منجد صقر

وتحكي الكيمياء...

الفارابي

وتحكي الكيمياء...

منجد صقر

وتحكي الكيمياء...

دار الفارابى

مكتبة يوسف الألكترونية
لنشر وترويج الكتبpdf
يوسف الرميض

الكتاب: وتحكي الكيمياء...
المؤلف: منجد صقر

الناشر: دار الفارابي - بيروت - لبنان
ت - (01)301461 :فاكس(01)307775 :
ص.ب - 11/3181 :الرمز البريدي1107 2130 :
www.dar-alfarabi.com
e-mail: info@dar-alfarabi.com

الطبعة الأولى: حزيران**2016**

©جميع الحقوق محفوظة

تباع النسخة إلكترونياً عبر موقع الدار.

إن الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبّر بالضرورة عن رأي الدار.

المحتويات

إهداء 9

شكر 11

مقدّمة 13

تمهيد 15

قصّة الذرّة 23

كيميائيات (1) 45

كيميائيات (2) 46

كيميائيات (3) 47

كيميائيات (4) 48

كيميائيات (5) 49

كيميائيات (6) 50

كيميائيات (7) 51

كيميائيات (8) 52

كيميائيات (9) 53

كيميائيات (10) 54

كيميائيات (11) أصل واحد 55

كيميائيات (12) حكيمٌ يخرق النظام... في مختبر الكيمياء 57

كيميائيات (13) من أنا؟ 59

كيميائيات (14) سلبي – إيجابي 61

كيميائيات (15) إلى أين؟ 63

كيميائيات (16) طواف 65

كيميائيات (17) الكون الجميل 66
كيميائيات (18) أفوغادرو يحدث الفرق 69
كيميائيات (19) الوعي 72
كيميائيات (20) أنت أفضل ممّا كنت تعتقد 74
كيميائيات (21) في عدة أمكنة في وقتٍ واحد 77
خاتمة من وحي كتاب «أنثوية العلم» 28
ثلاثية حلم (الحدس) 83
الحلم الأول: الأفعى تلتقط ذيلها 85
الحلم الثاني: العناصر تحتل مواقعها 88
ترابطية – تعددية - تعاون (كائن واحد) 91
المراجع 103

إهداء

إلى حنان ورنا وراني
الثالوث الذي توحّد في قلب حباً.

شكر

- جمعية سراة الثقافية بشخص رئيسها الأستاذ وليد رافع.
- لجنة التدقيق اللغوي المؤلفة من الصديقين زاهر أبو حلا وبهاء دلال.
- الترجمة بإشراف الأستاذة زينة أبو فاعور والأستاذة ريما أبو عمّار.
- الأستاذ مهنا علامة.

لكم جزيل الشكر على ما ساهمتم به من إضاءات وإضافات أثرت هذا العمل وأغنت.

فأنتم بحق اليد التي أطلعت هذا العمل للنور.

مقدّمة

(كلمة جمعية سراة بقلم الأستاذ بهاء دلال)

إنها الكيمياء إذاً... لكنها الآن شاءت رداءً جديداً، ولغة جديدة، ورؤيا.

باذخة الفتنة هي، وعميقة السر، ولها عين صقر ترى أبعد من الآن والهنا، وأعمق من المرئي والمباشر، فتمسي معها رائياً يقرأ – في بينيات العلاقات والتفاعلات – أبجدية الكون والإنسان وفلسفة الوجود وغائيته. تستهويك فتوحات البصيرة، وتغريك أسئلة الكشف، فتجوب مطارح الهناك حيث تنجلي الحقائق، ويُشقّ عن المكنون، وتُفتح حقائب السرّ... فتسقط – عن سابق حب وتصميم - في غواية المابعد، ويتملك قلبك شغف الخلاصات الكاشفة، تقودك إليها رؤية الكاتب ورؤياه.

والكيمياء إذ تروي... إنما تقصّ عليك حقيقتك، وتحكيك في عمق وجودك الإنساني، وتقولك كائناً يبحث عن سرّه في سيره الحثيث إليه، متلمّساً انعتاقه من الحيّز الحسّي والآنيّ، إلى فضاء البعد الإنساني الذي يستشرف الماوراء ويتوق إليه.

وأنت، حين تجوز قصة الذرّة، وتنطلق في رحاب الكيميائيات، تفقد ناصية نفسك، ولا تعود تقوى على إغماض عين الترقّب داخلك، وهي تلاحق حركة الفكرة، والتماعة الخاطرة، وومضة الكشف، يقودك كاتبها، ببراعة قلم، وأناقة لفظ، وفرادة إيحاء، وحصافة منطق، إلى حدائق المعنى الجديدة، وفضاءات التجلي والاستشراف. كأنما صياغة هذا النص تجسيد راقٍ لجمالية اللفظة حين تغازلها الفكرة، وإبهار الصورة حين ترسم ملامح المعنى. إنها بلا شك عمل حرفيّ ماهر، جاءت كتابته - بحسب أحد التعابير الشعبية - «شكّ لؤلؤ»، توهمك أنها ابنة العفوية والبداهة، في حين أنها ثمرة جهد مضنٍ، ونتيجة سعي صارم دؤوب. تعتقد إزاءها أنك أمام نمط نثريّ من السهل الممتنع أو قل: السهل الممتع والماتع والمتمنّع إلا على القلة من ذوّاقة الكلمة العلوية المرهفة.

ليس لهذه المقدمة البسيطة أن تنظر في النص نقداً، أو ترى إليه بعين التحليل والشرح والتفنيد، حسبها أن تقول فيه إنه نص «لا شريك له»، عابر للعلم ومقولاته إلى فسحات من إضاءات الأدب والفلسفة والرؤيا، ليقول جديداً لم يقله سابق عليه من قبل، فيتفرّد في ماهيّته وجماليته وإبداعيته.

يُخيّل إليّ أن كاتب هذا النص عرّاف في محراب الكيمياء، لا يُبصر إلى تفاعلات عناصرها إلّا ليحدس في مناظراتها الوجودية والإنسانية. فيقرأ في البعيد منها سِفر التكوين والإنسان والخلق.

تمهيد

في طفولتي، كثيراً ما أدهشني مصباح علاء الدين السّحري، وأثار حيرتي، كيف يُمكن أن يخرج من هـذا الشيء الصـغير مـاردٌ جبّـار، يسـتطيع تحقيـق أمنيـات تبـدو للإنسـان العـاديّ ضربـاً مـن المسـتحيل. لطالمـا تسـاءلت: مـا يردّدونه عن هذا المصباح أهو وهم أم حقيقة؟ إلا أنّي اكتشفت فيما بعد، أنّ العلم هو هذا المصباح الخارق الـذي بفضـله تغـيّرت طريقـة حياتنـا، ونمـط تفكيرنا، بشكلٍ مضيء إلى حدٍّ تبدو معـه إنجـازات العلـماء وكأنهـا معجـزات تمكّنت البشريـة مـن تحقيقهـا، إذ حـلّ المنطـق العلمـيّ الـذي ينطلـق مـن الملاحظة والتجربة تدريجاً، محلّ الخرافـة والتّفسـيرات الغيبيّـة المبنيّـة عـلى التصوّر الذاتيّ. بذلك، استطعنا فهم العديـد مـن قـوانين الطبيعـة، فلـم يعـد البرق غضباً إلهياً بل هو ضـوءٌ ينـتج مـن تصـادم سـحابتين، واحـدة شـحنتها الكهربائيّة موجبة، والأخرى سالبة.

على صعيد علـم الفلـك، تمكّـن العـالم «**كوبرنيكـوس**» مـن تقديم نظرية زلزلت المفاهيم وقلبت معادلة الجاذبيّة الكونيّـة،

فأثبتت أنّ الأرض تدور حول الشمس لا كما كانوا يتوهّمون. ومع تقدّم الطّبّ، تغيّرت نظرتنا إلى بعض الأمراض كالهستيريا التي كانت تعدّ مسّاً من الشيطان، وكان المرضى يتعرّضون لأنواع شتى من التعذيب، لاعتقادهم أنّهم بذلك يطردون الأرواح الشّريرة منهم، ليأتي التحليل النّفسي ويكتشف اللاوعي، فيتمكّن الأطباء من شفاء هؤلاء المرضى تدريجاً من خلال التفريغ الانفعاليّ الذي كانوا يقومون به.

لقد أصبحنا بالعلم نقوم بأشياء كان أسلافنا عاجزين عن تحقيقها، ولكنّنا في كثيرٍ من الأحيان جنحنا بهذا المارد عن جادّة الصواب: صنّعنا أشدّ أنواع الأسلحة فتكاً؛ وحاولنا ترويض الطبيعة بدلاً من التّناغم معها، حتى صحّ فينا قول **المتنبي**:

كلّما أنبت الزمان قناةً

ركّب المرء في القناة سنانا

أدرك بعض العلماء هذا الأمر، كالعالم **ماكس بيروتز**، الذي اكتشف بنية الهيموغلوبين، فحاز جائزة نوبل في الكيمياء. ورغم أنّه يرى العلم انتصار العقل، لكنّه يستدرك مضيفاً: «لكنّ العقل ليس كافياً».

وفي هذا السّياق كتب في القرن الثاني عشر الفيلسوف الفرنسي **بيتر أبلار**:

«إنّ العلم من دون ضمير هو موت الروح».

وفي حديث **ماكس بيروتز** عن أخطار الطاقة النووية، حيث يمكن لقنبلة نووية أن تقتل ملايين عدّة من الناس يقول: «على كل إنسان ذي حسّ سليم أن يشارك في منع هذه الكارثة، أمّا الشبّان الذين يتظاهرون الآن احتجاجاً على محطّات الطاقة النوويّة، فإنهم يحسنون صنعاً، لو ركّزوا احتجاجهم على الفيزيائيين الذين يظلّون يفرضون على الجيش أسلحة جديدة، وعلى الصناعيين الذين يتنافسون في صنعها، وعلى الاستراتيجيين الذين يبتكرون أهدافاً جديدة لها، وعلى السّياسيين الذين يعتقدون أنّها ستعزّز قوّتهم. ولهذا علينا تطبيق العلم من أجل السّلام والسّعي إلى توزيع خيراته على الجنس البشري كلّه توزيعاً أكثر عدلاً».

عالم آخر تنبّه إلى قضيّة الأخلاق في العلم، هو العالم **بيتر مدوّر**، الحائز جائزة نوبل أيضاً منذ ستينيّات القرن الماضي. تتصدّر كتابه «**الخطر والمجد**» العبارةُ الآتية: «المجد العظيم للعلم، كخطره العظيم. إنّ كل شيء ممكن عمله مبدئياً، يمكن عمله إذا كان العزم على عمله متوافراً بشكل كافٍ».

لهذه العبارة دلالات عميقة وخطرة، خصوصاً أنّ قائلها باحثٌ علميّ كبير. وأهميتها تكمن في أنها تضعنا أمام جملة من الأسئلة منها:

1- أين الخطر في العلم؟

2- هل يلعب العلم دوراً إنسانياً يقود البشرية في الاتّجاه الصحيح، أم أنّه سيؤدي إلى تراجعها؟

3- ما الذي يجب علينا فعله لكي يصبح العلم أفضل؟

في خضمّ هذه المعضلة الصّعبة، وفي رحلة البحث عن حلول للمخاطر التي يتسبّب بها العلم، ومحاولات السّعي إلى تصويب مساره، أطلّت العالِمة البيولوجية الأميركية **ليندا جين شيفرد** بفلسفة جديدة للعلم، قدّمتها في كتاب أسمته «**أنثوية العلم**». وقد ميّزت الكاتبة في مقدّمة كتابها المبدأ الأنثويّ النمطيّ الأصليّ، عن التصوّر السطحيّ للأنوثة، وبين الأنثويّة كمفردة علم، أي القوّة التي تجذب وتربط وتجمع الناس معاً. لهذا صاغت ثمانية عناصر تساهم في عودة الروح إلى العلم وهي: الشعور، التلقي، الذاتية، التعددية، الرعاية، التعاون، الحدس والترابطيّة، التي بتكاملها مع العناصر الذكورية تبني قيماً جديدة، تخلق توازناً في العلم، فلا يبدو جافاً وحياديّاً بل جذّاباً وممتعاً. ولأنّها درست علم نفس الأعماق للعالم الطبيب **كارل يونغ**، اعتمدت التعريف الذي قدّمه للأنوثة والذكورة، حيث يصف نمطين للسّلوك الإنسانيّ ليسا متواشجين بالجنوسة التشريحية: «الإيروس EROS» وهو مبدأ الترابطية الأنثويّ، و«اللوجوس LOGOS» وهو مبدأ الاهتمام الموضوعيّ الذكوريّ. اعتقد يونغ

أنّ المهمّة الأساسيّة لنا في الحياة، وهي عملية النّماء السيكولوجيّ في اتجاه الكلية، تتطلّب تكامل مبدأي الذكورية والأنثوية، وشدّد على أنّ كلّ فرد يبلغ الكليّة فقط، عن طريق ارتقاء كلا المبدأين وتكاملهما في ذاتهما. وهذا يهبُ الفرد خيارات أوسع ومصادرَ للتفاعل مع العلم، ومن الشائق حقاً، أنّ الرّجل كلّما ارتقى بصفات الترابطيّة، كالرعاية والتلقي، لن يبدو أنثوياً، بل ذا ذكورية أكثر رسوخاً، ولكن دون هشاشة الدفاع بعنف الرجولة. بالطريقة نفسها، حين تستجمع امرأة صفات التمييز والتفكير الواضح، تستطيع أن تفعل هذا بطريقة موغلة في الأنثوية، حيث يخفّف الحنوّ من حدّة العقل الذكوريّ».

إذن، ولكي يصبح العلم أفضل، أصبح محتّماً علينا إظهار الجانب الأنثويّ المحجوب، ففي مقابل التفكير، وهو وظيفة التمييز المنطقيّ والاختبار اللاشخصيّ، الذي ينحو إلى ترتيب الوقائع في تسلسل أو تراتب هرميّ، تأتي وظيفة الشّعور لخلق الدفء حيث توجد برودة العقل، وخلق الجمال أنّى وجد القبح... وتؤدي بشكلها الانبساطيّ إلى مهارات اجتماعية في الحثّ والإقناع، وتبني جسوراً بين البشر، فلا يعود العلم قائماً على أساس الانفصال بين الذّات والموضوع، بل بالاتحاد به، وبالتالي يصبح بحثنا مدفوعاً بحب الطبيعة بدلاً من رغبة التحكّم فيها.

