيء عن دقائق الفاء . والقوة المغليمة المدخرة فيها . فان سرعتها في انطلاقها ، تمثل ضغط سبعة ملايين فولط ! وهي تنطاق من الراديوم بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية - سرعة لوسرنا بها الى الشمس لوصلناها في نحو ساعتين - ؛ قال رذرفورد هئنه هي مقذوفاتي المنشودة . فلا طاقها على غاز النتروجين

وفي يونيو سنة ١٩١٩ استعمل رذرفورد مصورة ولسن لتصوير مسارات دقائق الفاء ، التي أطلقها على غاز النتروجين . قال في نفسه ان الكترولونات ذرات النتروجين ، لا تؤثر في مسير هذه الدقائق لانها - أي الدقائق - أكبر حجماً ، وهي مندفعة بزخم momentum عظيم . « فالالكترولون لا يؤثر فيها أكثر من تأثير ذبابة في رصاصة بندقية » . وكان ينتظر أن يرى مسالك دقائق الفاء خطوطاً مستقيمة . ولكنه لدى تظهير اللوح الفوتوغرافي وتثبيته وجد واحدة منها قد انحرفت . فكأنها اصطدمت بكتلة أضخم منها وأثبت ، فارتدت أو حادت عن مسارها المستقيم . فاذا في داخل الذرة كتلة صلبة تحرف هذه القذيفة المنطاقة بقوة تفوق ٤٠٠ ضعف قوة رصاصة بندقية

فما هي تلك الكتلة في قلب ذرة النتروجين ؟ هنا فحص رذرفورد ، الغازات بعد الاصطدام فمشر على ذرات ايدروجين لم تكن من قبل . فذهب الى أن الكتلة في قلب عنصر النتروجين هي كتلة من ذرات ايدروجين كهربية كهربية موجبة . وكان متأكداً من انه لا توجد طريقة أخرى لتعايل وجود ذرات الايدروجين . ومضى بمساعدة - شديوك - في اطلاق دقائق الفاء على ذرات عناصر أخرى - كالصوديوم ، والالومنيوم ، والفسفور - وفي كل مرة كانا يجدان ذرات الايدروجين ، قد انطلقت من نواة الذرة ، التي سددنا عليها دقائق الفاء . ولم يبق امام رذرفورد إلا حكم واحد وهو ان ذرة الايدروجين الموجبة ، يجب أن تكون في نوى كل ذرات العناصر اذن صار عندنا ما يقابل الالكترولون . فهو الكمية الكهربية السالبة - ونواة الايدروجين الموجبة ، هي الكمية الكهربية الموجبة . فهي تنجذب بفعل المغناطيس ، وتتبع كل النواميس المتحركة للالكترولون . واما الفرق بين الاثنين كان فرقاً في الكتلة - فالالكترولون جزء من نحو النفي

جزء من الدققة الموجبة . وفي الاجتماع الذي عقده مجمع تقدم العلوم البريطاني في صيف ١٩٢٠  
- أي بعد انقضاء ٢٣ سنة على اكتشاف الإلكترون - أعلن رذرفورد اكتشافه قسيم  
الإلكترون في بناء الذرة ، ودعاها « البروتون »

\* \* \*

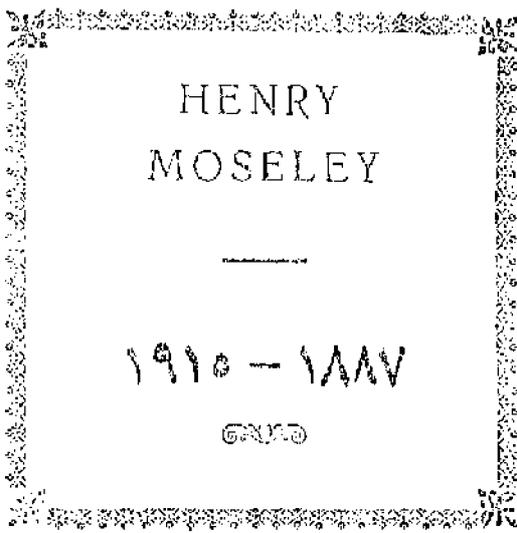
للكلام على الملامة رذرفورد فصلٌ خاصٌ به ، لذلك نقف عند هذا الحد لأن مباحثه  
إلى أن اكتشف البروتون كانت نتيجة مباشرة لاتصاله باستاذ طمسن ، واقمقاء أثره . فطمسن  
هو باعث الروح الحي في معمل كأندش بجامعة كمبرج . وإذا أراد الكاتب أن يوزع الفخر  
على الجامع ، والجامعات ، ومماثل البحث ، في ترقية علم الطبيعة الحديث ، من ناحية البحث في  
الذرة ، كان لمعمل كأندش هذا النصيب الأوفر . إن أسماء علمائه عمدة فريد حبانة ولسن  
وشدوك ، وبلاكت ، واوكياليني ، وولطان ، وكوكروفت ، وغيرهم وفريديتاه طمسن ، ورذرفورد .



# موزلي

في سدي، وملبورن، في اجتماعات العلماء، وقرأ في أعدها - برئاسة رذرفورد - رسالته في « طبيعة العناصر ». وهرع بعد نهاية المؤتمر طائداً الى وطنه، لينتظم في الجيش. فعرض عليه أن يشتغل في أحد معامل البحث التابعة للحكومة فرفض مؤثراً الخدمة في الميدان. وفي تلك الايام العصبية لم يدرك رجال الجيش

أنهم يقبلون طلبه يعرفون للهلاك عقاباً من أعظم المتول العالمية التي أنجبتها انكابترا - بل العالم - في المصور الحديثة. فألحق بفرقة المهندسين الملكيين وفي ١٣ يونيو سنة ١٩١٥ ارسل مع الجيش الذاهب



من نصيب بعض الناس أن يقوموا في حداتهم بعمل خطير ثم ينصرف عن حياتهم الرطب، في كارثة من الكوارث. هذه هي سيرة موزلي الذي بلغ مدى حياته العلمية أربع سنوات فقط، أخرج في أثناءها ما أدهش الثغاة. وقبل أن يذبح اسمه وتترك قيمة مباحثه حق الإدراك وراه التراب شهيداً وطنياً

في صيف ١٩١٤ لما كانت مدرسة العلماء البريطانيين المعنية بالبحث عن أسرار العناصر دخل أحد تلاميذ الامتاز تونزند بأ كسفر. عليه ليودعه. كان هذا الفتى مسافراً الى استراليا الحضور

الى غايوبولي كان الفتى صريحاً شجاعاً متواضعاً فكان محبوباً من رؤسائه واخوانه في الخنادق والمضارب. وكان يبعث الى امه من ساحة الوعى برسائل ملؤها البشر والايناس. ضارباً فيها صفعاً عن مصاعب الحرب ومخاطرها في ساحة الدردنيل. بل على الضد من ذلك

مؤتمراً للجمع البريطاني لتقدم العلوم. وكانت تصحبه أمه، وهي الآن زوجة الدكتور صلس استاذ الجولوجيا با كسفر. وصل الى استراليا يوم ذاع نبأ اعلان الحرب بين انكلترا والمانيا. وكان الفتى يود لو أتيح له الانضمام في الحال الى الجيش البريطاني. ولكن المواعيد السابقة التي كان مرتبطاً بها حالت دون ذلك فاشترك



موزلی





رزفورد

كان يملأ رسائله بمشاهداته الطييمية في تلك البلاد الغربية التي تماؤها نخامة الحرب القائمة . لانه كان كأبيه يحب الطييمة ، ويجد في مشاهد أزهارها ، وأطيافها ، لذة لا توصف . ومضت الحال على ذلك مدة شهرين . ثم انقطعت رسائله . وتلا ذلك ، النبأ المؤلم في رسالة من أحد إخوانه الضباط قال : - أكتفى بأن أقول أن ابنك يا سيدي مات موت الأبطال - ملازماً موقعه الى النهاية . أصيب برصاصة في رأسه فمات في الحال . وبفقهه فقدت الفرقة ضابط اشارات ممتازاً ، وصديقاً لا يعرض ، كان عمله في نظره مقدماً على كل شيء آخر ، ولم يسمح قط لأدق التفاصيل بالمرور تحت عينيه من غير أن يوليها كل عناية »

فلما أدرك ذلك الضابط هول المأساة التي أصيب بها العلم ، إذ نعى هنري موزلي الداعق في ١٠ أغسطس ١٩١٥ على مقربة من خليج سوفله ، وهو يخاطب فرقة بالهاتفون ، ولكن طائفة العلماء أدركت ذلك فقال لمسكن فيه : « . . . . . بحث علمي قليل النضير سوف يتاح له الخلود في تاريخ العلم الحديث ، لما اتصف به من ألمية ، في التصوير ، وبراعة في التنفيذ ، والامتحان وخطورة في النتائج ، المنيرة لسبل البحث التي أسفر عنها . قام به شاب في السادسة والمشرين ففتح أمامنا التوافق لنلمح ما هو جار في عالم الذرات بوضوح ووثوق ، لم نعلم بهما من قبل . ولو لم يكن للحرب الأوربية من أثر سوى إعفاء شعلة الحياة في هذا الشاب لكان ذلك كافياً لوصفها بأنها أشنع جريمة اقترفها الناس في التاريخ » . وقد كان موزلي في مائة كما كان في حياته وفيما للعلم ، إذ ثبت أنه أوصى في وصيته التي كتبها في ميدان الحرب بكل أدواته العلمية وماله الخاص للجمعية الملكية ، لتستعملها في توسيع نطاق البحث العلمي