بعد بحثها عن أهميّة كلّ عنصر، وتنقّلها السّلس من فكـرة إلى أخـرى، حيث تأخـذك الدّهشـة في كـلّ مـرة إلى مراتـب وعـي جديـدة، وتتسـلّل إلى لاوعيك تصوّرات تهزّ كلّ التراكمات السّابقة، تنهي قائلةً: على الأفراد جميعـاً أن يتفكّروا بعمق لكي يُعيدوا فحص قيمنا، لكي نقـترب مـن معرفـة أنفسـنا، لتطوير شعورنا وحدسنا حتّى يكتمل تفكيرنا وإحساسنا لكي نغدو بشراً أقرب إلى الكلّ المتكامل. حينئذ يستطيع كلٌّ منّا أن يغرس العلم في قلبه وفي أخلاط الجسم، نستطيع أن نصل إلى الزّملاء، ونشيّد شباك عمـل تعـاونيّ قـائم عـلى الحبّ والثقة والشغف، وإذ نفعل هذا نغدو أحجار الفلاسفة الحيّة، كلٌّ من نمسّه بروح الحياة فينا سوف يرى القيمة في هـذه الطريقـة لممارسـة العلـم. إنّني أؤمن بقوة الشيء الصغير، بالقوة التراكميّة للأفـراد المؤدّيـة إلى الـوعي، إلى الحياة الأخلاقية.

انطلاقاً ممّا كتبه هؤلاء العظماء عن شغفهم في التعرف إلى الأشياء، وعن تمتّعهم بجمالية العلم، وفي محاولـة لفهـم العنـاصر الثمانيـة المحجوبـة، ولـكي أحافظ على روحية المعنى، لجأت أحياناً، وبدءاً من هـذا التمهيـد، إلى اقتطـاع عبارات مـن كتـاب جـين شـيفرد، مـن ثـمّ عمـدتُ إلى كتابـة نصـوص ربطـتُ من خلالهـا الكيميـاء بـبعض هـذه العنـاصر، فمـن ناحيـة هـدفتُ إلى إضـفاء

جانب عاطفيّ على الفكرة العلميّة، ومن ناحية أخرى، ربطتُ الموضوعات العلميّة وتسلسلها المنطقيّ بقضايانا الحياتيّة، فلا يبقى العلم قشرة خارجية تختبئ تحتها نظرتنا الخرافية إلى الأحداث، بل يتكامل مع الشخصية ويتغلغل إلى أعماق ذواتنا، وينعكس أثره في بنية تفكيرنا.

وبما أنّ النصوص تتعلّق بموضوع الكيمياء، كان لا بدّ من استعراض قصّة الذرّة وتطوّر مفهومها عبر التاريخ، وإبراز مساهمات العلماء الذين بتفكيكهم لأصغر مكوّنات المادة، جعلوا رحلتنا في هذا الكون أقلّ غموضاً وأكثر جمالاً.

قصّة الذرّة

هل تساءلت يوماً ممّ تتكوّن الأشياء من حولك؟

ربّما كان الفلاسفة اليونانيّون هم أوّل من طرح هذا السؤال، وانبروا للإجابة عنه بطريقة عقليّة ومنطقيّة، وذلك على الرّغم من اعتمادهم على الملاحظة التي لم تواكبها التّجارب، وكانوا يؤمنون بوجود مادّة أوليّة تتشكّل منها الأشياء الموجودة في الطبيعة، فقد كان **طاليس** يعتقد أنّ الماء أساس الكائنات، أمّا **أناكسيمانس** فقد كان يدّعي أنّ الهواء والضّباب هما أصل الأشياء، بعدهما جاء **أمبيدوكليس** الذي كان يرى أنّ الطبيعة تمتلك أربعة عناصر أساسيّة هي: التراب والماء والهواء والنار.

إنّ كلّ التحوّلات التي نراها في الطبيعة ما هي إلا امتزاج أو انفصال هذه العناصر الأربعة.

في العام 640 ق.م، ولد الفيلسوف اليوناني **ديمقريطس** الذي اعتقد أنّ كلّ شيء مركّب من أجزاء صغيرة جداً، وكلّ جزء هو دائم وأبديّ، حيث إذا قمنا بتقسيم المادّة سننتهي إلى جزء «غير

قابـل للتجزئـة» أطلـق عليـه اسـم (Atomas) وترجمتـه في العربيـة «الذرّة».

على الرغم من جمالية فكرته، فإنّها تختلف عن المفهوم الحديث الـذي توصّلنا إليه عن الذرّة كما سنرى فيما بعد.

أما **أرسطو** (384-322ق.م)، فقد رفض فكـرة أنّ الأجسـام مكوّنـة مـن ذرّات وفـراغ، وأحيـا نظريّـة العنـاصر الأربعـة، وأضـفى عـلى كـلّ عـنصر (element) خاصيّة حسيّة تترافق معه: حارّ وجاف تترافـق مـع النّـار، وحـارّ ورطب مع الهواء، وبارد ورطب مـع المـاء، وبـارد وجـاف مـع الـتّراب، وكـان يعتقد أنّ العناصر تتحوّل بعضها إلى بعضها الآخر بتفاعل القـوّتين الفـاعلتين وهما الحار والبارد، والقوّتين المنفعلتين وهما الرّطب والجاف.

بقيـت نظريّـة العنـاصر الأربعـة منـتشرة عـلى نحـو يثـير الدهشـة، واستمرت طويلاً ودامت حتى الثورة الكيميائية في القرن السابع عشر. وكـان **أرسطو** قد أضاف عنصراً خامساً سمّاه الأثير، وظل موضوع نقاش حتى القرن العشرين، (أثبتت تجربة **مورلي وميكلسون** أنّ لا وجود للأثير).

روبرت بويل (Robert Boyle) 1627 - 1691

بويـل عـالم إيرلنـدي، سـاعدته ظروفـه الماديـة المريحـة عـلى

أن يقوم بتجارب علمية مهمّة، وقد اشتهر بتجاربه على الغازات، وأثبت أنّ حجم الغازات يقلّ كلّما زاد الضغط الواقع عليها.

في كتابه الكيميائي الشكّاك الذي أصدره عام 1661، أعاد إحياء نظرية الذرّة، وأعطى معنًى جديداً لكلمة عنصر، وعرّفه بأنه أبسط مادة نقيّة لا يمكن تقسيمها إلى ما هو أبسط منها بالطرائق الكيميائية المعروفة.

الفلوجستين (خطوة إلى الوراء)

بحلول القرن السابع عشر، أدرك الكيميائيون أنّه بات من الضروريّ التخلّي عن أفكار أرسطو المتعلّقة بطبيعة المادة. وقبل أن تسقط فرضيّاته نهائيّاً، مرّت بعملية بعث لآخر مرة في نظرية الفلوجستين، ولكنّ اختبار الفرضية ورفضها لم يستغرقا سوى مئة عام تقريباً بدلاً من ألفي عام.

ونظرية الفلوجستين نشأت مع شخص يدعى **جون يواكيم بتتشر** الذي أضاف إلى الهواء والماء ثلاثة عناصر أرضية هي: القابل للانصهار والدّهني والمائع، وتصوّر بعد ذلك أنّ عملية الاحتراق هي فقد العنصر الأرضيّ الدهنيّ، الذي عُرف فيما بعد باسم الفلوجستين.

جوزيف بريستلي Joseph Priestley (1733- 1804)

وأنطوان لافوازييه Antoine-Laurent de Lavoisier (1743- 1794)

-الهواء ليس عنصراً ويتكوّن بشكلٍ أساسي من غازين مختلفين

-الماء أيضا ليس عنصراً

- **بريستلي** رجل دين وكيميائيّ إنكليزي، نفّذ تجارب علمية ناجحة متعددة، فقد استطاع عزل غاز كلوريد الهيدروجين، وغاز الأمونيا، وصنع ماء الصودا (ثاني أوكسيد الكربون + ماء) الذي يُعدّ أساس صناعة المشروبات الغازيّة. ولكن أهم ما توصّل إليه هو غاز مهم جداً (سميّ لاحقًا الأوكسيجين)، الذي نتج من تسخينه مادّة أوكسيد الزئبق، ثم عزله. ولاحظ أنّ هذا الغاز يزيد اشتعال الشمعة وساهم في توهّج الفحم المسخّن؛ وبذلك اكتشف غازاً جديداً يساعد على الاشتعال أكثر من الهواء العاديّ وأطلق عليه اسم «الهواء منقوص الفلوجستين».

- **أنطوان لافوازييه** عالم فرنسيّ ولد في أسرة بورجوازية، والده كان محامياً ناجحاً وقد أورثه ثروة كبيرة. تلقى **لافوازييه** أفضل تعليم، ولكنّه على رغم اجتيازه امتحان المحاماة في الستينيّات من القرن الثّامن عشر، فإنّه وبسبب شغفه بالكيمياء،

قرّر أن يصبح عضواً في أكاديمية العلوم، ونجح في ذلك. ومنذ ذلك الحين، كانت له إنجازات رائعة ساهمت في تطوير علم الكيمياء، وغدا مختبره أوسع المختبرات السابقة للقرن التاسع عشر وأعقدها. فقد كان يحتوي على عدد كبير من الأدوات بحيث تمكّن **لافوازييه** من القياس بدقّة تفوق كلّ معاصريه، وكان الوزن والمعايرة نصف السرّ في اكتشافاته، وبفضلهما غيّر الكيمياء من نظرية كيفية إلى علم كمّيّ. وبالوزن الدقيق برهن أنّ الفلوجستين ليس إلا خرافة. ففي أوّل تشرين الثاني/نوفمبر 1772 قدّم **لافوازييه** إلى أكاديمية العلوم مذكّرة هذا نصها:

«قبل ثمانية أيّام اكتشفت أنّ الكبريت (soufre) في احتراقه لا يفقد الوزن بل يكسبه، أي إنّنا قد نحصل من رطل الكبريت على أكثر من رطل من الحمض الكبريتيّ(H_2SO_4) باحتسابنا رطوبة الهواء، وهذا ما يحدث في الفوسفور أيضاً، إذ إن زيادة الوزن تأتي من كمية الهواء الكبيرة التي تثبّت (أي تمتصّها المادة المحترقة) في أثناء الاحتراق وتتّحد بالأبخرة (الكبريتية).

وقد أقنعني هذا الكشف، الذي أثبتّهُ بتجارب أراها حاسمة، ومفاده أنّ ما يلاحظ في احتراق الكبريت والفوسفور قد يحدث في جميع الأجسام التي تكتسب وزناً عند الاحتراق، فالجسم المحترق لا يعطي الهواء شيئاً بل يأخذ منه شيئاً. فما هو هذا الشيء؟».

في خريف 1774، نشر **لافوازييه** وصفاً لمزيد من التجارب، فقد وضع كمية موزونة من القصدير في قنينة موزونة تتّسع لقدر كبير من الهواء، ثم ختم القنينة، وسخّن الكلّ حتى تأكسد القصدير تأكسداً جيداً. وبعد أن منح الجهاز وقتاً ليبرد، وجد أنّ وزنه ظلّ من دون تغيير. ولكنه حين كسر الختم، اندفع الهواء إلى القنينة، ما دلّ على أنّ فراغاً جزئياً قد حدث في القنينة. فما سبب ذلك؟ لم يجد لافوازييه تعليلاً إلا أنّ القصدير المحترق قد امتصّ جزءاً من الهواء.. فما هو هذا الجزء؟

في شهر تشرين الأول/أكتوبر 1774، التقى **لافوازييه بريستلي** في لندن. وأخبره **بريستلي** بالتّجارب التي أجراها في شهر آب/أغسطس، والتي ظلّ يفسّرها بأنها دليل على أنّ الفلوجستين ينطلق من الجسم المحترق إلى الهواء. وفي 26 نيسان/أبريل 1775 قرأ **لافوازييه** في الأكاديمية مذكّرة روى فيها التجارب التي هدته إلى اعتبار الاحتراق امتصاص جسم محترق لعنصر غامض من الهواء، أطلق عليه موقتاً اسم «الهواء الشديد النّقاء». لقد اكتشف الأوكسجين كما اكتشفه **بريستلي**، ولكنّه اختلف عنه لأنه نبذ خرافة الفلوجستين. وفي العام 1777 نشر بحثاً في «تنفّس الحيوان» قال فيه «إنّ خمسة أسداس الهواء الذي نستنشقه عاجزة عن دعم تنفّس الحيوان، أو الاشتعال والاحتراق... فخُمْس حجم الهواء فقط

هو الصّالح للتنفّس. ولم ينحت لفظ «الأوكسجين» للدلالة على العنصر المساعد للاشتعال في الهواء إلا عام 1779، وقد اشتقّه من كلمتين يونانيتين معناهما «مولّد الحمْض» لأنّه ظنّ خطأً أنّ الأوكسجين مكوّن لا غنى عنه في جميع الأحماض. وهكذا أثبت بالتجارب أنّ الهواء ليس عنصراً. فماذا عن الماء؟

هنري كافندش (Henry Cavendish) 1731-1810

عالم كيميائي وفيزيائي إنكليزي اكتشف غازاً قابلاً للاشتعال (سيسمى لاحقاً الهيدروجين) جمعه من تفاعل الفلزات (Metals) مع الأحماض (Acids) ليكتشف فيما بعد هو و**بريستلي** و**جيمس وات** (الشهير بآلته البخارية) أنّ الماء يتكوّن عند اشتعال هذا الغاز مع الأوكسيجين.

في العام 1783، زار مساعد **كافندش** ويُدعى **تشارلز بلاجدين** باريس، وقدّم بكلّ كرم معلومات عن التجربة إلى **لافوازييه** الذي بدوره أعاد إجراءها في مختبره الخاص، ولكنّه ذهب أبعد من ذلك بخطوة، وفكّك الماء بإمرار البخار من خلال ماسورة بندقيّة مسخّنة حتّى الاحمرار. وقد جمع الهيدروجين وأوكسيد الحديد. ولم يتردد **لافوازييه**، فأعلن أنّ الماء ليس عنصراً لكنّه اتّحاد الأوكسيجين بمادّة قابلة للاشتعال أسماها الهيدروجين (من الإغريقية وتعني مولّد الماء).

هـذه الاكتشـافات أعـادت صـياغة مفهـوم الكيميـاء بكاملهـا، حيـث اشتقّت أسماء المركّبات من مكوّناتها، ووضع **لافوزييه** قائمة بالعناصر الاثنـين والثلاثين المعروفة آنذاك والتي ما زلنا نستخدمها حتـى اليـوم (وقـد أصـبحنا نعرف أكثر مـن 112 عـنصراً). وللأسـف فمسـيرة **لافوازييـه** العلميـة لم تـدم طويلاً بسبب قصر عمره، وذلك لأنّه - كمعاصريه من العلماء - كان عليه أن يموّل تجاربه الكيميائية من ماله الخاص، فوظّف أموالـه في مؤسسـة لجبايـة الضرائب، إلا أنّ جباة الضرائب أصبحوا مكروهين بعد قيام الثـورة الفرنسـية الكبرى، فاعتقل **لافوازييه** من قبل متشدّدي الثـورة، ولم تشـفع لـه إنجازاتـه العلمية، وجرت محاكمته في صباح الثامن من شهر أيار/مايو عام 1794. وفي وقت لاحق من اليوم نفسـه، أُعـدم بالمقصـلة، فـخسر العلـم شخصـاً كانـت مساهماته ثورة، وحطّمت نظرية العناصر الأربعـة وأزاحـت هيمنـة أرسـطو على الفكر الأوروبي، بحيث أصـبحت الكيميـاء لا تشـبه الكيميـاء قبـل ذلـك أبداً.