\*\*\*

وُلد سنة ١٨٨٧ وكان أبوه هنري تدج موزلي أستاذ تشرح المتابعة بأ كسفر مشهوراً بقوة البدنية ، ومقدرته على تحمل أعباء التعب الجسدي ، والعقلي . فأجهد نفسه كثيراً في البحث وأصيب بتصلب الشرايين ، فمات قبل أن يبلغ ابنه الخامسة من عمره ( ١٨٩١ ) فنشأ الفتى بعناية أمه نشأة جديدة ببيت العلم الذي ولد فيه ، فلما كان في الثالثة عشرة من العمر ، تمكن من دخول مدرسة « إيتن » . وكانت حياته في المدرسة حياة فتى انكليزي سليم العقل والجسم . ولكن ميله إلى العلوم الرياضية ظهر وهو في التاسعة ، فلما امتحن ثبت أنه يعرف مبادئ علم الجبر ، مع أنه لم يتعلمه قط . والظاهر أنه كان يجلس في حلقاته بعد دروسه الخاصة إذ كانت أختاه

الكبير يان تشلمان علم الجبر . فعلم أصوله من غير أن يدري . وهذا النبوغ في الرياضيات كان ذا أثر كبير في نجاح مباحثه الطبيعية بدءاً

وبعدما قضى خمس سنوات في « إيتن » دخل كلية ترنتي في أكسفورد ، لتوفّر على العالم الطبيعية . ولكنه مع ذلك كان ذا عقل ألمعي ، متعدد النواحي ، لأنه قبل دخول أكسفورد كان قد تفوّق في درس الآداب القديمة . ولم يكن ذلك جديداً فيه ، إذ يظهر أن أسرة أبيه وأمه كانتا مشهورتين بذلك أفرادهما وتفوقهم العقلي . فجدّه لأبيه كان عالماً رياضياً طبيعياً وفلكياً مشهوراً وجدّه لأمه كان متفوقاً في علم البحار وخصوصاً الأصداف والمحار من حيواناتها وأخته الكبرى تفوّقت في أكسفورد في علوم الأحياء . فبحثت بحثاً خاصاً في الخيشيم الأثرية في أحد الأسماك . وقبيل تخرج موزلي من أكسفورد كان قد صمم أن يقف حياته على البحث العلمي . فزار الأستاذ رذرفورد في جامعة منشيستر قبل تخرجه من أكسفورد فوجد في هذا المعلم النافذ البصر مثلاً مجسماً نادراً للباحث العلمي المطبوع . واقترح عليه رذرفورد أن ينضم إليه للبحث في ظاهرات الأشعاع ، فطار موزلي فرحاً وعاد إلى بيته ومسألة البحث العلمي تحت إشراف رذرفورد تستهويه من بعيد . فلما تخرّج من أكسفورد بعد سنة ، لم يلبث بعد أن حضر احتفال الجامعة وتسلم شهادته منها حتى حزم أمتعته وتوجه إلى معمل رذرفورد في منشيستر فوجد في مباحثه من اللذة المستهوية ما جعله على اعتزال منصب المحاضر الذي عرض عليه في جامعة أكسفورد ، لكي ينفق كل دقيقة من وقته في تجاربه

\*\*\*

كان من حظ موزلي أن تمرّن على البحث العلمي تحت إشراف باحث ألمعي - الأستاذ أرنست رذرفورد . فلما جاء إليه من جامعة أكسفورد بين له هذا نوع البحث ، الذي يجب أن ينصرف إليه أولاً وهو إحصاء عدد الكهارب التي تنطلق من ذرات الراديوم في أثناء انحلاله فكان عند حسن ظن معلمه به . وفي اجتماع الجمعية الملكية الذي عقد في السنة التالية أعلن أن كل ذرة من الراديوم تطلق ما متوسطه كهرباً واحداً قبل انحلالها وكان السروايم كروكس الكيميائي العظيم جالساً في كرسي الرئاسة فأصغى إلى المحاضر الفتى مشدوهاً ، ولما ختم كلامه هنا الرئيس ببراعته في توضيح موضوع عو بص كهذا الموضوع ثم عرض لمسألة علمية دقيقة وهي تعيين مدى الحياة لأحد نبتات عنصر الاكتينيوم وهو

من العناصر المشعة ، ومدى حياة النصفيات منه قصير جداً ، فأقتضى البحث استنباط أدوات دقيقة حساسة جداً لقياسه . ففاز بكل المسألة مع الأستاذ فايانس Pajans البولوني أستاذ الكيمياء الآن في جامعة مونيخ بالمانيا . إذ أثبتنا أن متوسط مدى الحياة لذلك المنبث إلاكتينيومي الخاص ، إنما هو جزء من خمسمائة جزء من الثانية !

وفي السنة التالية أقبل على مسألة أخرى دقيقة ، إذ حاول أن يعرف هل ثمة حدثاً ، لقوة الشحنة الكهربائية في جسم مهزول محتوي على الراديوم . ذلك ان الراديوم يمضي في اطلاق كهاربه - وهي ذرات الكهربية السالبة - فتزداد بذلك شحنة كهربية الموجبة . فبيل ثمة حدثاً لقوة هذه الشحنة الموجبة ؟ فثبت لموزلي أن الراديوم بتقدمه المتوالي لطائفة من الكهارب يصبح ضغطه الكهربائي - أي الفرق بين قوة الشحنة الموجبة وقوة الشحنة السالبة - مائة الف فولط . وان هذا الضغط يمضي في ازدياد حتى يتوقف انبعاث الكهارب منه

وفي خلال ذلك وصل الى دوائر البحث الطبيعي نياً فوز جديد للعلم . ذلك ان ماكس فون لاو الأستاذ في جامعة زوريخ ، كشف عن خاصية جديدة للبلورات لدى تعريضها لأشعة اكس . فاشعة اكس المكونة من أمواج اقصر جداً من أمواج الضوء ( هي أقصر منها نحو عشرة آلاف ضعف ) تتولد من وقوع كهارب على لوح معدني في انبوب كروكس وانها اذا صوّبت الى بلورات من الملح العاذي الصافي تفرقت كأن البلورة لوح محزّز يستعمل لتفريق اشعة الضوء grating . وقد أقبل «السر ولیم براج» وابنه على هذه الطريقة فاستعملها لمعرفة بناء الذرات ، داخل البلورات ، وذلك بامرار اشعة اكس في شرائح رقيقة جداً من الاملاح وتصويرها لدى خروجها بالفوتغراف . فتنبع موزلي مباحث براج وابنه ثم استنبط طريقة لتصوير اشعة اكس الموائدة بوقوع الكهارب على لوح معدني في انبوب كروكس ، والمارة بعدئذ في بلورات . هذا هو نواة البحث العلمي العظيم الذي جعل موزلي بمثابة ضارب الرمل في الكيمياء الحديثة وبها كتب اسمه في عدد العلماء الخالدين

ذلك ان رذرفورد قبيل ظهور مباحث «فون لاو» كان قد ذهب في بناء نواة الذرة مذهباً جديداً فقال ان معظم كتلة الذرة إنما هو في نواتها ، وان هذه النواة مكونة من ذرات عنصر الايدروجين الموجبة ( أي نوى الايدروجين ) ومعها من الكهارب ما يكفي لجعل الذرة متعادلة تعادلاً كهربائياً ، وكان قد وصل في تجاربه الى قياس شحنة كهربية الموجبة في نواة الذرة .

ثم بمساعدة تلاميذه جيجر Geiger ومارزدن Marsden تمكن من حساب عدد الشحنات الموجبة في ذرات الذهب ، وبعض العناصر الأخرى فوجد أن هذا العدد يساوي نصف الوزن الذري تقريباً . فكلما زاد وزن العنصر الذري زاد عدد الشحنات الموجبة على ذرته

على ذلك بنى رذرفورد نظرية جريئة إذ قال : ان الشحنة الكهربية في كل عنصر يجب أن تختلف باختلاف وزنه الذري . فهل تتأيد هذه النظرية بالامتحان الدقيق ؟

هذه هي المسألة التي عهد بها الى موزلي - ابرع تلاميذه واكثرهم ألمعية . فدعاؤه للتشاور معه على وضع خطة للعمل ، فبحثا في جميع وجوهها بحثاً دقيقاً . وكان موزلي يسرف كما تقدم ان الكهارب الواقعة على لوحة معدنية في أنبوب كروكس ، تولد أشعة اكس . وان باركلا Barkla الاستاذ بجامعة لندن كان قد كشف عن طريقة لتمييز طول أمواج أشعة اكس وقوة نفوذها باقامة ألواح من الالومنيوم لامتصاصها . فنال على ذلك جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩١٧ فكان على موزلي بحسب رأي استاذِهِ أن يصنع ألواحاً مختلفة من معادن مختلفة ويطلق عليها الكهارب لتوليد أشعة اكس منها . ثم يجري على طريقة باركلا للموازنة بين أشعة اكس التي تولدها العناصر المختلفة ، ومن ذلك يتوصل الى معرفة طبيعة الشحنة الكهربية في نوى الذرات

\*\*\*

أدرك موزلي خطورة المسألة من البدء وكثيراً ما تحدث الى أمه في موضوعها على قلة رؤيته لها . لأنه كان يقضي معظم وقته في معمله . واذا كانت العبقرية قدرة الانسان على توجيه العناية الى عمله ، فوزلي عبقرى متفوق ، اذ لم يندر أن يلقاه الطلاب المبكرون خارجاً من عمله في الصباح بعد ما قضى الليل كله فيه منصباً على البحث الذي بين يديه . فهو مثل بلينغ على رجل يعمل بحماسة دينية ولا يطلب جزاء إلا العبطة الناجمة عن الانصراف كل الانصراف الى العلم

أخذ أنبوباً من أنابيب كروكس وعلق فيه أمام القطب السالب لوحاً معدنياً . ثم أطلق من هذا القطب تياراً من الكهارب فلما وقعت على اللوح تهيج وولدت أشعة اكس الخاصة به . فجمعت هذه الأشعة في شعاعة دقيقة وصوّبت الى باورة قائمة أمام مطياف ( آلة حلّ النور ) فصور الطيف الحاصل منها وهكذا استنبط لنفسه طريقة لدرس « أشعة اكس » تفوق طريقة باركلا وذلك بادخال نتائج المباحث التي قام بها فون لاو وبراغ

فلما فاز في ذلك صنع الواحاً مختلفة من عناصر معدنية مختلفة مبتدئاً من الألومنيوم ليتمكن من درس الأشعة اكس الخاصة التي يولدها كل عنصر منها وفي الحال بدأت المصاعب تعترض سبيله . ففي كثير من الأحيان كان زجاج الأنبوب يمتص الأشعة السينية ( اكس ) الموجهة في شعاعه الى البورة خارجه . فاضطر أن يفتح في جانب الأنبوب فتحة خاصة لخروج الأشعة . ولكن كان يلزم أن يغطيها بادة لا تمتص الأشعة وتقل الفتحة قفلاً محكماً . لأن الأنبوب يجب أن يكون مفرغاً في داخله . فلتخذ قطعة من غشاء رقيق جداً من أمعاء الثور واستعمله لهذا الغرض . ولكن ضغط الهواء من الخارج عليه وفرغ الأنبوب من الداخل كانا يمزقان الغشاء فكان موزلي يعيد قفل الفتحة بقطعة أخرى منه ويعيد تفريغ الأنبوب من الداخل ويبدأ تجاربه من جديد - عمل ممل يثير الأعصاب ولا يقوى عليه إلا شغوف بالبحث . ولما ظن أنه قد تقلب على كل المصاعب ، وجد أن لابد من وضع جميع الأدوات التي يستعملها في تجربته في اناء مفرغ منعاً لامتصاص أشعة اكس . فقام بما هو مشهور عنه ، من الهمة والذكاء بهذا العمل المعقد

وقضى ستة أشهر لا يعرف للراحة معنى ، فتمكن في خلالها من درس ٣٨ عنصراً بهذه الطريقة - من الألومنيوم الى الذهب - فوجد أن كل عنصر يولد أشعة سينية مختلفة في طول أمواجها عن الأشعة التي يولدها عنصر آخر . ووجد انه كلما زاد وزن العنصر الذري قصرت موجة الأشعة السينية التي يولدها ، وزادت قوة نفوذها للأجسام . ورتب نتائج مباحثه في رسوم بيانية فوضع للعناصر أرقاماً تقابل مكانها في جدول مندليف الدوري ، ووضع أمام كل رقم منها مقلوب الجذر المكعب ، لأطوال الأشعة السينية الخاصة بكل عنصر تقابله ، فثبت له انه اذا رتب العناصر بحسب طول الأمواج في الأشعة السينية الخاصة بها ، صار في الامكان تعيين العدد الخاص لكل عنصر منها ، لأن هذا العدد يكون كالجذر المثلثي من طول الأمواج بالقلب وهو دائماً عدد صحيح . واطلق على هذه الأعداد اسم « الأعداد الذرية » وهي من ١ الى ٩٢

بعد ذلك عاد موزلي الى اكسفورد ليسكن مع والدته : فاعد له الاستاذ تونزند غرفة خاصة للبحث في معمله الطبيعي حيث تمكن من العمل في هدوء واستقلال . هنا أتم بحبه الخطير إذ قال لنفسه : - ما هو المعنى الذي تدل عليه هذه الأرقام وهذه البيانات ؟ فسمع الطبيعة تهمس في اذنيه : - ان في الذرة « كمية » أساسية تزداد ازدياداً مطرداً منتظماً كلما انتقلنا من

عنصر الى العنصر الذي فوقه ، وان هذه « السكوية » لا بد أن تكون الشحنة الكهربية الموجبة على نواة الذرة

\*\*\*

وفي سنة ١٩١٢ لما كان موزلي في السادسة والعشرين من عمره اذاع نتائج بحثه ملخصاً فيها ، في مادته « ناموس الأعداد الذرية » وهيأ للعناصر جدولاً جديداً أقرب الى طبيعة العناصر الأساسية من جدول مندليف وفتح السالم بخريطة لعناصر الكون ، مبنية على الأعداد الذرية الأساسية ، لا على الأوزان الذرية . كان جدول مندليف قد خدم العلماء خمسين سنة وما هو ذا شاب ألمي يدي خريطة جديدة لتكون مفتاحاً جديداً للعالم

فالإيدروجين في جدول كان العنصر الأول وعدده ( ١ ) والأورانيوم العنصر الأخير وعدده ( ٩٢ ) . وليس وراء الأورانيوم عنصر آخر . هذه هي المرة الأولى التي تجرأ فيها عالم على التصريح بمثل هذا . فموزلي قال انه لا يوجد في الكون عنصر غير هذه العناصر الاثنين والنسعين . كان الباحثون في نصف القرن السابق قد اكتشفوا نحو سبعين عنصراً حفل بها جدول مندليف . فأثبت موزلي بناموسه وجهازه ان بعض هذه العناصر ليس عناصر قط . فهناك عنصر « نيونوم » الذي اكتشفه اوجاوى الياباني ليحلّ في المحل الفارغ من الجدول الدوري الذي بعد المنغنيس . ولكن رمزي أثبت أن هذه الدعوى فاسدة . وظلّ الامر معلقاً . الى أن جاء موزلي فأخذ لوحة منه وصوّب اليها الكهارب في انبوب كروكس ووجّه أشعة اكس المتولدة منها الى بلورته ومطيافه فاستخرج له عدده الذري ، ووجد ان لا مكان له في « جدول الأعداد الذرية » . وهكذا نفى وجود عناصر الكورونيوم ، والنيوليوم والكسيويوم والاستيريوم

أضف الى ذلك أن جدول أحدث اتساقاً في ترتيب العناصر لم يكن ممكناً من قبل في جدول مندليف . فوجد مثلاً أن عدد البوتاسيوم الذري ١٩ وعدد الارجون ١٨ مع ان المعروف عن وزنيهما الذريين يجعل ترتيبهما عكس ذلك . وكذلك صحح مواقع الكوبالت والنكل واليود والتلوريوم في الجدول مثبتاً أن الأعداد الذرية هي اشياء أساسية في الطبيعة ، لأن الأخذ بها حلّ كثيراً من المشكلات القديمة وكشف عن كثير من المجهولات ولما سمع الاستاذ جورج اربان Urbain الاستاذ في جامعة باريس نبأ اكتشاف موزلي

هرع الى اكسفورد للاجتماع به . فاربان المثال والموسيقى ، والثمة في العناصر النادرة كان قد تمخير في بعض العناصر التي عثر عليها في الركايات السكندرية وفي رمال كارولينا الشمالية وبعض غرايت جبال الاورال . فبين عنصرى الباريوم والتنتالوم كان خمسة عشر عنصراً متشابهة الصفات ، حتى يكاد يتمذر فصل الواحد منها عن الآخر . وهذه العناصر الخمسة عشرة تعرف « بالانربة النادرة » . واجه مندليف مشكلتها لما شرع في اعداد جدولته الدوري فقال ان تعيين موقعها من اصعب المسائل في الجدول الدوري لأنه لم يجد لها مقاماً فيه

ولم يوفق بعده أحدٌ الى حل مشكلتها . فقال كروكس : « ان الانربة النادرة تميرنا في مباحثنا وفي نظرياتنا وثقافتنا في أحلامنا . انها تمتد امامنا كبحر مجهول ، هازى ، مضال ، متمم رؤى وممكنات غريبة »

أما جدول موزلي فكان فيه أمكنة لكل هذه العناصر من عدد ٥٧ الى ٧١ وكان وجودها هناك طبيعياً ، لا تعمل فيه ولا اصطناع . فدرسه لطيوف أشعة اكس التي تولدها هذه العناصر حل هذه المشكلة القديمة الممتدة . وهذا في حد ذاته عمل عامي عظيم

ذهب اربان الى موزلي وأعطاه كتلة من الركايات المتزجت فيها مقادير ضئيلة جداً من عدد مجهول من عناصر « الانربة النادرة » وقال له قل لي ما هي العناصر التي في هذه الكتلة فلم يطل موزلي انتظار الاستاذ . بل تحول الى جهازه القريب ومضى في عمليته بالطرق التي وصفناها فوق ثم عمد الى دفتره وقام بوضعه حسابات رياضية معقدة ثم التفت الى الحكيم الفرنسي مبيناً سر الكتلة الصغيرة التي قضى في مزجها شهوراً - اذ قال له أن العناصر التي فيها تمثل الأعداد الذرية ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ وهي عناصر الأرييوم Erbium والتوليوم Thulium والأتريوم Ytterbium واللويسيوم Lutecium