جون دالتون (John Dalton) 1766- 1844

ولد هذا العالم في قريـة إنكليزيـة صـغيرة تـدعى (إيكزفيلـد كمبرلانـد) ونشأ في أسرة فقيرة، فقد كان أبـوه نسّـاجاً، وتـوفي اثنـان مـن أخوتـه جوعـاً وبرداً، لكنّه ومنذ أعوامه الدراسية الأولى كان شخصاً لامعاً.

انطلاقاً من عناصر **لافوازييه**، صاغ **دالتون** نظريته الذريّة، واقترح أنّ العناصر المعروفة كالأوكسجين والكربون والهيدروجين، تضمّ أجزاء صغيرة دائمة غير مرئيّة بالعين المجرّدة، سمّاها الذرات. وذرّة **دالتون** ليست شيئاً تجريدياً، بل هي ذات كتلة خاصة (الوزن الذري)، واتّحاد بعضها ببعضها الآخر بنسب ثابتة، يولّد المركّبات الكيميائية المتنوّعة. وقد نشر اكتشافاته سنة 1808 في كتابه المسمّى «النظام الجديد لفلسفة الكيمياء» وتتلخّص نظريته بما يلي:

1- تتكوّن المادة من دقائق صغيرة تسمى الذرّات (Atoms)، ويمكن لهذه الذرّات أن يتجمّع بعضها مع بعضها الآخر ليكوّن «مركّباً من ذرات»، وهو ما نسمّيه اليوم الجُزيء (molecule).

2- ذرّات العنصر الواحد (element) لها الصّفات نفسها من حيث الشكل والكتلة، وتختلف في هذه الصفات عن غيرها من العناصر، ومثال ذلك ذرّات الحديد التي تتشابه فيما بينها، ولكّنها تختلف عن ذرات الأوكسجين[1].

[1] قد يتساءل البعض عن الفرق بين كلمة عنصر وكلمة ذرّة؟ الجواب عن هذا التساؤل هو أن العنصر مجموعة الذرّات المتشابهة، فعندما نقول عنصراً زئبقياً، نعني كل ذرات الزئبق الموجودة في الكون والتي عددها لا يحصى. ففي نقطة واحدة من هذا المعدن السائل يوجد أكثر من ألفي مليار مليار ذرّة زئبق.

3- لا يمكن أن تنقسم الذرات أثناء التفاعل الكيميائي (Chemical reaction).

شابت نظرية دالتون بعض العيوب، فقد اعتقد مخطئاً أنّ صيغة الماء هي HO (وهي في الحقيقة H_2O)، وأنّ الذرّات المتشابهة تتنافر، فالأوكسجين الموجود في الهواء يتكوّن من ذرّة واحدة. ولكنّ الوقت لم يطل لتصويب الأخطاء، إذ اقترح العالم الايطالي **أمديو أڤوگادرو (1776-1856)** عام 1811، أنّ عناصر الهيدروجين والنتروجين والأوكسيجين موجودة في الطبيعة على شكل جزيئات (molecules) ثنائية الذرة (O_2 N_2 H_2). وبناءً عليه، فإنّ معرفة إعادة ترتيب الذرّات لتشكّل جزيئات كانت خطوة ثورية مكّنت العلماء فيما بعد من صنع مركبات جديدة بشكلٍ منهجيّ.

لكنّ سؤالاً يطرح نفسه: ما هي القوى التي تمسك الذرّات بعضها ببعضها الآخر؟ ليأتي الجواب: إنّ اكتشاف الكهرباء ساعد العلماء على حلّ هذا اللّغز، كما سنرى لاحقاً.

وليام كروكس (William Crooks) 1832-1919

و جوزيف جون طمسون (J.J.Thomson) 1856-1940

اكتشاف الإلكترون (Electron)

اكتشف العالم **كروكس** وهو كيميائي وفيزيائي بريطاني،

عام 1861، عـنصراً يبعـث في طيفـه خطوطـاً خضراً زاهيـة، فسـمّى العـنصر الجديد «التاليوم» مـن الإغريقيـة (وتعنـي الـدّفق الأخضر). وفي عـام 1879، صمّم ما سيعرف لاحقاً بأنبوب **كروكس** (سلف شاشة التلفزيون)، وهو عبارة عـن أنبـوب تفريـغ زجـاجيّ يتصـل طرفـاه مـن الـداخل بلـوحين فلـزيين (metals)، ويتمّ ربط اللوحين الفلزيين بكـلّ مـن القطـب السـالب (المهـبط cathode) والقطب الموجـب (المصـعد anode) لمصـدر عـالي الفولتيـة بعـد سحب الهواء جزئيـاً مـن داخـل الأنبـوب، لتحـدث المفاجـأة الرائعـة، حزمـةٌ ضوئيةٌ تنبعث من المهبط.

لم يستطع **كروكس** تحديـد هويـة هـذه الأشـعة، وبقيـت لغـزاً يحـيّر العلماء، حتى أزاح الغموض عام 1897 العـالم **طمسـون** الـذي أعـاد إجـراء التجربة ولاحظ الأشـعة المهبطيـة التـي تسـير في خطـوطٍ مسـتقيمة، لكنّـه عندما عرّض هذه الحزمة إلى مغناطيس انحنت، وبما أننا نعـرف أنّ الضـوء لا يتأثر بالمجال المغناطيسي، استنتج أنّ هذه الأشعة تتألّف من مادة سالبة الشحنة لأنّها خرجت من القطب السّالب، وبعد عدّة ساعات من الملاحظة والقياس، تمكّن من قياس نسبة الشحن الكهربائي إلى الكتلة مظهراً بذلك أنّ الكتلة صغيرة جداً، فوجد أنّها تعادل تقريباً واحداً من ألفين من كتلـة أقـلّ الـذرّات وزنـاً وهـي ذرّة الهيـدروجين، فـأدرك **طمسـون** أنّـه وجـد أول

جزء أصغر من الذرّة (سيسمّى إلكترون). ومع هذا الاكتشاف، سقط المفهوم القديم عن الذرّة الذي ينطوي على أنّها جسيم غير قابل للانقسام، (وسنكتشف لاحقاً الدور الأساسي للإلكترونات في تماسك الجزيئات).

عام 1900، وفي ظلّ المعلومات القليلة المتوافرة عن الذرّة، حاول طمسون القيام بعمل نموذج للذرّة، وكان نموذجه مبنيّاً على الفكرة الآتية: بما أنّ الذرّة تحتوي على جسيمات سالبة الشحنة وهي الإلكترونات، فلا بدّ أن تحتوي الذرّة على شحنات موجبة تبقي الذرة متعادلة، واقترح النموذج التّالي: إنّ الذرّة كرة مُصْمَتة (يعني أنها مليئة من الدّاخل بحيث لا توجد فراغات)، وموجبة الشّحنة ومطمور بداخلها الإلكترونات السّالبة، بحيث تشبه كرة عجين وبها بعض حبيبات من الزبيب.

إلا أنّ هذا النموذج يحوي عيوباً كثيرة. فكيف سنهتدي إليها؟

لن يتأخر الجواب، فاكتشاف الكيمياء الإشعاعية سينير لنا الطريق.

إرنست رذرفورد (Ernest Rutherford) 1871 – 1937

اكتشاف النواة (nucleus)

كان العالم **رذرفورد** تجريبياً بامتياز، أدرك أنّ الملاحظة

يجب أن تتحرّر من تأثير النظريات المعروفة، حتى لا تقودنا أفكارنا المسبقة إلى استنتاجاتٍ خاطئة. فالباحث، من خلال المشاهدة، قد يغيّر رأيه عمّا كان يظنّه، لهذا كان يلاحق أي نتيجة غير متوقّعة.

ولد **رذرفورد** في نيوزيلندا في مدينة نيلسون، وتلقّى تعليمه هناك، ثمّ التحق بجامعة ويلنجتون وتخصص في الرياضيات والفيزياء. في العام 1896، تمكّن العالم الفرنسيّ **هنري بيكيرل** من اكتشاف النشاط الإشعاعي لعنصر اليورانيوم، لتكمل العالمة **ماري كوري** وزوجها **بيير** التجارب، فيكتشفا عنصرين جديدين لهما نشاط إشعاعي هما الراديوم والبولونيوم.

اهتم **رذرفورد** بالنشاط الإشعاعيّ لبعض المواد، ووجد أنها تمرّ بعملية تفسّخ طبيعيّ، وتصدر خلال تلك العملية جزيئات طاقة غير مستقرة، لها القدرة على اختراق المادة، وقد سمّاها ألفا، وبيتا وغاما (α،β، δ).

في العام 1909، أجرى مع اثنين من معاونيه هما **هانز جاي جر وإرنست مارسدن** تجربة لمعرفة شيء ما عن جسيمات ألفا[2] وتتلخّص التجربة بما يلي:

[2] جسيمات لها شحنة موجبة منطلقة من مصدر مشعّ كعنصر الراديوم.

في وعاء مفرغ من الهواء أطلق حزمة من جسيمات ألفا (α) نحو صفيحة رقيقة جداً من الذهب (سماكتها 0.00004 سم) واستقبل هذه الجسيمات على لوحة معدنية مغطّاة بكبريتيد الخارصين (ZnS)، وهي مادة تصدر ومضات ضوئية عند ارتطام دقائق ألفا بها، وكانت النتيجة غير المنتظرة على النحو التالي:

1- اخترقت معظم دقائق ألفا رقاقة الذهب دون أن تعاني أيّ انحراف.

2- بعض دقائق ألفا تشتتت وانحرفت عن مسارها.

3- بعض دقائق ألفا ارتدت نحو المصدر.

بعد هذه المشاهدة الفريدة في نوعها، انكبَّ **رذرفورد** على الدراسة والتحليل، ليتوصّل بعد 18 شهراً إلى الاستنتاجات التالية:

أولاً: إنّ معظم حجم الذرّة فراغ (يعني ليست مُصْمتة)، تتوزّع فيه الإلكترونات، والدليل أنّ العدد الأكبر من جسيمات ألفا اخترق صفيحة الذهب من دون أي انحراف.

ثانياً: احتواء الذرّة بعض الجسيمات الثقيلة المشحونة بشحنات موجبة، وهذا كان سبباً في انحراف بعض جسيمات ألفا.

ثالثاً: تحتوي الذرة على نواة صغيرة الحجم، تتمركز فيها الجسيمات الموجبة الشّحنة، والدليل على ذلك الارتداد الكليّ لعدد قليل جداً من جسيمات ألفا.

- الذرّة إذاً، فضاء فارغ، ومعنى هذا أنّ كلّ ما نتصوّره مادة صلبة، بما فيه الكتاب الذي تقرأه، هو في الأغلب فضاء فارغ مملوء بشبكة من القوى الكهرومغناطيسية تربط الشحنات الموجبة والسالبة بعضها ببعضها الآخر.

الذرّة متعادلة كهربياً، لأنّ عدد الشحنات الموجبة في النواة يساوي عدد الشحنات السالبة التي تدور حولها. وعليه، يكون النموذج الذي اقترحه للذرّة يشبه النظام الشمسي، حيث تتمركز معظم كتلته في شمس ضئيلة الحجم وموجبة الشحنة هي النواة، محاطة بكواكب عديمة الكتلة تقريباً وسالبة الشحنة هي الإلكترونات، تدور حول النواة في مداراتٍ دائرية ثابتة، فينتج من ذلك قوة طرد عن المركز تعادل قوة جذب النواة الموجبة للألكترونات السالبة، فلا تسقط فيها.

اكتشاف **رذرفورد** نواة الذرّة يُعدّ حدثاً علميًا مميزاً، لكنّ العالم **ماكسويل** اعترض بشدة على المدارات الثابتة للإلكترونات، وبرّر اعتراضه معتمداً على قوانين فيزياء **نيوتن** الكلاسيكية التي كانت مسيطرة في تلك المرحلة، والتي كانت تعتبر أنّ أيّ جسم يجب أن يفقد طاقة إذا تحرّك، وبما أنّ الإلكترون أحد هذه الأجسام، فإنّ حركته الدائرية حول النواة ستفقده طاقة باستمرار، وهذا يعني أنّ طاقة وضعه سوف تقلّ،

ويقترب مساره من النـواة شـيئاً فشـيئاً إلى أن يتصـادم معهـا، فتنهـار الـذرة وينهار النموذج.

كيف سيجد العلماء حلاً لهـذا التعـارض بـين نمـوذج **رذرفـورد** وفيزيـاء **نيوتن؟**

لن يتأخر الجواب عن هذا السؤال، لأنّ فيزياء جديـدة سـتعيد صـياغة القوانين التي تحكم الأشياء، وستثبت أنّ قـوانين **نيـوتن** يمكـن تطبيقهـا عـلى الأجسام الكبيرة نسبياً، أمّا الأجسـام الصـغيرة كالـذرّة والإلكـترون، فتحكمهـا قوانين الفيزياء الجديدة المسماة ميكانيكا الكمّ، التي بفضلها سينجح العلماء في تفسير حركة الإلكترونات حول النواة، وقد كانت الخطوة الأولى مع العـالم **نيلز بور.**

نيلز بور (**Niels Bohr**) 1885 – 1962

عالم دانمركي ولد في كوبنهاغن، وتخرّج في جامعتها العـام 1911 دكتـوراً في مادة الفيزياء.

في العام نفسه ذهب إلى كمبريدج وعمل مدة عام تحت إشراف ج. ج. طمسون، وبعدها انتقل إلى مانشستر ليدرس على يد العالم **إرنست رذرفورد،** وقد عاد إلى الدانمارك في صيف 1912 حيث بدأ إجراء أبحاثه عن بنية الذرّة.