دهش اربان - ولكنة أراد أن يتمحن العالم الانكليزي بسؤال أصعب وأدق . فالتفت اليه وقال : هل تستطيع أن تبين لي المقادير النسبية في هذه الكتلة من العناصر المختلفة التي تتركب منها ؟ وجه اليه هذا السؤال وهو يظن أن هنا حجر العثرة . ولكن موزلي أجاب بدقة تركت العالم الفرنسي مشدوهاً فعاد إلى فرنسا يتغنى بألمية هذا الفتى . فلما اتصل به نعي موزلي كتب إلى أرنست رذرفورد ذا كراً زيارته له في اكسفورد فقال : « إنني عجببت وأعجببت لما

زرتة في أكسفورد إذ رجعت شاباً حديث السن قادراً على أن يتم عملاً عظيماً كهذا . ان ناموس موزلي حقق في بضعة أيام نتائج بحثي المتواصل مدى عشرين سنة »

\* \* \*

كان في جدول موزلي ستة أما كن فارغة تقابلها عناصر أعدادها الذرية ٤٣ و ٦١ و ٧٢ و ٧٥ و ٨٥ و ٨٧ وكان مندليف قد توفي سنة ١٩٠٧ ولم يكشف بعد موته عن عنصر واحد منها . ولكن ما كاد جدول موزلي يذيع بين علماء الكيمياء حتى كشف عن أربعة منها ، ذلك أن موزلي كان قد عين طيوف أشعة اكس الخاصة بها وتنبأ بأن « العثور عليها يجب ألا يكون بعيد المنال » . فتحققت نبوءته على أيدي باحثين ساروا في الطريق التي عبدها نبوغه . فكشف الأستاذ جورج هشمي والدكتور كوستر في معمل العالم بوهر Bohr في كوبنهاجن عن العنصر ٧٢ وسماه هفنيوم Hafnium عثرا عليه في ركاز الزركونيوم الذي يشبهه كل الشبه وهو عنصر نادر يؤلف نحو جزء من مائة الف جزء من قشرة الأرض وقد ظل مجهولاً الى أن أبان موزلي السبيل اليه

وفي ١٥ يونيو سنة ١٩٢٥ أذاع الدكتور والتر نوداك Noddack والدكتور ايدا تاك ( Tacke ) اكتشافهما لعنصري المازوريوم Masurium والرينيوم Rhenium وهما العنصران ٤٣ و ٧٥ المجهولان ، بالجري على طريقة موزلي في البحث . وظل العنصر ٦١ الذي يؤلف جزءاً من مليون جزء من قشرة الأرض ممتعماً على الباحثين حتى سنة ١٩٢٦ لما فاز الأستاذ سمث هوبكنز الأمريكي أحد علماء جامعة الينوي ومعاونوه بالكشف عنه ودعوه الينيوم Linnium نسبة إلى ولاية الينوي الأمريكية . وهذا هو العنصر الثاني الذي كشف عنه أمريكي . أما الأول فهو عنصر الايونيوم أحد نظائر Isotopes الثوريوم كشف عنه بولتوود Boltwood

فلم يبق الآن ، بفضل الطريقة التي اكتشفها موزلي واتبعها الباحثون سوى عنصرين مجهولين هما العنصران ٨٥ و ٨٧ ، أما الأول فيجب أن يكون جامداً ، ثقله النوعي كثقل الحديد النوعي ، ولا يذوب في الماء وحرارة انصهاره قريبة من حرارة انصهار القصدير . أما الآخر فيجب أن يكون شبيهاً بالفلزات القلوية وثقله الذري ٢٢٤ وقد قيل أنهما كشفا ولكن ذلك لم يؤيد على ما علمنا

\* \* \*

لما وضع مندليف جدولته الذي قال في صراحة العلماء ، « لقد وضعت هذا الجدول من

دون أية عناية بعلمية العناصر . فهو لم ينشأ قط من الفكرة القائلة بأن كل اشكال المادة ترتد الى أصل واحد ، ولا علاقة تاريخية له بتفكير الفلاسفة الأقدمين . وقصده من هذه الاشارة قول أفلاطون ، ومن ذهب ، مذهبه في العصور القديمة بأن « المادة واحدة »

ولكن في سنة ١٨١٥ ظهرت في « مدونات الفلسفة » رسالة ذهب فيها الكاتب الى أن المادة الأساسية التي قال القدماء بأن جميع ألوان المادة مبنية منها انما هي عنصر الايدروجين وأيد قوله بأنه استخرج الأوزان الذرية لطائفة من العناصر فوجدها أعداداً صحيحة وانها مكورات Multiples عدد وزن الايدروجين . فأوزان الزنك والكور واليوتاسيوم الذرية مثلاً هي ٣٢ و ٣٦ و ٤٥ على الترتيب . فلما اصطدم بأوزان ذرية مكسرة ( أي ذات أعداد غير صحيحة ) حكم بأن الأوزان المستخرجة خطأ وأنه متى أتقت وسائل استخراج الأوزان في المستقبل يثبت أنها أعداد صحيحة

ولو كان صاحب هذا الرأي رجلاً من مكانة برزيليموس أو غيره من كبار علماء ذلك العصر لكان رأيه أحدث هزة في الدوائر العلمية وحمل بعض الباحثين على العناية بدعاه . ولكن الكاتب المجهول كان طبيباً انكليزياً شاباً يدعى وليم پروت Prout فذهب قوله بأن العناصر مركبات مختلفة الدرجات من عنصر الايدروجين كصخرة في واد . ذلك أن حقائق التحليل الكيميائي المسلم بها في ذلك العصر كانت مناقضة لدعواه . أضف الى ذلك أنه هو لم يبحث بحثاً مبتكراً في تحديد الأوزان الذرية بل اعتمد على نتائج الباحثين الآخرين واختار منها ما يوافق رأيه ويؤيده

\*\*\*

على أن مذهب پروت كان بمثابة خميرة صغيرة إذ حمل برزيليموس والكيميائي الباجيكي المشهور جالي ستاس Stas على التدقيق في استخراج أوزان ذرية مضبوطة فظهر من هذه المباحث التي وصلت في تدقيقها الى الرتبة العشرية الرابعة ، ان أوزان طائفة كبيرة من العناصر بعيدة عن أن تكون أعداداً صحيحة . فقال ستاس : « لقد وصلت الى النتيجة بأن مذهب پروت ليس إلا وهماً ، أو هو تصور تناقضه التجارب » . وكذلك عادت الكيمياء فاستقرت مفلة بروت ومادته الأساسية وعاد پروت الى لندن لممارسة الطب فاكشف الحامض الايدروكلوريك في عصير المعدة ثم جاء قرن من الزمن واسمه في طي النسيان

فلما أنجز موزلي بحثه في الأعداد الذرية وظهرت نتائجه الباهرة ، عاد ذكر بروت الى أذهان العلماء . ألا يصح أن يؤيد قوله بنتائج المباحث الجديدة فيثبت أن القول بوحدة العناصر ليس قولاً هراء ؟ ألم يثبت طمس ان الالكاترون موجود في كل العناصر ؟ ألم يثبت رذرفورد بالامتعان ان ذرات الايدروجين موجودة في نوى كل العناصر ؟ وهذا موزلي قد نفذ إلى قلب الذرة وأيد رأي رذرفورد في عدد البروتونات التي فيه وهي ذرات الايدروجين المكهربة كهربائية موجبة فصارت أقوال بروت في ضوء هذه المباحث أقرب إلى العقل . قال بروت « اذا صحت الآراء التي تجرأنا على تقديمها حقاً لنا أن نحسب بروتيل القدماء ( المادة الأساسية التي بنيت منها كل العناصر في رأي القدماء ) هو الايدروجين » . وها هي المباحث المصرية تشير إلى وجود الايدروجين في نوى كل العناصر . ولكن ثمة عقبة جديدة تحول دون التسليم بهذا الرأي هي العقبة القديمة نفسها . ذلك إذا صح أن كل العناصر مركبات مختلفة الدرجات من عنصر الايدروجين فالوزن الذري لكل عنصر يجب أن يكون عدداً صحيحاً وأن يكون مكرراً لوزن الايدروجين الذري . واذن فلا مكان في هذا المذهب لوزن ذري فيه كسور . فكيف نستطيع أن نعمل أوزاناً ذرية كوزن الكارور وهو ٥٣،٤٦ ووزن الرصاص وهو ٢٠٧،٢ ؟

ما أعجب الأداة العلمية التي يمكن بناؤها إذا وفق العلماء . إلى تحليل هذه المتناقضات ! وكانت عقول الباحثين تنفشاها غيوم من الشك . فالسر وليم كروكس أحد كبار الكيميائيين كان قد أشار إشارة جريئة في خطبة له خطبها في مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٨٦ إذ قال : « وأتصور أننا متى قلنا أن وزن الكالسيوم الذري هو ٤٠ عنيانا أن معظم ذرات عنصر الكالسيوم وزنها ٤٠ ثم هناك طائفتان من الذرات وزنهما ٤١ و٣٩ و٤٢ و٣٨ وهكذا » تصور جريء حقاً من أكبر علماء الكيمياء ولا بد من العناية به . أمممكن أن يكون داتن قد أخطأ في قوله ان ذرات كل عنصر كانت من وزن واحد ؟ أمممكن أن تكون ذرات العنصر الواحد مختلفة وزناً ومتشابهة - على الرغم من ذلك - في خواصها ؟ أمصحيح ان كل وزن من الأوزان الذرية التي بنى عليها العلماء ، على أنها ثابتة ، إنما هو متوسط أوزان ذرات العنصر الواحد المختلفة ؟ كان لافوازييه قد قال « العنصر هو مادة لا يستطيع أي تغير يصيبه أن ينقص وزنه » . فهل كان لافوازييه مخطئاً ؟

على ان پول شوتزبرجر كان قد خلص الى نتيجة خطيرة من بحثه عناصر الأتربة النادرة هي أنه من الممكن أن يكون لعنصر واحد ذرات مختلفة . وجاء الراديوم فأثار في عقول المفكرين الشبهات . ثم كشف الاينيوم وهو كالثوريوم في خواصه وقريب منه كل القرب من وزنه الذري . وفي السنة التالية . استفرد المزيوروم فثبت أنه والراديوم شيء واحد من الوجهة الكيميائية ولكنه يختلف عنه قليلاً في وزنه الذري . ولما درست المنبعثات المختلفة من العناصر المشعة ، أخذت تصورات كروكس تتخذ شكلاً غريباً . ولما حلت سنة ١٩١٠ كان نفر من العلماء المعروفين قد جدد العناية بأراء كروكس وأخذ يهوس بها

ولم يلبث صدي قسيم رذرفورد في مذهب انحلال الراديوم حتى جهر بتأييده لرأي كروكس بأن الوزن الذري لعنصر ما إنما هو متوسط اوزان ذراته المختلفة

فلما اجتمع مجمع تقديم العلوم البريطاني في برمنجهام سنة ١٩١٢ قرئت في قسم الكيمياء رسالة في تغير وزن ذرة النيون فقام الأستاذ صدي وأذاع انه وجد نموذجين من عنصر مشع صفاتها الطبيعية والكيميائية واحدة وانما يختلفان في وزنيهما الذريين . وكان الاستاذ رتشرذر - وهو الكيميائي الاميركي الأول حينئذ - قد قاس الوزن الذري للرصاص العادي فوجده ٢٠٧ و ٢٠٦ و ٢٠٥ والذري ٢٠٦ و ٢٠٥ وما من أحد يستطيع الشك في هذه الأرقام ومكانة رتشرذر العاهية قائمة على شدة تدقيقه في القياس وخصوصاً في قياس الأوزان الذرية

وما لبث صدي حتى أعلن رأيه في وجود عناصر ، لكل عنصر منها أكثر من شكل واحد . تشابه هذه الأشكال في خواصها الطبيعية والكيميائية وتختلف في أوزانها الذرية - فدعاها ( أبوتوب ) أي العناصر التي تقع في مكان واحد وترجمها المقتطف بلفظة « النظائر »

أي انقلاب هذا في علم الكيمياء ! ماذا بقي من نظريات الكيمياء السابقة ؟ هل كانت مبنية على رمل فانهار ؟ يقال أن الاستاذ رنج Runge - وهو من أسانيد جامعة غوتنجن - قال يوم اكتشف الراديوم : ان الطبيعة تزداد تشويشاً كل يوم . ترى ماذا يقول لو سمع بنظائر صدي ؟ كل بحث في أركان الكيمياء يخرج قطعاً بالية جديدة بالنبد . أفلا يترك العلماء الأمور مستقرة على حالها قط ؟

وتردد علماء الكيمياء في قبول هذه الآراء الجديدة . ألم يتعلموا هم ومن قبلهم أن للعناصر

أوزاناً ذرية لا يناطها التفسير؟ بل أن رتشرز نفسه كان قد دعاها « أهم الكميات الثابتة في الكون ». فقد كانوا يعتقدون ان ذرات كل عنصرٍ منها تختلف مصادر العنصر أو طرق تحضيره ، لها وزن واحد لا يتغير . فإذا كانت أوزان العناصر الذرية غير ثابتة فكل الأعمال المبنية على الحسابات الكيميائية أشبه ما يكون ببيت من الورق

هل القول بهذه « النظائر » اختلاق وتصور ، أو هو سبيل لتفسير الكسور في أوزان الكلور ، والريصاص ، والنيون ؟ فقد يكون الكلور المعروف لدى العلماء بأنه عنصر بسيط ، مركباً من نظائر عديدة . وقد يكون الوزن الذري لكل عنصر ( نظير ) عدداً صحيحاً ، وان متوسط هذه الأعداد الصحيحة هو منشأ الكسور في وزن الكلور . أتجد في هذا تعاملاً للتناقض بين مذهب بروت - الفائل بأن الأوزان الذرية أعداد صحيحة لأنها مكررات وزن الايدروجين - وبين الأوزان الذرية المعترف بها وفي بعضها كسور ؟

\* \* \*

اتجهت أنظار العالم العلمي ، الى معمل كافنديش بجامعة كمبردج للموز بالقول الفصل إذ لا بد من ابداع طرق جديدة للبحث . وتاريخ العلم الحديث أثبت أن هذا المعمل مقر التجارب الجريئة الخارجة على الطرق المسبودة

في ذلك الوقت تان السرجوزف طمسن وتلاميذه قد أتقنوا طريقة حل الذرات باطلاق الأشعة الموجبة عليها . وفي هذا المعمل أقدم تلميذ آخر من تلاميذ طمسن على حل مسألة علمية معقدة . كان هذا الشاب فرنسيس وليم استن والمسألة مسألة طبيعة النظائر . أما طريقة « الحل بالأشعة الموجبة » فهي أن تأخذ انبوباً من أنابيب كروكس وتضع فيه قدرأ ضئيلاً من غاز معين ويكون مهبط الأنوب مثقوباً . فيتولد في الأنوب عدداً أشعة المهبط التي تتولد عادة ، بحار من دقائق مكهربة كهربائية موجبة . فأدرك طمسن أن هذه المجاري ليست سوى ذرات الغاز المكهربة ، بعد تجردها من كهربائها أي انها ايونات الغاز . وأدرك كذلك ان هذه الاشعة الموجبة سبيل لامتحان رأي صدي في النظائر . وكيف ذلك ؟ قال : اذا كانت هذه الدقائق منطلقة من عنصر واحد ، وكان لذرات هذا العنصر أوزان مختلفة ، فلا يصعب ابتكار طريقة تفصل الذرات بعضها عن بعض . وهذه الطريقة هي استعمال مجال مغناطيسي كهربائي قوي فيختلف جذبها للذرات وانحرافها باختلاف أوزانها

أقبل أستن على استعمال هذه الطريقة وأكسب عليها حتى أتقنها . فكان يأخذ تياراً من أشعة موجبة صادرة من عنصر خاص ، ويمرّها في مجال منطاطيسي كهربائي قوي فتتحرف الايونات عن مسيرها المستقيم . فاذا كانت الذرات من أوزان ذرية متساوية كان الانحراف واحداً لتيار الأشعة بكامله . واذا كان التيار مؤلفاً من ذرات مختلفة الأوزان ، انحرف بعضها أكثر من بعض ، بحسب كبر الوزن الذري وصفره . ثم تصوّر هذه الانحرافات ، ومن درس الصور تستخرج نسب الذرات التي من أوزان واحدة بعضها الى بعض

بدأ أستن باستخدام العناصر التي في أوزانها الذرية كسور . فعمد الى غاز النيون ، فثبت له في نوفمبر سنة ١٩١٩ أن لغاز النيون نظيرين . ووجد أن النيون مؤلف من ٩٠ في المائة من ذرات وزنها الذري ٢٠ وعشرة في المائة من ذرات وزنها الذري ٢٢ فوزنه الذري لمزيج هذين ٢٠ و٢ وهو وزنه المسام به في كتب الكيمياء

وبعد بضعة أسابيع ثبت أن لعنصر الزئبق ستة نظائر . ومن ثم أخذ العلماء في معامل البحث الكيميائي يقنقون أثر استن واستاده . وقبل انقضاء سنة ظهرت نظائر الارجون والكربون والزينون . وتلتها الأدلة على وجود نظائر البور والسلكون والبروم والكبريت والفصفور والزنيخ . ثم أعلن ديمستر الكندي أن للمجنيزيوم ثلاثة نظائر ومن ثم أخذت وسائل البحث تعدد ، وتفنن ، فثبت أن للكالور نظيرين أحدهما وزنه الذري ٣٥ والثانية ٣٧ ووزن مزيجهما الذري ٥٣ و٦٤ . وقد ثبت أخيراً أن للايدروجين نظيراً واحداً على الأقل وفي سنة ١٩٢٢ لما ظهر أن الأدلة كلها تشير الى أن الأوزان الذرية يجب أن تكون أعداداً صحيحة - منح أستن جائزة نوبل الطبيعية

\*\*\*

عوداً الى رأي بروت ! لقد أصبح لدى العلماء أدلة يستندون اليها . فقد اخترع موزلي طريقة لاحصاء عدد البروتونات في نوى الذرات . وأثبت رذرفورد أن النوى لا تحتوي إلا على هليوم وايدروجين . وبرهن استن - ومن جرى مجراه - على وجود النظائر ، وان الأوزان الذرية في هذه النظائر أعداد صحيحة . لقد تمّ الانقلاب في نظرنا الى الذرة كما صورها دلتن . ومعظم هذا الانقلاب يرتدّ الى « ناموس الأعداد الذرية » الذي أبدعه موزلي . واذا فقد قامت الأدلة على ما قاله أفلاطون بأن « المادة واحدة »