في سـياق التطـور العلمـيّ، توصّـل العلـماء إلى تقنيـة في

تحليل هوية العناصر اسمها: قياس الطيف، التي هي الدراسة المنهجيّة لتداخل الضوء مع المادة. ونحن نعلم أنّ الضوء المرئي (الأبيض) المنبعث من أشعة الشّمس أو من مصدر كهربائيّ يتكوّن من موجات مختلفة الطول، فإذا قمنا بتحليل هذا الضوء بواسطة منشور زجاجي، ومن ثم استقبلنا الأشعة الناتجة على شاشة بيضاء، نحصل على ألوان قوس قزح، حيث يمثّل كلّ لون طول موجة، وتسمّى ألوان قوس قزح الطيف المتصل لعدم وجود مناطق منفصلة بين لون وآخر.

هذا بالنسبة إلى الضوء فماذا عن الذرّات؟

من خلال دراسة الأطياف لوحظ أمر مهمّ جداً: فعند تسخين الغازات أو أبخرة المواد إلى درجات حرارة عالية، فإنها تشعّ ضوءاً. عند فحصه بالمطياف، نجده مكوّناً من عدد محدود من الخطوط الملوّنة تسمّى الطيف الخطيّ أو الطيف المنفصل (يعني طيف ألوان فيه خطوط قاتمة)، وقد وجد بالتجربة أنّ الطيف الخطيّ لأيّ عنصر هو خاصية أساسية ومميزة، فلا يوجد عنصران لهما الطيف الخطيّ نفسه، فهو مثل بصمة الإصبع التي يمكن عن طريقها تمييز شخص من آخر، وقد تبيّن عن طريق دراسة الطيف الخطيّ لأشعة الشمس أنها تتكوّن أساساً من غازي الهيدروجين والهليوم.

وبدراسة طيف الانبعاث الخطيّ لذرّات الهيدروجين، تمكّن **بور** في العام 1913 من وضع نموذجه الذريّ التالي: أخذ نموذج **رذرفورد** وأضاف إليه أنّ الإلكترونات تتحرك حول النواة في سبعة مدارات دائرية، ولكل مدار طاقة محددة وثابتة، ولكنّ المناطق بين المدارات محرّمة على الإلكترونات، وأثناء دورانها حول النواة في الحالة المستقرة، لا تشع طاقة وبالتالي لا تسقط في النواة، وفي حالة إثارة الذرة، أي إكسابها طاقة سواء بالتسخين أو بالتفريغ الكهربيّ، يقفز الإلكترون موقتاً إلى مستوى الطاقة الأعلى وعندما يفقد الإلكترون الكمّ نفسه الذي اكتسبه من الطاقة، تتحوّل الذرة تلقائياً من حالة الإثارة إلى الحالة المستقرة، وينبعث هذا الكمّ من الطاقة في صورة إشعاع من الضوء بطول موجيّ وتردّد محدد، ما ينتج طيفاً خطياً مميّزاً.

مميزات نظرية بور

1- أدخلت هذه النظرية لأول مرة، فكرة الكمّ في تحديد طاقة الإلكترونات في مستويات الطاقة المختلفة.

2 - أكدت أنّ الإلكترونات أثناء دورانها حول النواة في الحالة المستقرة لا تشعّ طاقة، وبالتالي لن تسقط في النواة (التوفيق بين **رذرفورد وماكسويل**).

قصور النموذج الذري

1- لم يستطع تفسير أطياف الذرات الأخرى.

2- افترض أنّ الإلكترون جسيم ماديّ ولم يأخذ في الاعتبار الطبيعة الموجية للإلكترونات.

3- افترض أنه يمكن تحديد مكان الإلكترون وسرعته في آن، وهو ما ثبتت استحالته علمياً.

النظرية الحديثة للذرّة

في العام 1924 اقترح العالم الفرنسي **لويس دي بروغلي (Louis de Broglie)** أنّ للإلكترونات خواصّ موجية (wave properties)، وينصّ مبدأه على أنّ أيّ جسيم متحرك [الإلكترون مثلاً] تصاحبه حركة موجيّة تسمى بالموجات المادية، وهذه الموجات تختلف عن الموجات الكهرومغناطيسية (الضوء)، من حيث إنها لا تنفصل عن الجسيم المتحرّك، وسرعتها لا تساوي سرعة الضوء. وتأكّد تنبّؤه من خلال تجربتين منفصلتين مستقلتين، الأولى أجراها العالمان **كلينتون دافيسون وليستر جيرمر** والثانية أجراها ابن **جورج طومسون** (ج. ج. طومسون) وقد نالوا جائزة نوبل على اكتشافهم، واللافت في الأمر أنّ طومسون الأب حصل على جائزة لاكتشافه الإلكترون، ولبرهنته أنه جسيم وحصل ابنه جورج على الجائزة لإثباته أنه موجة.

في العام 1926، نشر العالم النمساوي **أرويـن شرودنـغ** (1887-1961) نموذجاً للذرّة ينبني بالكامل على الموجات، واعترض في هذا النموذج على ما اقترحه العالم **بور** عن المناطق المحرّمة على الإلكترونات بين المدارات. فألغى كلمة مدارات واستعاض عنها بكلمة أوربيتال (Orbital) التي هي كل الفراغ الذي يحيط بالنواة داخل الذرّة، حيث يتحرك الإلكترون دون أن تكون منطقة محرّمة عليه. ولكن بعد أقل من سنة وانطلاقاً من الثنائية الموجية/الجسيمية للإلكترون، قدّم العالم الألماني **فيرنر هايزنبرغ (1901-1976) Heisenberg** مبدأه المسمّى «عدم اليقين» وتتلخّص فكرته بما يلي:

«يستحيل عملياً تحديد مكان الإلكترون وسرعته معاً في وقت واحد». فأدخل بذلك مفهوم الاحتمالات، فأصبحنا نقول احتمال وجود الإلكترون في مكان ما بقدر كبير أو صغير.

تبع على الفور **هايزنبرغ** علماء آخرون وهم **ماكس بورن** (1882- 1970) **وباسكال غوردان** (1907-1980) **وبول ديراك** (1902-1984) ليتوصل الجميع إلى وضع النظرية الحديثة للذرّة التي بنيت على عدة تعديلات لنظرية **بور**، مع فرق أساسيّ أنّ الإلكترون لا يسير في مدارات محددة ثابتة، بل هو حرّ في التحرّك في جميع الفضاء المحيط بالنواة، وكلّ ما نستطيع معرفته هو

احتمال وجـود الإلكـترون في مكـان معـين، وكأنّـه غمامـة (سـحابة) تختلـف كثافتها من نقطة إلى أخرى، ولكنّها تزداد في المناطق التي يكون فيهـا وجـود الإلكترون أكثر احتمالاً.

في العام 1932 اكتشـف **جـيمس شـادويك** النيـوترون، الـذي لـيس لـه شحنة كهربائية، ويوجد في نواة الذرّة مع البروتون. وتوالى بعد ذلك اكتشاف جسيمات أساسية جديدة، فقد عكف العلماء خلال النصف الثاني من القـرن العشرين على سبر أغوار النواة. في العام 1964 اكتشفت الكواركات من قبـل **موراي جيلمان** و**جورج زوايغ** عندما قامـا بقـذف البروتونـات بالنيوترونـات فلاحظا أنّ البروتونـات والنيوترونـات بـدت كـما لـو أنهـا تتـألّف مـن ثلاثـة جسيمات، أطلقوا عليها تسمية الكواركات، وهي تسمية مبهمة مأخوذة مـن عبارة ثلاث كواركات للسيد **مـارك** التـي وردت في روايـة للكاتـب الإيرلنـدي **جيمس جويس**، وأنها أي الكواركات متماسـكة جـراء تبـادل كيانـات مماثلـة للفوتونات. ووجدوا أنّ القوة النووية شديدة الكثافة ما هي إلا تجلّ ظاهريّ لهذه القوّة الأعمق في حالة تأثيرها النشط.

وفي بداية القرن الواحد والعشرين، بدأ الكـلام عـلى نظريـة الأوتـار الفائقـة، وحسـب هذه النظرية لا ينتهي التجزيء بالكواركات، فالفكرة الجديدة تقول: إنه إذا توغّلنا عميقاً في

جسيمات الذرّة، سنجد شيئاً آخر، هو عبارة عن خيوط من الطاقة التي تهتزّ، والتي تبدو كأوتار مهتزة. من هنا اشتق اسم النظرية. وكما هي حال الأوتار المؤلفة للآلة الموسيقية التي تهتزّ في أطوار مختلفة، كذلك حال هذه الأوتار من الطاقة، إذ تهتزّ في أطوار مختلفة، ولكن بدلاً من إصدار نغمات موسيقية فإنها تصدر التوليفة التي تؤلف الجسيمات ويتكوّن منها الكون من حولنا.

ويبقى السؤال: هل الأوتار هي المكوّنات الأساسية غير القابلة للتجزئة التي يتكون كلّ شيء منها في هذا العالم؟

باحثون شغوفون سيقدمون الإجابة عن هذا السؤال، والمستقبل مليء بالمفاجآت!

***

كيميائيات (1)

تقول وريقة الذهب لإشعاعات ألفا (alpha):

اعبرنني بسلام...

ذراتي مليئة بالفراغ الهائل.

***

كيميائيات (2)

كن كالماء. كلّ من ينظر إليك يرى نفسه.

سمعتُ حبّة السكر تقول للماء: «احتويني كي يصبح مذاقي أحلى».

***

كيميائيات (3)

يقول الصوديوم:

نعم يا أخي البوتاسيوم، صفاتنا تتشابه، ولكنّ الـروابط (bonds) التـي نقيمها مع العناصر الأخرى، هي وحدها التي تُدخِلنا في حالة الاستقرار. فأنـا كلّما ألتقي ذرة الكلور، نتعانق، وأطبع إلكتروناً على جبهتها، فجأةً، نـورٌ يمـلأ الأرجاء، بعضهم يسمّونه الحب، لست أدري... كلّ ما أستطيع أن أقوله: إننـا نعيش انسجاماً لم أدركه سابقاً.

***

كيميائيات (4)

لغتي هي الألوان يقول عبّاد الشمس (litmus)، فأنا أحمرُّ في محلول حمضيّ (Acid)، وأزرقُّ في محلول قلويّ (Base)، وبمعنى آخر، يكشف الآخرون عن أنفسهم من خلالي، لهذا أنا رسامٌ ماهرٌ أعكس بتغيّر ألواني حقيقة الأشياء، لأنه لا يمكن أن يكون لحالتين مختلفتين اللون نفسه.

***

كيميائيات (5)

يقول الإلكترون:

أثناء رقصي الدائري، أشعر بانجذابٍ كبير نحو النواة، ولولا سرعة دوراني حولها، لَكانت قـوة التجـاذب بيننـا، سـتجعل الاصـطدام مـدمّراً. ولـولا هـذا التجاذب لَضعتُ في عتمة الفراغ. إنّه توزان قلق بـين القـوة التـي تشّـدنا إلى الآخر وتلك التي تدفعنا إلى الهروب منه.

***

كيميائيات (6)

شغف الإلكترون بالسفر خلق الضوء.

يقول معـدن النحـاس: القطـب السـالب يشـتاق إلى مقابلـه الموجـب، فيرسل عبري إلكترونات الحب، تيار مودّة يسري في جسدي.

***

كيميائيات (7)

متصاعداً من قلب الماء، يقول غـاز الهيـدروجين: اعـذريني يـا أمـي، لا أستطيع البقاء في كنفكِ. الفضـاء رحـبٌ وأنـا أحـب الطـيران. لا تحـزني عـلى رحيلي، بل افرحي، فقد تولّدت حياةٌ من حياة.

***

كيميائيات (8)

متباهياً أمام الأوكسيجين (O_2) وقف الأوزون (O_3) وقال:

أنا أزيدك بذرّة وأقيم في طبقة أعلى منك، ولولا وجودي لَقَضت الأشعة ما فوق البنفسجية على كلّ الكائنات، أنا يا صديقي الملاك الحارس لكوكب الأرض.

ابتسم الأوكسجين وأجابه بتواضع العارف: صحيحٌ ما تقول، جُزيئاتك تزيدني بذرّة ولكن يا صديقي، هذه الزيادة جعلت منك سمّاً قاتلاً إذا تنشقّك أيّ بشري، فلهذا أنتَ تقيم بعيداً! أمّا أنا، وبدافع الحب أسكن بين الناس، أتنقّل داخل الشرايين، أرافق كل نَبضٍ.

في النهاية، لا ميزة يا أخي لكلٍ منّا على الآخر، فأنت تبعد الموت عن الكائنات، وأنا أصونُ حياتهم.

***

كيميائيات (9)

في إحدى الأمسيات، وفي مختبر العالِم **لافوازييه**، التقت ثلاث ذرّات.

قالت الأولى: ما أروع السفر من جزيءٍ إلى آخر.

قالت الثانية: إنّ العلاقات التي نقيمها فيما بيننا خلقت هذا التنوع الهائل من المركّبات.

أمّا الثالثة وبخبرة المجرّب، فقالت: نحنُ كائنات لا نفنى، وكلّ التحوّلات التي تحدث في هذا الكون ما هي إلا إعادة ترتيب لروابطنا.

سمع **لافوازييه** هذه المحادثة، فأخذته الدّهشة، وبدأ يراقب ويجرّب ويتأمل، فلاحظ أنّ اشتعال غاز الهيدروجين (H_2) مع الأوكسيجين (O_2) يكوّن الماء، وعندما نفكك الماء نحصل على هذين الغازين. وفي هذا التكرار الأبديّ ثمّة حقيقة مدهشة، هي الطبيعة الأزلية للذرّات، حيث لا قديم يفنى ولا جديد يضاف، بل كلّ شيء يتحوّل، وبمعنى آخر، ما بين ولادة وموت وموت وولادة تقيم الحياة الأبدية.

***

كيميائيات (10)

اقتربت ذرّة ذهبٍ من ذرّةِ كربون، وبلهجة متعالية قالت لها:

أيتها السوداء، بمَ تشعرين حين أمرُّ بقربكِ؟ ألا تغارينَ مني وأنا بنت ملك المعادن آسر الملوك والسلاطين؟

أجابت ذرّة الكربون:

بدايةً، أنا لا أخجل بسوادي، فهو لون من ألواني المتعددة، أمّا أنتِ بلونك الثابت فتبدين مملّة. لا تُجيدين التفاعل مع العناصر الأخرى. لا تُدركين شغف العلاقات. في المقابل، أتعب أنا على صقلِ نفسي فأصبح ماساً (diamond). ولأننا نحن ذرّات الكربون لا نطيق الجمود، ولأنّ الحياة في الحركة لا في السكون، خلقنا فيما بيننا ومع بعض الذرّات الأخرى سلاسل (chains) طويلة وقصيرة ومتشعبة (branched)... فأنتجنا حتّى الآن أكثر من عشرة ملايين مركّب، وهذا العدد في ازديادٍ دائم.

وأخيراً أيتها الصفراء الجميلة، ليست العظَمَة بما نحن عليه، العظمة أن نخلق كل يوم بُعداً جديداً لحياتنا.