# رذرفورد

ويظن انه استطاع أن يشطر بها نواة ذرة الايدروجين الى شطرين . وأنه إذا صح ذلك فهو أهم من الحرب . ولكنه ، وهو العالم الحذر ، طالب أن لا يذاع نبأ هذه التجارب ، لأنه لم يتثبت بعد من تفسير النتائج التي توصل اليها . وقد كان حذره في محله ، لأن البحث أثبت أن رذرفورد لم

يشطر نواة الايدروجين في تلك التجربة بل قذف البروتونات من ذرات النيتروجين والالومنيوم وغيرها من العناصر الخفيفة . فكان بذلك أول إنسان أدرك الطريقة التي تحول

ERNEST  
RUTHERFORD

••••• ١٨٧١

العناصر بعضها الى بعضها

•••

وُلد رذرفورد في زيلندا الجديدة وتلقى العلوم في معاهدها . فلما أتم دراسته الجامعية في وطنه ، كانت جامعة كمبرج قد ابتدعت بدعة جديدة . ذلك أنها قررت أن تقبل في عداد الطلاب الباحثين ، خريجي الجامعات

من المسام به بين أصحاب الرأي العلمي أن اللورد رذرفورد أمير علماء الانكليز العالمين الان ، وأكبر عالم طبيعي مجرب experimental scintiste في هذا العصر . يبدو لك هذا التفوق عندما تراه . فهو مديد القامة ، قوي البنية ، فخم الصوت ، وقد وصفه نيلز بوهر بقوله ان « نشاطه فد ولا ينضب

معينه » . فاذا عدوت مجرد رؤيته الى الاطلاع على مباحثه ونتائجها تبينت فيه ما كانت قلما تتاح للناس وقد روى الدكتور كارل كطمان مدير معهد ماستشوسناتس الصناعي ،

انه عهد اليه في خلال الحرب الكبرى ، أن يعرض على خبراء الانكليز والاميركيين جهازاً كان الفرنسيون قد اخترعوه لمعرفة مواقع الغواصات . وكان رذرفورد أحد خبراء الانكليز . فبعث بكلمة الى الاستاذ بمسند يقول أنه يعتذر عن تأخره ، بوجود البقاء في معمله قايلاً لاتمام تجارب كان قد بدأها

الآخري ، في انجلترا أو خارجها ، فكانت أول من انتظم فيها وفقاً لهذا النظام الجديد ،  
رذرفورد ، وقد أتاه من زيلندا الجديدة ، وتونزد ، وقد جاءها من كلية ترنتي بدبلن عاصمة ايرلندا  
وصلا الى كبردج في يوم واحد من أيام اكتوبر سنة ١٨٩٥ ، ولو أن مجلس الجامعة  
أراد أن يتخير أنبغ الطلاب ، ليسدل باختيارهم على فائدة النظام الجديد ، لما استطاع أن يتخير  
طالبين أنبغ من رذرفورد ، وتونزد

وما كاد رذرفورد ينتظم في تسم المباحث الطبيعية بجامعة كبردج حتى جدد عنايته  
ببحث كان قد بدأه وهو في زيلندا الجديدة ، يدور على اتقان طريقة جديدة لاكتشاف  
الأشعة اللاسلكية . كان قد وجد أن ذبذبة التيارات الكهربائية ، تحدث نقصاً في مناطيدية  
سلك فولاذي ممغنط ، وان التيارات الكهربائية التي تحدثها أمواج الراديو ، تكن اكتشافها أو  
تبينها بأثرها في الاسلاك الفولاذية الممغنطة . وقد تمكنت جامعة « كبردج » بهذه الطريقة  
من احراز قصب السبق ، في التقاط الاشارات اللاسلكية على أبعد مدى معروف حينئذ  
وكان ميلين !

كان طمس مدير المعمل ، قد راقبه في المعمل ، فرأى بأية لباقة وبراعة يجرب التجارب  
العلمية . فدعا لمساعدته في تجاربه بامرار التيارات الكهربائية في الغازات

كانت الأشعة السينية قد اكتشفت على يدي « رنتجن » في السنة التي انتظم فيها رذرفورد  
في جامعة كبردج . فهاله ما انطوت عليه من المعجائب ، وأدهشه فعلها في اظهار عظام الجسم ،  
وتصويرها صوراً لا أجسام ، تحجبها ألواح من الفولاذ . هذه ظاهرة طبيعية جديدة لا تمت إلى  
طبيعة القرن التاسع عشر بصلة . فأقبل عليها العلماء ، بنشاط عجيب ، يبحثون خواصها العجيبة  
وكان من أشهر ما انصفت به ، أن اختراقها للهواء يكهرب الهواء ، أي يجعله موصلاً جيداً  
لل كهربائية . وقد لا ننالي ، اذا قلنا أن هذه الخاصة من خواصها ، كانت من أبعدهم الظواهر  
الجديدة المتصلة بها ، أثراً في ارتقاء علم الطبيعة الحديث

كان من المتعذر على العلماء ، أو بالحري من أشق الأمور عليهم أن يكهربوا الهواء . فلما  
اكتشفت الأشعة السينية سهل ذلك عليهم . فعمد طمس حال اكتشافها الى استعمالها في  
مباحثه التي تدور على سير التيارات الكهربائية في الغازات ، وعهد الى رذرفورد في مساعدته .  
فهذا بذلك الطريق الى اكتشاف الألكترون سنة ١٨٩٧

في خلال هذه السنوات الثلاث ، عب رذرفورد قواعد العلم التي وضعها أعلام معمل كافنديش ، فتحول من مجرد باحث علمي الى عالم خبير الرأي وكان من آثار الأشعة السينية ، عددا ما تقدم ، أنها كانت سبيلاً الى اكتشاف ظاهرة الاشعاع . ذلك انه بعدما أعلن رنجن اكتشافه ، أخذ العلماء يبحثون عن أشعة مماثلة لها في نواح مختلفة من الطبيعة . وكان من الطبيعي أن تفحص الاجسام المفصولة التي تتألق في الظلام . فاكشف بكرل سنة ١٨٩٦ أن معدن الاورانيوم يطلق أشعة تؤثر في اللوح الفوتوغرافي ، ولو كان الفاصل بين المعدن واللوح كشيئاً يحجب النور ، ويحول دون تأثير اللوح به وبمدا قضى رذرفورد أربع سنوات في معمل كافنديش ، عين امتداداً للطبيعة في جامعة ماكجل بكندا ، وكان عمره حينئذ ثمان وعشرين سنة . فاختر أن يوجه بحثه الى ميدان الاشعاع وكان له من قسم الطبيعة في الجامعة ، ما يهد له سبيل البحث

\* \* \*

كان مكتشفو الاشعاع من علماء فرنسا يميلون الى تفسير الاشعاع تفسيراً كيميائياً ، والى دراسته بالأسلوب الذي كشف به أي بالتصوير الشمسي

فراى رذرفورد أن ظاهرات الاشعاع المعقدة ، لا يمكن أن يماط اللثام عن خفاياها بأساليب العلماء الفرنسيين . فعزم على أن يتدع أساليب كهربائية ، ومقاييس كهربائية لدراستها ، وان يعني بناحيها « الكمية » ، لا بناحيها « النوعية » فقط . وكان له من خبرته السابقة في استعمال الأدوات الكهربية ما يمكنه مما يريد . وقد دلت التجارب التي ابتدعها ، والأدوات الكهربية التي استنبطها لاستعمالها في هذه التجربة ، ان عبقرية كانت ملائمة كل الملائمة لهذا النوع من الدراسة ، ولهذا الطريقة من البحث . فكان الموضوع ، والرجل الصالح لتحقيقه ، ظهرا معاً

كان الاستاذ كوري وزوجه ، قد اكتشفا البولونيوم ، والراديوم سنة ١٨٩٨ ، وكان شمدت قد كشف فعل الاشعاع في عنصر الثوريوم . فدهش العلماء هذه المكتشفات العجيبة . ولكن طريقة الاشعاع وفهم مقتضياته ، ظللاً موضوعين محاطين بستار من الغموض . ولما كانت هذه الظواهر الطبيعية الجديدة ، معقدة ، ولا عهد للعلماء بما يماثلها من قبل ، تعدد القول فيها واختلاف الرأي ، فالعلماء الفرنسيون أسندوا الاشعاع الى ذرات العناصر المشعة ، ولكنهم عجزوا

عن أن يبينوا كيف تظهر هذه الخاصية في الذرات . فقال أحدهم ان ذرات العناصر المشعة تستطيع أن تفقد الطاقة من الاثير ، ثم تطلقها كأشعة

وفي سنة ١٩٠٠ اكتشف رذرفورد أن عنصر الثوريوم ، يطلق غازاً وأن هذا الغاز مشع كذلك . وكان العلماء قد وجدوا حتى مطلع القرن العشرين أن ما ينطلق من المواد المشعة محصور في الغالب في كهارب ، وأشعة أخرى ، لم يعلم حينئذ ما هي . فقال رذرفورد ان هذا الغاز المنطلق من الثوريوم ، تابع من الناحية الكيميائية ، لفازات الجديدة التي اكتشفت في الهواء أي الهليوم والارجون وغيرها