***

كيميائيات (11)

أصل واحد

في حديقة منزل العالِم **أينشتاين**، حيث كان يجلس ويراقب الضوء بشغفٍ لا مثيلَ له، عُقِدَ مؤتمرٌ عالميّ للعناصر الكيميائية. افتتح اليورانيوم الكلام قائلاً:

جميعكم يعلم أنّ التفاعلات الكيميائية التي تحدث بين المركّبات لا تغيّر طبيعة الذرّات، ولكنّني سأكشف لكم اليوم نوعاً جديداً من التحولات، وهو التفاعلات النووية، فالذرّات التي أتكوّن منها قادرة على الانشطار التلقائي إلى ذرّاتٍ صغرى، حيث يترافق هذا الأمر مع نشاطٍ إشعاعي مدهش. أمّا إذا قُذفت النواة بالنيوترونات فيصبح الانشطار أقوى.

وقبل أن يكمل كلامه، تدخّل الهيدروجين، أصغر العناصر قائلاً:

ما يحدث مع اليورانيوم يحدث معي عكسه، إذ يتمّ وبشروطٍ معينة الاندماج بين نواة ذرّتي مع أحد نظرائي، فتتكوّن

نواة هيليوم، مع إطلاق كميّاتٍ هائلة من الطاقة. ولعلمكم، فأنتم جميعكم قد تكوّنتم من اندماجاتٍ متلاحقة، وما الشمس إلا مركز لهذه التفاعلات.

أصابت الدهشة معظم العناصر، وسيلٌ من الأسئلة بدأ يتدفّق:

لماذا تنشطر الذرّات؟ لماذا تندمج؟ ومن أين تأتي هذه الطاقة الهائلة؟

تدخّل أينشتاين مهدّئاً الجميع بقوله: عندما تنشطر ذرّة كبيرة إلى أصغر منها، أو حين تندمج ذرّتان، جزء من المادة يختفي (يُفقد)، وما الطاقة الهائلة إلا نتاج هذا الفقد، فكل غرام يُفقد ينتج 20 مليون كيلو واط-ساعة، حسب معادلتي $E= mc^2$.

وأكمل قائلاً: اعلموا أيها الأصدقاء أن الطاقة هي الوجه الآخر للمادة، فالطاقة مادة لطيفة، والمادة طاقة كثيفة، وكلّ موجودات هذا الكون تأتي من أصل واحد.

***

كيميائيات (12)

حكيمٌ يخرق النظام... في مختبر الكيمياء

$$N3+_2H2\ _2NH_3$$

كـان العـالم **لوشـاتيليه Le (chatelier)** يحـبّ ممازحـة الجزيئـات وخصوصـاً عنـدما تكـون في تفاعـل عـكسيّ (أي التفاعـل الـذي يسـير في الاتجاهين)، فمثلاً، كان يمزج غاز الآزوت (N_2) مع غاز الهيدروجين. ولأن مـن طبيعة الغازات الحركة التي ينتج منها اصطدامات بينهما، فيتوّلد غاز الأمونيا NH_3. ومـا إن يـتمّ تصـنيع هـذا الأخـير، حتـى يبـدأ يعيـد تشـكيل الغـازين السابقين، ولكن بسرعة أقل، ويأتي في النهاية وقتٌ يتساوى فيه معـدل سرعـة التفاعل المتقدّم، مع معدل سرعة التفاعل المعكوس، وعند هذه النقطة تكون نسـبة الغـازات الثلاثـة ثابتـة، ويكـون هنـاك تـوازن (Equilibrium) بـين التفاعلين المتقدّم والمعكوس. ولكنّ **لوشاتيليه** لا يترك هذا التوازن على حالـه، وهو المدرك أنّ أي نظام متّزن يتعرض لتأثير خارجي سيقوم بتعديل نفسـه في الاتجاه الذي يمتص هذا التأثير، إذ يضيف مزيداً مـن الآزوت، فيختـلّ النظـام

وتعود الاصطدامات من جديد، فيُنقص جزءاً من كمية الآزوت المضافة مع كمية الهيدروجين ليعاد التوازن.

كل هذا يحدث و**لوشاتيليه** يضحك ويهيىء مقلباً جديداً، فيقوم بتغيير درجة الحرارة أو تغيير الضغط، وكلّها عوامل تؤدّي إلى اختلال توازن النظام، فيسير في أحد الاتجاهين ليعاد التوازن. إنها لعبة لا تنتهي، نعتقد أننا نعيش في نظامٍ أبدي من العادات والمفاهيم، ليأتي فيلسوفٌ ويرمي فكرةً جديدة في بركة نظامنا الراكدة فيعكّرها. نغضب كثيراً من هذا الآتي، قد نطرده، وقد نصلبه، ويتصادم لدينا المفهوم القديم مع الجديد، لنصل في النهاية إلى توازنٍ يدخلنا في حالة وعيٍ جديدة لذواتنا.

***

كيميائيات (13)

من أنا؟

ذات مساءٍ، وقف الماء متأمّلاً، وسأل نفسه: من أنا؟

وتابع يقول: أحياناً، أشياء غريبة تحدث معي، تصدمني صدمة إيجابية، فأنا بطبيعتي أتجمّد في درجة حرارة صفر، وأغلي في درجة حرارة مئة إذا كان الضغط الجوي 76 سنتم زئبق. ولكنّني في المحاليل، حين أكون أنا المذيب ومادة أخرى مذابة، أحس أنّ طاقة غريبة أضيفت إليّ، وأسلك سلوكاً يختلف عن سلوكي حين أكون وحيداً. فعندما أكون ماءً مالحاً، أتجمّد في درجة حرارة أقل من الصفر، كما أنني أصبح موصلاً جيّداً للكهرباء. وفي كلّ مرة أقيم فيها علاقة مع مركّب كيميائي، أخرج من انتمائي الضيق إلى فضاءاتٍ جديدة، وتكتسب هويّتي بُعداً جديداً يضاف إلى عناصرها. فالهوية لا تُسجن في قوالب. إنّ انتماءاتها المتنوعة تتفاعل وتتبدّل مع كلّ تجربة نخوضها، كلّ ما علينا فعله أن نجيد فنّ الإنصات، وفنّ التلقي، أن نثق بقيمة

مـا نتلقّـاه، فيتفاعـل مـع مـا نملكـه، فتحـدث تحـوّلات في دواخلنـا، تجعلنـا متحفّزين دائماً لتقبّـل كـلّ جديـد، فـلا ننكـره بـل نمتلـك شـجاعة التضـحية بالأفكـار المسـبقة، وعندئـذ تتعمّـق معرفتنـا لـذواتنا ونخـرج مـن تقوقعنـا، وتصبح رؤيتنا للآخرين أكثر انفتاحاً وأكثر تسامحاً، وندرك أن اختلافهم عنا لا يلغينا، بل يكون قيمة مضافة إلينا.

***

كيميائيات (14)

سلبي - إيجابي

تقترب ذرة أوكسيجن من ذرتيْ هيدروجين، وتقول لهما:

أنا في حالة غير مستقرة، أحتاج إلى إلكترونين كي أرتاح، وكلّ ذرّة منكما تحتاج إلى إلكترون واحد لتستقر، فلمَ لا نتشارك معاً؟ اقتربا أكثر مني.

ومن دون تردّد وبلهفة العاشق، تقترب ذرّتا الهيدورجين لتتداخل الطبقات الإلكترونية الخارجية للذرّات الثلاث، فيتقدّم من كلّ ذرّة هيدروجين إلكترونٌ لتكوين زوج إلكترونيّ مع آخر من ذرة أوكسيجن يجذب نواتيْ (nucleus) الذرّتين في الوقت نفسه، ويتمّ ما نسميه الرابطة التشاركية (covalen bond)، فيتكوّن جُزيء الماء.

ولكنْ، ما هو السبب الذي يجعل الماء يوجد بحالته السّائلة بكمياتٍ كبيرة على الأرض؟ (لأنه لو وُجد بحالته الغازية فقط لما نشأت الحياة).

والجواب هو: أنّ نواة ذرّة الأوكسيجين هي الأقوى، لذلك فإنّ الزوج الإلكتروني التشاركيّ يكون أكثر التصاقاً بها منه بالهيدورجين، وهذا يعطي أقطاباً كهربائية متمايزة، وتَشكُلاً لمجموعة من ثنائيْ القطب، حيث يكون الأوكسيجن هو القطب السالب، والهيدروجين هو القطب الموجب، ونتيجة لهذه القطبية ينشأ رابط يسمّى «الرباط الهيدروجيني» بين جزيئات الماء، حيث يتّم التجاذب بين هيدروجين من جُزيء مع أوكسيجن من جُزيء آخر، مع العلم أنّ هذا التجاذب أضعف بشكلٍ كبير جداً من الرابطة التشاركية داخل الجُزيء، ودونه لتحوّل الماء غازاً ولتناثرت جُزيئاته متباعدة، ولانعدمت بالتالي الحياة على كوكبنا الأزرق. لهذا فإنّ تكامل السالب والموجب في جُزيء الماء، خلق الطاقة التي جمعت جُزيئاته بعضها إلى بعضها الآخر. كذلك فإنّ ثنائية الشعور والتفكير، العاطفة والعقل، الحدس والمعرفة - في كل فرد منا - في تفاعل تكامليّ، وهما معاً يشكّلان التوازن والانسجام، وعلى الرغم من التقابل، لا تعارض بينهما ولا تضاد، بل حركة موجيّة تواصلية تخلق فينا الإنسان الكامل.

***

كيميائيات (15)

إلى أين؟

ما انفكَ غازا الهيدروجين والإتين (C_2H_4) يجهدان ليتفاعلا معاً، إلا أنّ تفاعلهما ظلّ بطيئاً جداً. سمع معدن البلاتين بالقصة فجاء إليهما وقال: «حل مشكلتكما عندي، سأسرّع تفاعلكما». فأجابا بفرحٍ كبير: «ولكن كيف؟». تبسّم وقال: «كل ما عليكما فعله أن تمرّا فوق سطحي»، ففعلا. وبعد وقتٍ قصير تحوّلا إلى غازٍ ثالث وهو الإيتان (C_2H_6). حدث هذا، وبقي معدن البلاتين بدون تغيير في نهاية هذا التفاعل، لهذا فهو محفّز وسيط (Catalyseur)، يسرّع دون أن ينقص منه شيء.

قصة المحفزات تتكرر في تفاعلاتٍ أخرى، ففي عوادم السيارات يقوم بهذا الدور معدن الروديوم (rhodium)، حيث يساهم في تحويل جُزيئات غازات سامّة مثل أول أوكسيد الكربون الذي يسبب الاختناق، وأكاسيد النيتروجين التي تسبب الأمطار الحمضية، إلى جزيئات غير مؤذية مثل ثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين، وكذلك تلعب الأنزيمات دور المحفّز في

التفاعلات الحيوية في الأحياء، كما وأنّ لكلّ محفّز فعلاً نوعيّاً، يعني أنّ المحفّز الذي يصلح لتفاعل معيّن لا يصلح لآخر، وأحياناً يغيّر تبديل الوسيط (المحفز) مسار التفاعل.

هكذا هي حياتنا، مسارات متنوّعة، نلتقي مصادفةً أحداً ما، كتاب يوضع بين أيدينا، أو حدث نعتقد أنه صغير، وأمور أخرى تكون بمثابة محفزات تضعنا على طريق لم نخطّط له قط، تأخذنا إلى مستقبل لم نتصوّره، وكثيراً ما نسأل أنفسنا ونحن نسير: «إلى أين»؟! فيأتي صوت من أعماق الذّات: إنها رحلة بحثنا عن النور، تتعدد الدّروب، ونمرّ أحيانا بأحلك الظلمات، ونضيع في حيرة الأسئلة، ولكنّ ذات صباح – كزهرة اللوتس – سيفتح المريد قلبه للنور.

***

كيميائيات (16)

طواف

في اللحظة البدئية، لحظة الانفجار الكونيّ العظيم، تكوّنت كلّ الإلكترونات. جُسيمات تحمل شحنة كهربائية سالبة، وهي صغيرة إلى أبعد حدّ، فالكتلة (mass) الساكنة للإلكترون تعادل تقريباً $X9,1^{31-}10$ كيلوغرام (يعني أنّ وزن $X1,110^{27}$ إلكترون يعادل غراماً واحداً). ولكن ما يدهش بهذه الإلكترونات أنها ومنذ ذلك الوقت، تمارس طقساً جميلاً: الطواف الدائم حول النواة المتكونة من بروتونات ونيوترونات والتي تحمل شحنة كهربائية موجبة، تدور وَتدور، فتخلق في حركتها مجالاً مغناطيسياً رائعاً، تكوّن مع النواة ذرّةً متماسكة.

يا للروعة! الكلّ يطوف حول الواحد. الواحد الحقيقة. الحقيقة التي تملك وجوهاً عديدة. فالنظر إليها من زاوية واحدة يعطينا معرفة جزئية غير مكتملة، لهذا فإنّ التطواف حولها يمنحنا رؤيتها من كلّ الجوانب ويعمّق فهمنا لها.

***

كيميائيات (17)

الكون الجميل

في بصيرة العالم **رذرفورد (Rutherford)** وفي لحظة انخطافٍ، تكشف إحدى الذرّات عن مكوّناتها الثلاثة الرئيسة، وبصوتٍ يشبه الهمس، سمع البروتون (proton) يقول: أنا جسيم صغير جداً، لي شحنة كهربائية موجبة (charge positive)، تعادل الشحنة التي يحملها الإلكترون إلا أنّ الأخير شحنته سالبة (negative charge)، كما وأنّ عددنا متساوٍ في الذرّة الواحدة، لهذا هي متعادلة كهربائياً، ولكنّ وزني يقارب 1836 ضعفاً وزن الإلكترون.

ويتابع: نحن البروتونات بمساعدة النيوترونات (لا شحنة لها)، نكوّن نواة الذرّة التي هي (أي النواة) قلب متناهي الصغر، كثيف بشكلٍ لا يصدّق (تبلغ كثافته ألف تريليون غرام في السنتيمتر المكعب، ويمكن إدراك ذلك لو تخيّلت أنّك جمعت كلّ سيارات العَالَم في قمع الخياطة). حول هذه النواة، تدور الإلكترونات على مسافاتٍ شاسعة، لهذا فإنّ الذرّة هي فراغ في

معظمها، وبمعنى آخر، إنّ الإلكترونات تمتلك كتلة (mass) صغيرة جداً، لكنّها تشغل حيّزاً كبيراً في الفراغ، في المقابل أمتلك أنا البروتون كتلة أكبر، لكنّها تشغل حيّزاً صغيراً جداً في الفراغ، فإذا افترضنا أن مدار الإلكترونات بحجم مدرّج ملعب كرة قدم، فإنّ حجم النواة يكون مثل حجم كرة التنس، ولا شيء بينهما.