فكان كشف هذه الحقيقة - أي ان المواد المشعة تطلق أو تفقد أجساماً مادية - الخطوة المنظمة الأولى ، نحو فهم ظاهرة الاشعاع على حقيقتها . فإذا كانت ذرات العناصر المشعة تطلق أجساماً مادية ، وجب أن تكون هذه الذرات آخذة في الانحلال . لأن تفقد الطاقة من الأثير في دقائق مادية كالدقائق المنطلقة من المواد المشعة غير محتمل . وبعد ما أثبت رذرفورد هذه الحقيقة ، أخذ في دراسة الغاز وتحليله وابتدع في سبيل ذلك تجارب غاية ما تكون في الدقة والابداع . والرسائل التي نشرت له في المجلة الفلسفية سنة ١٩٠٢ تدل على ان مواهبه العقلية وخاصة ما يتصل منها بالبحث العلمي ، ليست من المواهب المألوفة بين الناس

في سنة ١٨٩٩ أثبت رذرفورد ان الاشعاعات المنطلقة من اكسيد الاورانيوم تحتوي على ضربين من الاشعاع ، اطلق على أحدهما اسم « أشعة الفا » وعلى الثاني اسم « أشعة بيتا » وقال ان « أشعة بيتا » مؤلفة من كهارب تستطيع أن تخترق ألواحاً كثيفة من المادة وتنعرف بالجذب المغناطيسي . أما أشعة الفا فأقل اختراقاً للأجسام ، من أشعة بيتا ، وأقل انحرافاً منها بالجذب المغناطيسي . وبعد ذلك أثبت انه يمكن حرف أشعة الفا في مجال شديد المغنطة ، وانها في الواقع تحتوي على ذرات الهليوم ( راجع وصف التجربة البديعة التي أثبت بها ، انها ذرات هليوم في صفحة ١٧٥ من هذا الكتاب ) . ثم اكتشف ضرب ثالث من الأشعة ينطلق من المواد المشعة ، وهو شديد الاختراق للأجسام ، يشبه الأشعة السينية في ذلك ، فدُعي « أشعة جماً » . إلا أن الدليل العلمي على ان « أشعة جها » تشبه الأشعة السينية لم ينهض ، إلا في سنة ١٩١٤ عند ما طبق رذرفورد طريقة فون لاو في تفريق الأشعة باستعمال البلورات أو الالواح المحززة

في سنة ١٩٠٢ قبل أن يعرف أن « أشعة الفا » مؤلفة من ذرات الهليوم ، اقترح رذرفورد وصُدي نظرية لتفسير حقائق الاشعاع المعروفة ونشرا رسالتهما في المجلة الفلسفية . وقد ثبتت هذه النظرية بالبحث ، لأن جميع الحقائق الجديدة التي اكتشفت أيديتها ، وأمكن ادماجها في نطاقها . قالوا : - « لما كان الاشعاع ظاهرة ذرية ويصحها في الوقت نفسه تغيرات كيميائية ، تبرز فيها ضروب جديدة من المادة ، فلا بد أن تكون هذه التغيرات حادثة داخل الذرة ، ولا بد أن تكون العناصر المشعة تتحول تحولاً ذاتياً . وقد أثبتت النتائج التي حصلنا عليها حتى الآن أن سرعة هذا التحول لا تتأثر بأية حال من أحوال الذرة ( كالضغط والحرارة ) فمن الواضح أن التغيرات التي تقدم ذكرها ، تختلف عما عالجته الكيمياء حتى الآن من وجوه التغير الطارئة على المادة . فنحن إذن امام ظاهرة خارجة عن النطاق المعروف عن الطاقة الذرية . واذن يجب ان نحسب الاشعاع Radio-activity مظهراً من مظاهر التغير أو التحول الذري Sub-atomic

بهذه العبارات البسيطة الفخمة وصف رذرفورد وصُدي مكتشفاً من أعظم المكتشفات العلمية الحديثة ، نعي نشوء المادة وتطورها . ففتح هذا الاكتشاف ميادين واسعة امامها فتقدما فيها بخطوات راسخة وبصر نافذ ، هما وليدا العظمة العلمية الحقيقية . وقد اتبعا العبارات المتقدمة بالعبارة التالية : - « فالأمل المعقود على أن يكون الاشعاع سبيلاً إلى معرفة أفعال التحول الكيميائي داخل الذرة ليس أملاً غير معقول »

ومما يستوقف النظر في كل هذا أن ظاهرات الاشعاع المعقدة كل التعقيد ، بسطت خير تبسيط في هذه العبارات . خذ مثلاً على ذلك قليلاً من الاورانيوم : فإنه يفقد نصف فعله الاشعاعي بعد انقضاء ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ سنة . وما يتبقى منه مادة مشعة نصف حياتها ٢٤ يوماً وستة أعشار اليوم . وهذه تنحل إلى مادة نصف حياتها دقيقة و ١٥ في المائة من الدقيقة ، وما يتبقى من هذه ينحل إلى مادة نصف حياتها مليوناً سنة ، وهذه تنحل إلى مادة نصف حياتها ٦٩ الف سنة ، وهذه إلى مادة نصف حياتها ٣٨٥ اليوم وهذه إلى مادة نصف حياتها ثلاث دقائق ثم إلى أخرى نصف حياتها ٢٦٨٨ الدقيقة فإلى أخرى نصف حياتها ١٩٥ الدقيقة فإلى أخرى نصف مدى حياتها  $\frac{1}{1000000}$  من الثانية فإلى أخرى لم يعرف مدى حياتها معرفة مضبوطة ، فإلى أخرى نصف حياتها ١٦٥٥ السنة ، فإلى مادة نصف حياتها ٥ أيام ، فإلى أخرى

نصف حياتها ١٥٠ يوماً فإلى عنصر مستقر لا يتغير . فإذا أخذت قليلاً من الاورانيوم ، وتركته وشأنه ينحلُّ ويتحوّل ، لا يلبث أن يصبح مجموعة من المواد ، كلُّ منها آخذة في سبيل الانحلال . وكلُّ منها ، إلا المادة الأخيرة المستقرّة ، تطلق أشعة مختلفة شكلاً وطاقة . فليصوّر القارىء المصاعب التي يصادفها الباحث عند تناوله مادة تتحوّل إلى مادة أخرى بعد دقائق أو بعد  $\frac{1}{1000000}$  من الثانية !

الاتّيجد أن الثقة التي تحمل بها كلمات رذرفورد وصّدي ، وأنت تعلم شيئاً عن التغير المستمر في المواد المشعة ، من الفرائب ؟

وفي سنة ١٩٠٧ عين رذرفورد أستاذاً للطبيعة في جامعة منشستر وفي سنة ١٩٠٨ منح جائزة نوبل الكيميائية وهو لا يزال في السابعة والثلاثين . وقد منح جائزة الكيمياء لاجائزة الطبيعة ، لأن الاشعاع كان لا يزال في نظر القوم ، ظاهرة كيميائية لا ظاهرة طبيعية . وبمنحه هذه الجائزة ، انتهت المرحلة الأولى من حياته الحافلة ، وفيها كشف السبيل إلى فهم عملية الاشعاع . وذلك وحده كافٍ لتخليد اسمه في تاريخ العلم

أما المرحلة الثانية من حياته فتتم بين سنتي ١٩٠٧ و ١٩١٩ وهي السنوات التي قضاهَا أستاذاً في جامعة منشستر . في خلال هذه المدة وقف رذرفورد عبقريته على النفوذ من طريق الاشعاع إلى معرفة ما يحدث داخل النواة من التغير الكيمياء كما أمّل سنة ١٩٠٢ . فكانت آثاره العلمية في هذه المرحلة أفخم وأروع من آثاره في المرحلة السابقة

فبعد ما أخرج رذرفورد وصّدي نظريتهما في التحوّل الذاتي في النواة تفسيراً لظاهرة الاشعاع ، عكف رذرفورد في منشستر على درس اشعة الفا ، بيتا ، وغمّا ، دراسة مفصّلة . كان قد اكتشف اشعة الفا سنة ١٨٩٩ ثم أثبت أنها تيارات من ذرّات الهليوم أو بالحري من نوى الهليوم . ثم أثبت ان اشعة بيتا هي تيارات من الكهارب ، سالبة الشحنة الكهربائية . والفرق بين الضربين من الأشعة كان عظيماً ، لأن نواة الهليوم تفوق الكهرب ثمانية آلاف ضعف وزناً . وشحنتها الموجبة ، ضعف شحنة الكهرب السالبة

كان طمسن قد جرى في سنة ١٩٠٤ على طريقة استكشاف داخل النواة باستعمال أشعة أوتيارات من الدقائق أو الامواج فيين أنه يمكن تعيين عدد الكهارب في ذرّات مختلفة من طريقة تفریق هذا الذرات - في لوح ، وؤلف منها مثلاً - للدقائق أو الامواج الموجّهة اليها .

وقد فاز طامسز ديازوة على ذلك بتعيين العلاقة بين عدد الكهارب من ذرة عنصر ما ، ومقام ذلك المنصر في الجدول الدوري

ولسكن العلماء في ذلك الوقت عجزوا عن تصوّر صورة للذرة تفي بجميع الحقائق الجديدة التي أثبتتها البحث ، فكان لا بدّ من كشف حقائق أخرى حتى يتم تأليف الصورة المرجوة منها . فرأى رذرفورد ، ان استعمال دقائق الفا على طريقة طامسز ، قد تسفر عن كشف حقائق جديدة لا يمكن الحصول عليها باستعمال أمواج الضوء أو الكهارب لحفنها وسهولة انحرافها . ولا يخفى أن كتلة دقيقة الفا ، تفوق كتلة الكهرب ثمانية آلاف ضعف . فأخذ يعدّ العدة لاستطلاع أسرار الذرة بإطلاق دقائق الفا على الذرات . فوجد أن بعض هذه الدقائق تخترق لوحاً رقيقاً من المادة في خطوط مستقيمة ، وبعضها يخرج من الناحية الثانية وقد انحرف قليلاً . وقليل منها يرتدّ . وهذه الدقائق المرتدّة عجز عن فهم ارتدادها . وقد روى نيلز بوهر انه عند قدومه إلى منشستر للاشتغال في معمل البحث الطبيعي في جامعتها - وهو المعمل الذي كان يشرف عليه رذرفورد - علم من هتسي ان رذرفورد كان قد قال لموزلي ، أنه لولا ارتداد هذه الدقائق لاستطاع أن يفهم فهماً جيداً قصرّف دقائق الفا عند اطلاقها على ذلك اللوح الرقيق . ومع أن العدد المرتد من هذه الدقائق كان يسيراً جداً ، أحسّ رذرفورد أنه لا يمكن أن يتجاهله

فكتلة الدقائق كبيرة بالقياس إلى كتلة الكهارب ، وطاقتها عظيمة . فاي شيء يستطيع أن يردّها على أعقابها بطاقة عظيمة ؟ لا بدّ أن يكون هذا الشيء ، جسماً راسخاً كبير الكتلة . يضاف إلى ذلك أنه لاحظ أن الدقائق التي تنفذ اللوح منحرفة ، كان انحرافها أقلّ مما ينتظر . وهذا دلالة على أن المساحة التي يشغلها ذلك الجسم المفروض الذي يردّ الدقائق على أعقابها ، يجب أن تكون أصغر مما ينتظر . فنظر « رذرفورد » في الدقائق المنحرفة وتوزيعها ومدى انحرافها ، وحسب حجم ذلك الجسم ، فوجده أصغر من حجم الكهرب . وإذا فهذا الجسم الذي يردّ الدقائق على أعقابها أصغر حجماً من الكهرب وأعظم كتلةً منه . وفي سنة ١٩١١ أخرج رذرفورد نظريته القائلة بأن هذا الجسم ، هو نواة الذرة . فتصوّر الذرة مؤلفة من نواة دقيقة ، تحتوي على معظم وزن الذرة ، وحولها تدور الكهارب على أبعاد مختلفة ، وان الشحنة الكهربائية على النواة شحنة موجبة ، وان الكهارب وشحناتها الكهربائية سالبة ، تعدل شحنة النواة الموجبة فتصبح الذرة

متعادله أو محايدة neutral . وإذن فكثافة النواة العظيمة وشحنتها الموجبة ، تمكنها من ردّ دقائق الفا ذلك الرد المنيّف

وهما يستوقف النظر في نظرية رذرفورد هذه ، انه اقترحها وهو يعلم انها مناقضة للنواميس الميكانيكية المسلّم بها ، كما وضعها غليليو ، ونيوتن . وقد قال إدنجتن ، ان اقتراح رذرفورد ، صورة للذرة لا تتمق والنواميس الميكانيكية النيوتونية ، كان أجراً اقترح في تاريخ العلم الحديث . هذه الصورة الذرية التي اقترحها رذرفورد ، فسرت خواص الذرة الطبيعية واستقرارها ولماذا لا تتأثر بالتفاعل الكيميائي . فالتفاعل الكيميائي يقتصر في تأثيره على الكهارب في مناطق الذرة الخارجية ، ولكنه لا يؤثر مطلقاً في معقلها الداخلي وهو النواة

وكان بين تلاميذ رذرفورد وأعوانه في منشستر شاب دغمكي يدعى نيلز بوهر . فتناول الصورة الذرية التي اقترحها رذرفورد ، معجباً بما فسره من الحقائق المعروفة ، آسفاً أنها لا تتمق والنواميس الميكانيكية المسلّم بها . تناولها وغرضه أن يبحث عن طريقة يوفق بينها وبين تلك النواميس . وبعد بحث نظري عويص ، بين « بوهر » أن الصورة المقترحة تصالح اذا طبقت عليها نواميس الكونتم ، لا نواميس نيوتن الميكانيكية . أي أن التغيرات الذرية لا تحدث حدودياً متصلاً ، بل تحدث في نبضات صغيرة . فلما وفق « بوهر » بين ذرة رذرفورد ونواميس الكونتم ، استطاع الباحثون في الحال أن يفسروا طائفة من الظاهرات الطيفية (السبكروسكوبية) التي كان تفسيرها متهذراً عليهم . واذا كان زملاء رذرفورد الشبان ماضين في تحقيق صورته الذرية من الناحية النظرية ، وصلتها بالنواميس المعروفة ، كان هو مقدماً على استعمال دقائق الفا ، التي مكنته من اكتشاف نواة الذرة ، استعمالاً طريفاً ممكنه من تغيير بنائها في بعض العناصر أطلق هذه الدقائق على ذرات بعض العناصر الخفيفة كالنتروجين والالومنيوم . فلاحظ وجود ذريرات مادية ، في أماكن خارجة عن نطاق دقائق الفا وفعالها . وكان مشغولاً بهذا البحث ، لما دعي الى كمبردج ليشغل كرسي كائندش للطبيعة التجريبية الذي خلا باستقالة أستاذه السرجوزف طمسن . فأتمّ البحث في معمل كائندش بكمبردج إذ أثبت أن هذه الذريرات ليست الا كيمراً ، من ذرات النتروجين ، والالومنيوم ، بعد تحولها بوقع دقائق الفا عليها . وفي سنة ١٩١٩ نشر وصفاً لأشهر تجاربه على الاطلاق ، وهي تجاربه في تحويل العناصر كان يومها في الثامنة والأربعين من العمر ، وورائه مرحلتان من البحث العلمي حافلتان

بالمجانب ، فكان يتندر على الباحث أن يصدق حينئذ أن هذا العالم مقبل على مرحلة ثالثة حافلة  
بحفولة المرحلتين السابقين . ولكنه في سنة ١٩٢٠ التي الخطبة البيكرية في الجمعية الملكية ،  
وبعد ما وصف تيجار به في تحويل العناصر ، تحدث عما يعرف عن نواة الذرة ، فتلها بوجود دقيقة  
جديدة ، غير الاكترون ، والبروتون ، ووصف الخواص التي يجب أن تتميز بها . وبعد انقضاء  
إحدى عشرة سنة على تلك الخطبة ، اكتشف مساعده شديك ، تلك الذرة ودعيت النوترون  
( المحايد ) وثبت أن خواصها هي الخواص التي تنبأ بها رذرفورد في سنة ١٩٢١

وقبل أن يفيق العالم العلمي ، من دهشة اكتشاف النوترون ، أذيع نبأ اكتشاف آخر ، تم في  
معمل كافندش ، وذلك ان الباحثين كوكروفت وولطن ، أتوا أول تحويل للعناصر باستعمال الآلات  
ومن دون الاستعانة بدقائق الفا المنطلقة من العناصر المشعة . كان رذرفورد قد استعمل دقائق  
الفا في تحويل العناصر سنة ١٩١٩ ولكن كوكروفت وولطن ، استنبطوا طريقة تمكنهما من امرع  
الذرات حتى تبلغ طاقة انطلاقها طاقة دقائق الفا . وكانت طريقتهما هذه تفضل طريقة رذرفورد  
الاولى . في أنه كان في وسعهما ، إطلاق عدد كبير من هذه الذرات السريعة ، حالة أن رذرفورد  
كان يعتمد على دقائق الفا المنطلقة انطلاقاً طبيعياً وقد كان عدد المناطق منها محدوداً بتدار  
المواد المشعة الثمينة المتاحة له . وهذا المقدار لا بد أن يكون قليلاً ، لندرة المواد المشعة وغالطها  
يضاف الى ذلك ، أن نوى الذرات مؤلفة من أجزاء مرتبطة بعضها ببعض ، بطاقة عظيمة  
ففضلتها بعضها عن بعض أو تحطيم النواة - وهذا ملازم لتحويل الذرة - يطلق جانباً من الطاقة  
الكامنة في الذرة . وقد يظن أن كوكروفت وولطن - حققا بماهما هذا الحلم القديم ، بإطلاق الطاقة  
الكامنة في الذرة لاستعمالها بدلاً من أنواع الطاقة المستعملة الآن في الصناعة . ولكن جهازها  
لا يصلح لذلك . نعم ان البروتون الذي يحل ذرة الليثيوم مثلاً ، يطلق من الذرة طاقة أعظم  
من الطاقة التي اندفع بها البروتون . ولكن بروتوناً واحداً من ملايين البروتونات يصيب ذرة  
الليثيوم ويحطها ، والطاقة اللازمة لإطلاق جميع البروتونات المنطلقة أعظم جداً من الطاقة الخارجة  
من الذرة عند حاتها . فالمسألة لا تعدو حدود البحث العلمي الآن .

فإطلاق الطاقة الذرية ، واستعمالها لا يزالان في أطواء المستقبل . ولكن إذا أتيح للانسانية  
بعد عقود من السنين أو قرون ، أن تمتح من معين الطاقة الذرية ، فلا ريب في أن الأجيال  
المقبلة تلتفت حينئذ الى القرن العشرين ، وتقول ان رذرفورد هو الرائد الذي مهد لها الطريق