وليس من باب التباهي، يضيف البروتون، أنا وحدي أعطي للذرّة (وبالتالي للعناصر) هويّتها، فعدد البروتونات في نواة الذرّة يُطلق عليه العدد الذري (atomic number)، يحدّد لأي عنصر (element) تنتمي هذه الذرة. فمثلاً، النواة التي فيها بروتون واحد ترجع إلى عنصر الهيدروجين، والتي فيها اثنان ترجع إلى عنصر الهيليوم، والتي فيها ستة بروتونات، ترجع إلى عنصر الكربون، أو التي فيها ثمانية بروتونات ترجع إلى عنصر الأوكسجين، وهكذا حتى تكتمل العناصر الأكثر من مئة المعروفة اليوم[3].

وقبل أن يستفيض البروتون أكثر، قاطعه الإلكترون قائلاً:

دعني أقارب الموضوع من زاويتي، كلّ ما قلته يا صديقي صحيح، ولكن لي أيضاً دوراً مهماً. فنتيجةً لحركتي الدائمة،

[3] كلمة عنصر كربون تعني مجموع ذرّات الكربون في الكون التي لا يحصى عددها.

أقامت الذرّات روابط فيما بينها واتحّدت معاً، حيـث إنّ بعـض الإلكترونـات من ذرّة تدخل في الكرة الإلكترونية لذرّة ثانية، فيـتمّ التشـابك بـين المـدارات الخارجية للذرّات، فتتكوّن الجزيئات (molecules) التي يتشكل منها العـدد الهائل من المركّبات. لهذا أيها الصديق العزيز، إن صلة الذرّات بعضها ببعض خلقت نسيجاً متصلاً، اسمه الكون الجميل الذي علينا أن نفهمه بوصفه كـلّاً واحداً لا انقسام فيه.

***

أفوغادرو يحدث الفرق

في جلسة تقويم أوزان عُقدت في مختبر العالِم **أفوغادرو (Avogadro)** عند الساعة 6:02 بين مجموعة من الذرّات، تمّ الاتفاق على أنّ عدد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرّة يسمّى عدد الكتلة (mass) ونرمز إليه بالحرف A. وبما أنّ وزن النواة يشكّل 9,99% من وزن الذرّة حيث أنّ وزن الإلكترونات صغير جداً، لهذا فإنّ وزن الذرّة يتركّز في نواتها، مع علمنا بأنّ وزن كلّ من البروتون والنيترون هو وزن صغير جداً يبلغ $1,67\times10^{-24}$ غرام (أي جزءاً من بليون بليون جزء من الغرام) لهذا ليس من المعتاد الإشارة إلى وزن الذرّة بالغرام، بل بكتلة قياسية تسمّى وحدة كتلة ذرّية (و.ك.ذ.) (atomic mass unit). وبالتالي يكون وزن كل من البروتون والنيوترون هو 1(و.ك.ذ). وبما أنّ النواة تحوي عدداً من البروتونات والنيوترونات، فإنّ وزن الذرّة يساوي عددياً عدد الكتلة. فمثلاً ذرّة الصوديوم تحتوي 11 بروتوناً و12 نيتروناً فيكون وزنها 23 وحدة كتلة ذرية، وكذلك ذرّة

الأوكسيجين لها عدد كتلة يساوي 16 فيكون وزنها 16 (و.ك.ذ)، كما أنّ ذرّة الهيدروجين التي لا تحوي إلا بروتوناً واحداً يكون وزنها 1 (و.ك.ذ). وقبل أن ينتهي الاجتماع قالت إحدى الذرّات:

يا أخواتي، إن أوزاننا متناهية الصغر، لهذا علينا أن نحشد أعداداً ضخمة منا لنحدث فرقاً.

في هذه اللحظة تدخل **أفوغادرو** وقال لهنَّ:

سأقسّمكن إلى مجموعات نسميها مول (mole). على كلّ الذرّات من العنصر نفسه أن تتجمع معاً ليصل المجموع إلى العدد $x6,0210^{23}$ (أي أكثر من 602 ألف مليار مليار). وبدأت الأعداد الهائلة تتدفق والذرّات تتجمّع، الصوديوم مع الصوديوم، والأوكسيجين مع الأوكسيجين. ولكنّ المفاجأة التي صدمت الجميع أنّ كلّ مول أي كلّ 602 ألف مليار مليار ذرّة من ذرّات الصوديوم لها وزن 23 غراماً (العدد نفسه لوزن الذرّة الواحدة مع فرق أن وحدة القياس أصبحت الغرام) وأيضاً وزن مول من ذرّات الأوكسيجين 16 غراماً.

«يا لروعة عددك يا **أفوغادرو**»، صرخت الذرّات، فأنت جعلت لأوزاننا قيمة. تبسّم العالِم العظيم وقال في سرّه:

يا لسحر العلم كيف يفكّ الألغاز، جمّعتكنّ أيّتها الذرّات لأنني أدرك بأنّ الوجود الفردي للذرّة ليس له معنى، وأدرك أيضاً،

بأنّ الفعالية تكمن في حبكة الروابط فيما بينكنّ، هذه الحبكة هـي وحـدها التي خلقت نسيج هذا الكون، ولأنّ العين المجرّدة عاجزة عن رؤيتكنّ، كانت عين العلماء هي التي كشفت المحجوب وجعلـت مـن اللامـرئي مرئيـاً، إلا أنّ هذا الأمر لم يأتِ بين ليلة وضحاها بل احتاج إلى مكابدة معرفية وسهر آلاف العلماء الذين يشكّلون فريقاً سيمفونياً يعزف نغـماً يحـاكي الـنغم الكـونيّ في دقّته وفي روعته.

***

كيميائيات (19)

الوعي

في نـواة إحـدى الـذرّات، سـمع العـالم **جـيمس شـادويك** (مكتشـف النيوترون) هذه المشاجرة التي ابتدأها البروتون قائلاً للنيوترون:

أيّها الجسيم الذي لا شحنة له، يقارب وزني وزنك، ولكنّني أحمل شحنة كهربائية موجبة. فالنواة بفضلي وحدي تتجاذب مع الإلكترونـات، مـا يـؤدّي إلى تماسك الذرة، فبماذا تجيب يا جاري العزيز؟!

وبهدوءٍ خالٍ من أي انفعال ردَّ النيوترون بصوت خافت:

أيّها الصديق المشحون، أنـتم البروتونـات وبفعـل شـحنتكم تتـدافعون فـيما بينكم، أي تتنافرون وتتباعدون، لهذا فإنّ خلوّ النواة من النيوترونات يمزّقها، لذا أنا وعي النواة لوحدتها واستقرارها. بمعنى آخر أنا الخلطة العجيبة التي تجعل النواة متماسكة، فوجودي هـو الـذي يخفّـف مـن حـدّة تنـافركم. فـاعلم أيّهـا الصـديق

أنّ الوعي هو الخيط السحري الذي يربط مكوّنات أيّ تجمّع مهما تباعـدت، ويمنعه من التشظي.

***

كيميائيات (20)

أنت أفضل ممّا كنت تعتقد

«لم يخطر ببالي البتة، لماذا أنا الوحيد من بين كلّ المعادن، أبقى سائلاً في درجة الحرارة الطبيعية، ولا أتجمّد إلا في الدرجة 38,9 تحت الصفر؟». هكذا تحدّث معدن الزئبق مع بعض العناصر، وتابع: «وأنا كمعدن موصل جيّد للكهرباء، حيث أسمح بمرور تيار كهربائي ينتج من انتقال الإلكترونات من خلالي تحت تأثير حقل كهربائي، إلا إنّ عوائق مكوّنة من الأيونات وبعض الشوائب تعيق حركة الإلكترونات، فتؤدي إلى مقاومة التيار وتَشَتُّت جزءٍ من الطاقة».

يتنهّد الزئبق تنهّدةً عميقة كأنها لحظة فصلٍ بين زمنين مختلفين ويتابع:

«حتى العام 1911، كنت فرحاً بسهولة انسيابي كمعدن سائل، إلا أن شيئاً غريباً حدث معي عندما وضعني العالم **أونص (ONNES)** في الهليوم السائل، أي في درجة حرارة 269 تحت

الصفر (أربع درجات فوق الصفر المطلق)، وتحت هذا الظرف الشديد البرودة الذي لم أعتده، تولّدت لدي صفة لم أختبرها سابقاً، فأصبحتُ موصلاً فائقاً (superconductor)، وهذا يعني أنّني لم أعد أبدِي أيّة مقاومة لسريان الإلكترونات، لأنّني عند درجة الحرارة المنخفضة القريبة من الصفر المطلق، تكاد ذراتي تسكن سكوناً تاماً، وبذلك تمرّ الإلكترونات بسهولة كبيرة دون فقد للطاقة. ومنذ ذلك الحين، انبرى العلماء لدراسة هذه الظاهرة العجيبة، وبما أن تسييل غاز الهليوم مكلف جداً، سعوا إلى إيجاد مواد جديدة لا تحتاج إلى أن تُبرّد عند درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق، فتمكّنوا في العام 1987 من تصنيع نوع من السيراميك يستطيع أن يكون موصلاً فائقاً عند درجة حرارة 138 فوق الصفر المطلق حيث يتم تبريده في النيتروجين السائل ضئيل التكلفة.

أثار كلام الزئبق فضول أحد العناصر، فسأله:

«ماذا يعني أن يصبح جسم ما، موصلاً فائقاً، وما هو المميّز بالأمر؟»

فأجاب: للموصلات الفائقة عدة تطبيقات، سأحدثكم عن خاصية تدعى تنافر الموصلات الفائقة مع المجال المغناطيسي، فإذا وضعنا مغناطيساً فوق هذه الموصلات سيبقى معلّقاً في الهواء، والسّبب في ذلك أنّ خطوط القوة المغناطيسية لا يمكنها اختراق موصل فائق، والمهمّ في الأمر أنّ هذه الخاصّية

ستطبق برفع القطارات فوق القضبان، وقد عُرض بالفعل نموذج عن هذه القطارات التي تسير بسرعة أكبر من القطارات التقليدية، وتستهلك كمية أقل من الطاقة، وقد يتمكّن العلماء من تصنيع سيارات مغناطيسية تحلّق فوق الأرض وتكاد لا تستهلك أيّ نوع من الوقود، لأننا مع هذا النوع من السّيارات سنتغلّب على الاحتكاك الذي يستهلك معظم كمية البنزين في السيارات، وبالتالي سنخفّف بشكلٍ كبير من انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وسنحمي البيئة من تلوثٍ يكاد يصبح مدمّراً.

وبفرح الأطفال الذين يندهشون بكل حدث جديد، ينهي الزئبق كلامه قائلاً:

مع هذه التجربة التي مررت بها، تغيّرت نظرتي إلى ذاتي، وأدركتُ أنني أفضل مما كنت أعتقد، وأن كلاً منّا يملك طاقة كامنة، قد لا يعيها، لأنّها متخفّية كالكنز المخبوء في أعماقنا. لهذا، علينا تعلم تقنية التنقيب لنستطيع الغوص عميقاً إلى دواخلنا، كي نكتشف حقيقتنا الساطعة. عندئذ، نخرق مألوفاً تعودناه، ونخرج من نمطية التفكير التي تقولب سلوكنا، ونصبح أكثر تفتّحاً لخبراتٍ جديدة، ونأتي بأفعال ما حلمنا بها من قبل.

***

كيميائيات (21)

في عدة أمكنة في وقتٍ واحد

زائرٌ غير متوقّع يدخلُ حجرتي. وقبل أن أتعرّف إلى ملامحه، تكوّر على نفسه وبدأ يدور بسرعة رهيبة، فتراءى لي على شكل سحابة، وعبثاً كانت محاولاتي لتحديدِ مكانه. فسألته: من أنت؟ فأجاب: أنا الإلكترون. رددتُ غاضباً: مستحيل، الإلكترون متناهي الصغر ولا تمكن رؤيته. فضحك وقال: أنت الآن تحلم، وخيالك ضخّم حجمي إلى هذا الحد الكبير. لقد زرتك الليلة في منامك لأخبرك قصة اكتشافي. فقلت له: أنا أصغي، وبدأ يتكلم قائلاً:

اكتشف وجودي العالم **طومسون** سنة 1897، ومنذ ذلك الحين والعلماء يجهدون لمعرفة سر حركتي. ففي العام 1911 وضع العالم **رذرفورد** نموذجاً اعتبر فيه أن الذرّة تشبه المجموعة الشمسية، وهي بمعظمها خاوية وتتركز كتلتها في النواة، وفي الفراغ الهائل حولها ندور نحن الإلكترونات بمداراتٍ ثابتة مثل الكواكب حول الشمس. فقاطعته قائلاً: إذا تخيّلنا أن النواة بحجم

كرة قطرها سنتيمتر واحد، فكم يكون حجم الفراغ الذي تتحركون فيه؟ فأجاب: كرة عملاقة في حجم ملعب كرة قدم. لم أصدّق ما قاله فسألته: وهل كان **رذرفورد** مصيباً بهذا الاقتراح؟ فردّ قائلاً: أصاب حين قال إننا ندور حول النواة ولكنه أخطأ باعتقاده بالمدارات الثابتة.

ظلّ الشكُ يساورني ففاجأته بالسؤال التالي: نحن نتكوّن من ذرّات هي خواء تقريباً، فلماذا لا نستطيع النفاذ عبر الجدران؟

لم تغضبه أسئلتي المتكررة. وبصوت هادئ قال: لا تحرق المراحل، دعني أكمل لك القصة.

بعد **رذرفورد** بسنتين جاء العالم **نيلز بور** ليقول إننا نتحرك حول النواة في سبعة مدارات دائرية، ولكلّ مدار طاقة محددة وثابتة، ولكن المناطق بين المدارات محرّمة على الإلكترونات. ثم يأتي في العام 1924 العالم **لويس دي بروغلي** ويقترح أننا كإلكترونات لنا خواص موجية لأنّ كلّ جسم متحرك ترافقه موجة، ونتيجة لهذا الاقتراح يعترض العالم **شرودنجر** على نموذج **بور** رافضاً وجود مناطق محرّمة على الإلكترونات، فالذرّة بالنسبة إلى الإلكترون هي بيته، حيث لا توجد غرف محرّمة عليه، فاستعاض عن كلمة مدارات بكلمة أوربيتال (Orbital)، ولوصفها استخدم تعبير السحابة الإلكترونية التي هي منطقة تقع في الفراغ

المحيط بالنواة، حيث يزداد فيها احتمال وجود الإلكترون في كثير من الاتجاهات والأبعاد الفراغية حول النواة.

التبس الأمر عليّ وخصوصاً عندما لفظَ كلمة أوربيتال، فقلت له: فسّر لي أكثر، فأجاب: تشبه حركتنا أذرع المروحة، فإذا نظرت إليها في بدء دورانها تستطيع تمييز الأذرع، ولكن مع ازدياد سرعتها لا تستطيع تمييزها، وهكذا نحن، يصعب تحديد أماكن وجودنا. ولهذا وفي العام 1927 وانطلاقاً من الثنائية الموجية/الجسيمية لطبيعتي كإلكترون، يتقدّم العالم **هايزنبرغ** بمبدأ جديد يسمى: «عدم اليقين» يقول فيه: يستحيل عملياً تحديد مكان الإلكترون وسرعته معاً في وقت واحد. وقد كان هايزنبرغ مصيباً فأنا - ونتيجةً لصغر كتلتي ولسرعتي الكبيرة – كلّما حاول عالم تحديد موقعي، يوجّه نحوي إشعاعاً فأمتصُ طاقة الإشعاع وأغيّر اتجاهي وسرعتي وأظهر لهم على شكل غيمة، وكأنني أوجد في عدة أمكنة في وقتٍ واحد.

بعد عبارته الأخيرة تملكتني الدهشة وتساءلت في سرّي: كيف يمكن أن يوجد شيءٌ ما في عدة أمكنة في وقتٍ واحد، وتردّدت قبل أن أفصح عماً يجول في خاطري لضيفي الأبديّ الحركة. ولكنه، ولكي يعيد لفت انتباهي إليه قال: لقد اقتربنا من الإجابة عن سؤالك عن عدم قدرتنا على عبور الجدران. ثم

تابع: توصل العلماء إلى إعطاء كلّ إلكترون أربعة أعداد سمّيت بالأعداد الكمومية، وهي بمثابة بطاقة هوية تميز كلّ إلكترون من غيره من الإلكترونات، وبناء عليه فقد اقترح عالم مميز يدعى **باولي** مبدأ الاستبعاد الذي نصّ على أنه لا يمكن لإلكترونين اثنين أن يوجدا في الحالة الكمومية نفسها، ما يعني أنه لا يوجد إلكترونان يتمتعان بالأعداد الكمومية الأربعة نفسها. لهذا كما يقول العالم **ميتشيو كاكو**: «عندما يقترب جداً إلكترونان شبه متطابقين أحدهما من الآخر، يتنافران»، وهذا هو السبب الذي يجعل الأشياء تبدو صلبة، في حين أنّ صلابتها تلك محض وهم. فالواقع أنّ المادة من حيث المبدأ خاوية في الأساس.

عندما نجلس على مقعد، نظنّ أننا ملامسون له، والواقع أننا نحلّق فوقه، أو نطفو فوقه على بعد أقل من نانومتر، مدفوعين عنه بتنافر القوى الكهربية وقوى الكم. ويعني هذا أننا متى (لامسنا) شيئاً، فإننا في الواقع لا نلامسه مباشرة على الإطلاق، لكن تفصلنا عنه تلك القوى الذرية بالغة الصغر.

عند هذه النقطة، أنهى الزائر الغريب الأطوار حكايته، ثم ودّعني وخرج، لأدخلَ أنا في متاهات الأسئلة: هل سنتمكّن يوماً ما من تطوير تقنياتنا إلى حدٍ نستطيع معه أن نحدد بدقة سرعة الإلكترون ومكانه، وبالتالي التنبؤ بسلوكه؟ ومن ثمّ هل سيمكّننا

ا العلم من نقل أنفسنا فجأة من مكان إلى آخر؟ هـل سنتوصـل إلى تحريـك الأشياء عن بعد؟ أسئلة كثيرة ضجّ بهـا رأسي، ولم ينقـذني، إلى حـينٍ فقـط، إلّا صوت المنبّه، لأصحو وفي يدي كتابٌ كنت أقرأه، قبل أن يغلبني النـوم، وفيـه عبارة للعالم أينشتاين يقول فيها: «إذا لم تبدُ الفكرة مـن البدايـة عبثيـة، فـلا أمل فيها».

***

خاتمة من وحي كتاب

«أنثوية العلم»

سأحاول في هذا الفصل، مستعيناً بمقاطع من كتاب «أنثوية العلم»، أن أتكلّم عن أربعة عناصر تُعتبر عناصر أنثوية في سياق التصنيفات الشائعة في الوسط العلمي، وهي:

1- الحدس

2 - الترابطية

3- التعددية

4- التعاون

كما أنني سأحاول شبكها بموضوعات كيميائية.

***

ثلاثية حلم

(الحدس)

تقول الدكتورة **ليندا جين شيفرد** مؤلفة كتاب «أنثوية العلم»:

«إن الحدس، أي البصيرة أو المعرفة المجتناة من دون تفكير عقلاني مثبَت، يبدو غامضاً ولا عقلانياً، لذلك ارتبط في ثقافتنا بالأنثوية»، كما أنّ **د. شيفرد** تعدّ الحدس طريقاً آخر للمعرفة، هذا الطريق الذي يعرّفه **كارل يونغ**، العالم النفسي الشهير، بأنه الوظيفة التي تتوسّط المدركات بطريقة لا واعية... في الحدس يعرضُ المحتوى ذاتَه كلّاً مكتملاً، من دون أن نكون قادرين على تفسير ذلك المحتوى أو اكتشاف كيفية مجيئه إلى الوجود.

وتتابع **د. شيفرد** لتقول: يعطينا **ألبرت أينشتاين** مثالاً للعالم الحدسي، فقد اعتاد أن ينسى مفاتيحه وقفازاته، وغالباً ما كان يفوته ارتداء سترته أو تمشيط شعره. ويقول إنّه في يوم من الأيام، بينما كان يتنزه سيراً على الأقدام في الطرقات المحيطة بمنزله في برينستون، نسي أين يقع مكان إقامته.

كانت اكتشافات **أينشتاين** العظمى المبكرة، قائمة جميعها على حدس فيزيقي مباشر. وفي عامه الستين وصل إلى الفكرة التي أحدثت ثورةً في الفيزياء. قال: «إنّ بصريات الحركة أتتني بفعل حدسيّ، لقد جعلني أبواي أدرس الكمان مذ كنت في السادسة من عمري. ويأتي اكتشافي الجديد نتيجة للمدركات الموسيقية»[4].

إنّ ومضة الحدس تميل إلى أن تبزغ أثناء أوقات الاسترخاء أو أثناء الحلم أو أثناء السير في نزهة على الأقدام، أو ساعة يرنو البصر إلى النجوم عبر النافذة، وهذا ما حدث مع علماء كثر، حيث كان للحدس الدور المهم في إنجازاتهم. ثلاثة ممّن لهم علاقة بعلم الكيمياء، تراءت لهم استبصاراتهم في الحلم. فها هو العالم **نيلز بور** يحلم بالنظام الشمسي كنموذج للذرات، ما أدى إلى «**نموذج بور**» لبنية الذرّة ولجائزة نوبل. حلمان آخران لعالمين آخرين، سأتكلم عنهما بعد قليلٍ، لأضيء أكثر على الجانب الحدسي في عملية الإبداع، ولندرك بأنّ الحدس يثب بنا إلى قلب المستقبل، ويستطيع أن يمثّل جسراً لتجاوز الحدود التي تفصلنا عن الآخرين وعن الطبيعة.

---

[4] ما جرى مع أينشتاين يدفعنا إلى التساؤل: هل أدّى إهمالنا تعلّم الموسيقى إلى تراجعنا؟ وفي المقابل هل ساهم تعليمها للأطفال في الغرب بنهضتهم العلمية؟.

إن أولئك الذين يطورون إمكاناتهم النفسانية، كثيراً ما يشعرون بمغزى قوي للوحدة، بمعنى الاتحاد، مع العالم الطبيعيّ. إنهم يشعرون بمغزى شخصيّ للتواصل الداخليّ الذي كشفت عنه الفيزياء على مستوى الكوانتم. على أنّ مغزى الانسجام مع العالم لديهم ليس نظريّاً، بل إنه خبرة معيشة عن طريق الحدس، ويعرفون أنّ شيئاً ما أكبر، شيئاً ما أعظم بالنسبة إلينا لكي نبلغه، شيئاً ما في أعماق نفوسنا، هو في أعماق بنية الكون:

الحلم الأول: الأفعى تلتقط ذيلها

تتّحد الذرّات تبعاً لنسبٍ ثابتة، لتكوّن الجزيئات، وبالتالي المركّبات الكيميائية، ولكن هذا الاتحاد يعتمد على ما يسمّى بتكافؤ الذرّة الذي هو قدرة ذرات عنصر ما على الاتحاد بذرات أخرى، وبشكلٍ أدقّ، التكافؤ هو عدد الإلكترونات الذي تحتاج إليه الذرة لتشكيل جزيء، ويمكن إعطاء الإلكترونات لذرّة أخرى، أو أخذها من ذرة، أو التشارك فيها.

ويكون لبعض الذرات التكافؤ نفسه دوماً، فمثلاً تكافؤ الهيدروجين يساوي 1 والأوكسجين يساوي 2 والكربون يساوي 4، ولتوضيح الأمر أكثر، سأفترض أنّ ذرة الهيدروجين لها يد واحدة فلا تستطيع الاتحاد إلا بذرة واحدة، أمّا ذرة الأوكسجين

فكأنها تملك يدين اثنتين ولها ميلٌ للاتحاد بذرتين أخـريين، وهـذا مـا نـراه في جزيء الماء، حيث تتّحد ذرة أوكسجين واحدة بذرتي هيدروجين، وكذلك الأمر بالنسبة إلى ذرة الكربون التي لها تكافؤ 4 وكأنها تملك أربع أيدٍ، فلها القـدرة على الاتّحاد بأربع ذرات. فالتكافؤ الذي بدأ الحديث عنـه منـذ العـام 1850 مكّـنَ العلـماء مـن تفسـير بُنـى الجزيئـات وخصوصـاً المركّبـات العضـوية، كالهيدروكربونات التي تتكوّن من ذرّات كربون متّصلة بعضـها بـبعض ومـع عدد من ذرات الهيدروجين بروابط تشـاركية. ولكـن بقيـت معضـلة واحـدة حيّرت العلماء في تلك الفترة، وتمثلت في تفسير بنية جزيء البنزين benzène C_6H_6 (ليس وقود السيارات)، وبدأ العلـماء يتسـاءلون: كيـف يـتمّ تشـكيل سلسلة تنتظم بها ستّ ذرات كربون مع ستّ ذرات هيدروجين، فـيما يبقـى الكربون رباعي التكافؤ: لن يتأخر الجواب كثيراً، لأن البنـزين سيكشـف عـن سرّ بنيته للعالم **كيكوليه (1829-1896) (Kékulé** حيث يروي:

«في إحدى الأمسيات الصيفية الرائعـة، وأثنـاء عـودتي بواسـطة البـاص مـن زيارة أحد الأصدقاء، أخذتني غفوة كأنها حلـم يقظـة، وأخـذت الـذرات تتواثـب أمام عيني، وكنت أراها تتحرّك كثيراً قبل ذلك على شكل أشياء دقيقـة، ولكنّـي لم أنجح في تمييز طبيعة حركتها، لكن في هذه المـرة رأيـت كيـف كانـت كـلّ ذرتـين

صغيرتين تتّحدان بشكل متكرّر لتكوّنا أزواجاً، وكيف تأتي ذرّة أكبر لتحتضن الذرتين الصغيرتين، وكيف كانت تأتي ذرات أكبر من ذلك لتحتضن ثلاث أو أربع ذرات صغيرة... والجميع يحوم في رقصة طائشة، ورأيت كيف كوّنت الذرات الأكبر سلسلة، جارّةً وراءها الذرات الأصغر... ثم أيقظتني صيحة الكمسري من الحلم، لكنّني أنفقت جزءاً من الليل أخطّ على الورق أشكالاً لما رأيته، وهكذا بدأت نظرية البنية».

وذات مساء يغفو العالم نفسه في مقعده في جوار المدفأة، ويراوده حلم آخر يقول عنه: «ومرة أخرى كانت الذرّات تتواثب أمام عيني، لكن هذه المرة كانت الذرات الصغرى تتوارى في الخلفية... كانت صفوف طويلة تتراص متجاورة، وقد أخذت تتزامل في أزواج، وتتلولب في حركة ثعبانية، ورأيتُ إحدى الحيات وقد التقطت ذيلها نفسه، ثم أخذت تدور وتلف أمام عيني في تحدٍّ، فاستيقظت كما لو أنّ بارقاً من نور قد لمع أمامي، وفي هذة المرة كذلك أنفقت بقية الليل أعمل على تداعيات هذه الفرضية». وهكذا تفهَّم بنية جزيء البنزين الدائرية (الحلقية)، فلم تعد السلسلة مفتوحةً كما كان يعتقد الآخرون، بل حلقية مغلقة ترتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروجين وبذرة كربون أخرى..

إنّه الحدس إذاً، الذي وهب **لكيكوليه** مرونة وقدرة على

الاستجابة التلقائية للتغيير، فأتت القفزة الإبداعية التي تجاوزت المعلومات الكائنة وأضافت إليها شيئاً جديداً، فكان لهذا العالم الفضل في تطوير الكيمياء العضوية، حيث ساهم اكتشافه في تصنيع العقاقير والأدوية، والأهم من ذلك أنه كشف لنا عن منابع إلهامه، فعلّمنا طريقة جديدة في تناول العلم، وها هو وفي محاضرة ألقاها وقد اقترب من خواتيم حياته العلمية ينصح مستمعيه، وهم أعضاء جمعية الكيميائيين، قائلاً: «تعلموا أن تحلموا».

الحلم الثاني: العناصر تحتل مواقعها

اسمه **ديمتري إيفانوفيتش مندلييف**، ولد في سيبريا في العام 1834 وكان الابن الأصغر في أسرة لها 14 طفلاً، كُفّ بصر والده وكان لا يزال طفلاً، فتحمّلت أمه أعباء الأسرة، وقبل أن يبلغ أربعة عشر ربيعاً، فارق أبوه الحياة، وبما أنّ إخوته الكبار أصبحوا إلى حد ما مستقلّين، ولأنها لاحظت لديه عبقريةً نادرة، اصطحبته أمه إلى موسكو لينال تعليماً أفضل، ولأنه من سيبريا رُفض طلب التحاقه بجامعة موسكو نتيجة للانحياز ضد الطلاب الفقراء من أبناء الأقاليم، لذلك انتقلا إلى بطرسبرغ، والتحق بمعهد التربية ليصبح معلّماً، ولكنّ **مندلييف** لم يكتف بهذه الوظيفة فتابع دراسته، وحصل على درجة الدكتوراه عام 1865، ووضع

عدة مؤلفات من بينها كتاب مرجعي عنوانه «المبادئ الأساسية للكيمياء»، ولكي يسهّل على طلابه فهم خواص العناصر الـ 63 المعروفة في تلك الفترة، ابتكر جدولاً لتصنيفها في العام 1869: هيأ مجموعة بطاقات، وكتب على كلّ بطاقة اسم العنصر، ودرجة انصهاره، ولونه، ووزنه الذري، والقوة الترابطية له، وعدد الروابط التي يستطيع تكوينها، ونقاط تشابهه مع العناصر الأخرى، ثم حاول ترتيب هذه البطاقات مراراً وتكراراً بطرائق شتى. قام بتعليق البطاقات على جدار المكتبة، وأخذ ينظر إليها من بعد. لقد بدأ يرى نسقاً بينها. وفي ليلة، أوى فيها إلى الفراش منهوك القوى بعد أن جاهد ليصل إلى تصور لجدولة العناصر، يأتيه الحل في الحلم، فكتب يقول:

«رأيت في الحلم جدولاً تحتلّ فيه كلّ العناصر مواقعها بالشكل المطلوب، وفور أن استيقظت سجلت هذا على ورقة، وبعد هذا لم يظهر إلا تصويب واحد ضروري في أحد الأماكن». وفي الجدول الذي وضعه، رتّب العناصر وفق أوزانها الذريّة حيث توضع العناصر ذات الخواص الكيميائية المتشابهة فيزيائياً وكيميائياً تحت بعضها مباشرة في أعمدة داخل الجدول، وعندما وجد أنّ هذا الترتيب يحيد بعض الشيء أحياناً، ترك مساحات خالية للعناصر التي شكَّ في غيابها، وقد تنبأ بثلاثة عناصر غير

مكتشفة، حيث تمّ اكتشافها لاحقاً، وهـي اسـكانديوم وغـاليوم وجرمـانيوم، وكانت خواصها تشبه ما ذكره **مندلييف** عنها.

لقد غيّر الجدول الـدوريّ الطريقـة التـي تُشرح بهـا العنـاصر، وتكريمـاً **لمندلييف** تمّ تسـمية العـنصر 101 باسـمه، ورُبـط اسـمه بالجـدول الـدوريّ الحديث حيث تمّ تصويب الأخطـاء، ووزّعـت العنـاصر وفقـاً لاطّـراد زيـادة العدد الذريّ وليس اطّراد زيادة الوزن الذري.

ترابطية – تعددية - تعاون

كائن واحد

كـان يحلـو للعـالم البيئـي **جـيمس لفلـوك** أن يطلـق عـلى الأرض اسـم «غايا»، تماماً كـما كانـت تسـمّى ربّـة الأرض في الأسـاطير اليونانيـة القديمـة، وتتلخّص نظريته بأنّ كلّ الأجزاء من هذا الكوكب تعمل معاً في تناغم لتكوّن كائناً حيّاً واحداً، وإن لم نشعر كلنا – بشكل بديهي – بأنّ الأرض نظـام حـيّ، ونعرف أننا جزء منه، فإننا سنفشل في التفاعل المبـاشر لحمايتهـا وفي النهايـة حماية أنفسنا.

هـذه النظريـة التـي تحيـي الرمـز الأسـطوري، تجعلنـا نتسـاءل: لمـاذا استعان العالم **لفلوك** بالرمز؟ ألأنه يوقظ في الإنسان بعداً روحياً ويخرجه من تقوقعه، لكي ينفتح على التعدد الكوني، فيستطيع عندئذ أن يعمل لكي يبقى كوكب الأرض ينبض بالحياة؟

لكي نجيب عن هذه التسـاؤلات، يكفـي أن ننظـر إلى كوكبنـا بعين رائد الفضاء **إدغار ميتشـل** الـذي دُهـش في رحلـة أبوللـو إلى

سطح القمر من رؤية كوكبنا الرائع بزرقته وبياضه، وها هـو يصـف شـعوره قائلاً: «في طريق العودة، وجّهت انتباهي للنظر إلى الأرض والكون النظـامي، وعلى غير المتوقع، مرّ بخبرتي مغزى بهيج، مفاده أنني والكون كيان واحـد – أي إنه ليس إلا امتداداً لذاتي، وأنّ كلاً منّا جـزءٌ مكمـلٌ للوجـود عينـه. هـذه الخبرة أدارت رأسي كثيراً، لقد كانت مثيرة ومبهجة ومحـيرة، وتبيّنـت للوهلـة الأولى أنني أنظر إلى كائن عضوي».

إنها الترابطية كما تقول **جين شيفرد** التـي تعنـي النظـر إلى العلاقـات بـين الأشياء، رؤية الأشياء في سياقها، استبصار الروابط التي تربط بين الأشياء جميعها. ولكي نفهم مبدأ الترابطية، ولـكي نكتشـف كيـف انعكـس دوره في علـوم ناشـئة كعلم البيئة، سنعود بعقارب الساعة إلى الوراء، حيث كانت نظرتنا إلى الطبيعـة باعتبارها آلة ميكانيكية، وكيف قادتنا تلك النظرة إلى مشاعر الانفصالية، ونجـم عنهـا اسـتغلالنا لمواردهـا، فـنحن كـبشر لم نـدرك روح التعـاون والـترابط بـين مكوّناتها، فاعتمدنا وسائل أحدثت خللاً كبيراً في النظـام البيئـي. فعـلى الصـعيد الزراعي مثلاً، ولـكي نكـافح مـا نسـميه الـحشرات الضـارة، صـنّعنا مبيـداً اسـمه D.D.T الـذي لـه فاعليـة كبـيرة في القضـاء عـلى كـلّ أنـواع الـحشرات، وقـد

استعمل على نطاق واسع في الزراعة، ونجح مرحلياً في استئصال مرض الملاريا من خلال القضاء على الحشرة التي تنقل هذا المرض، لنكتشف لاحقاً أنّ استعماله أضرّ بالحياة البرية على نحو كبير. فبفعل تأثيره، ازدادت رقة قشور بيض النسور الصلعاء، فانخفضت أعدادها بشكل كبير، كما أدّى إلى قتل أعداد كبيرة من الحشرات النافعة كالنحل، وقد تسرّب مع مياه الأمطار إلى الأنهار والبحار، فقتل الكثير من الأسماك، وتسرب إلى السلسلة الغذائية وبالتالي إلى الإنسان.

وبفضل مبدأ الترابطية، وانطلاقاً من إدراكها أن البيئتين الإنسانية والطبيعية تتغلغلان الواحدة منهما في الأخرى، نشرت العالمة **راشيل كارسون** كتابها «الربيع الصامت» في العام 1962، حيث لم يكن أحد قد أدرك الدمار المستديم في الأرض، وشرحت العديد من المبادئ البيولوجية والبيئية التي تفسر الضرر الناتج من رش المبيدات، وأرشدت بكتابها القراء إلى إعادة بناء تصورهم للعالم، وكان الأثر الفوري لهذا الكتاب هو حظر استخدام الدي دي تي (D.D.T) كمبيد حشري.

مبدأ آخر وهو التعاون، علينا أن نتعلمه من الطبيعة، ولكن كي نفهم هذا المبدأ علينا أن نمرّ أولاً بمبدأ أنثوي آخر هو

التعددية، التي وإن دخلت على العلم ستبثّ فيه لطافة الروح بعد عصور من الجفاف الطويل، وسيادة السلطة الذكورية عليه، وإقصاء الأنثى عنه بشكلٍ شبه كامل، ولكن لكي نفهم سبب هذا الإقصاء والنتائج التي ترتبت عليه، علينا الغوص عميقاً في التاريخ لنرى كيف تبدّلت صورة المرأة في الوعي الإنساني، لهذا عادت بنا **الدكتورة شيفرد** إلى عصر الفيلسوف اليوناني **أرسطو** لتظهر كيف أن كتاباته هيمنت على الفكر الغربي لما يربو على ألفين من السنين، وهو أعظم من قام بجمع وتصنيفها المعارف في العالم القديم، إلا إن صورة المرأة عنده لم تكن سامية، فبناءً على تصوراته عن المرأة المأخوذة من كوزمولوجيا قائمة على الملاحظة والعقل، كان يؤمن بأنّ النظام السائد في الكون، إنما يوجد في تراتبيات هرمية تتصاعد في الدهاء والتعقيد، ومنها تراتب الذكورة والأنوثة، فأرسطو الذي طبّق مصطلحي الذكر والأنثى على الكون، تحدّث عن الطبيعة بوصفها شيئاً مؤنثاً، فأسماها الأم، بينما أشار إلى السّماوات والشمس بوصفهما الأب. وقد آمن أرسطو بأن كل ما هو أعلى ينبغي أن ينفصل عما هو أدنى منه. وعلى هذا الأساس أيضاً، نظر إلى علاقة الذكر بالأنثى، فاعتبرها «رجلاً غير كامل» وأنّ علاقة الذكر بها هي

في طبيعتها علاقة الأعلى بالأدنى، والتي تماثل علاقة الحاكم بالمحكوم.

ومع الأديان السماوية، حلّت قصة آدم وحواء محلّ كوزمولوجيا أرسطو، ولكن ظلّت المفاهيم الأساسية عن تفوق الذكر وتدنّي الأنثى ماثلة بلا تغيير.

وهكذا انعكس الوعي الذكوري على العلم، وأصبح بنياناً ذكورياً خالصاً، وتمّ استبعاد المرأة عنه، وبالتالي استبعاداً للأنثوية وانتقاصاً لقيمتها، وقد أدّى هذا النمط من التفكير الإقصائي إلى اعتبار النساء كائنات للإنجاب، يجسّدن الطبيعي وغير النظامي واللاعقلاني، وأنّ المرأة تحول دون التفكير الواضح الفعّال الدقيق، ولكي يشقّ الرجال طريقهم في هذا العالم، عملوا على إسقاط العديد من الصفات المهترئة غير المرغوب فيها فيما يبدو من الناحية التاريخية على المرأة، حتى ينكروا أي منشأ لها عن ذواتهم، وبالمثل، تمّ إسقاط تلك الخصائص «غير المرغوب فيها» على الناس من الأعراق والقوميات والأديان الأخرى. وبقيت صفات مثل الموضوعية والعقلانية والحيادية هي التي تطبع العلم بطابعها، إلى أن نشأ في العام 1905 ما سمّي بأزمة الفيزياء، عندما اكتشف العلماء

أنهم لا يستطيعون قياس موقع الإلكترون وسرعته في الوقت نفسه، وظهر مبدأ جديد هو اللايقين، حيث لم نعد نستطيع التكلم إلا بلغة الاحتمالات، ونتيجة لهذا الاكتشاف وُضعت الفيزياء الكلاسيكية الميكانيكية الباردة التي تعتمد على الحتمية والوضوح وانفصال الذات والأدوات عن نتائج التجربة في موضع حرج، فحالة اللايقين كما النموذج النمطي للمرأة التي تغيّر رأيها باستمرار، هو أساس فيزياء جديدة هي فيزياء الكمّ، والحقّ أن أقصى ما نأمل فيه هو أن نحدد بعناية حدود اللايقين ونعترف بلا يقينياتنا كي نصبح أكثر ميلاً للانفتاح على مناهج أخرى للسير، ونستجيب بمرونة لكلّ موقف على نحو فريد، وبعريكة لينة نعدّل عمليتنا أثناء سيرنا، ونتفاوض مع تعددية الأشياء المتغيرة، كما يفعل المستكشفون في أراضٍ مجهولة. ولنفهم التعددية تتابع **الدكتورة شيفرد** قائلةً: «في علم الأساطير يرمز حجاب الربّة المصرية إيزيس المتعددة الألوان إلى الروح الخلاقة، وقد تدثّرت بأشكال من النسجيات تحوي تنوعاً هائلاً، إنه شكل الطبيعة الدائمة التغيير، إلا أن العلم الغربيّ انحاز نحو التراتب الهرمي، وإلى التقدم الخطي، فأدخل القوى الدائرية في ذات الهوية مع الأنثوية، وعزا التقدم الخطّي إلى الذكورية. وعلى

هـذا الأسـاس، أصـبحت تنظـيمات النسـاء في الغـرب تنـزع نحـو البنيـات الدائرية «كمثل أطواق الحياكة»، فيما تنظيمات الرجال تتّجه نحو التراتـب الهرمي «كمثـل السـلّم». والعلـم الغـربي، مـن حيـث هـو مؤسسـة شـكّلها الرجال، تعكس هذا الانحياز الذي يفرض علينـا أن نختـار بـين شيء وآخـر، فإنّه بذلك ضيّق التعددية وضيّع معه ثـراء الاخـتلاف مـن خـلال تشـديده على تعيين المراتب الأعلى والأدنى، واختـزل حجـاب إيـزيس الرائـع المتعـدد الألوان إلى الأبـيض والأسـود. ولكـن حـين نعـرف قيمـة التعدديـة، تتكامـل المنظورات المختلفة، ويكاثر بعضها بعضاً، كلّ منها يتقدّم بوجه مـن وجـوه الحقيقة، وجانب من جوانب الواقع، وخبرة بالعالم على قـدم المسـاواة مـن الصـحة. كـلّ منهـا يضـيف لونـاً آخـر إلى طيـف الحيـاة. وكـما قـال **يونـغ**: «تتطلب الحقيقة النهائية، إن كانت توجـد أصـلاً، كونشرتـو مـن الأصـوات العديـدة». وهكـذا، في مقابـل المقاربـة الذكوريـة المبـاشرة الخطيـة، تـدور عملية التطواف الأنثوية حول مشكلة ما. وهي عند دورانها تنظر إليها مـن كلّ الجوانب، وتشاهد كلّ روابطها. وتتابع **شيفرد** قائلة:

«في هرم التراتب الذكوري لا بـدّ أن ينـزاح شـخص، لـكي يـأتي شـخص آخـر تـوّاق إلى الصـعود إلى القمـة لـكي يحتـلّ مكانـه،

في حين أنّ الأشخاص في البنية الدائرية الأنثوية يتقابلون في مرمى البصر، والكل يقيم في المستوى نفسه. وهكذا، فإنّ الدائرة في البنية الثانية يمكن أن تتسع، لينضمّ آخرون دون أن يزيح أحد أحداً ما. صحيح أنّ الدائرة لها مستوى واحد، وأنّ العمل فيها يقوّي احتمالات التماثل والتكرار وتقليل فرص إظهار قدرة الأفراد، إلا أنّها تحقّق فرص انسجام الجماعة، وتحافظ على التعددية، في الوقت الذي تدفع باتجاه التقدم»، فالأنثوية التى ترى عمليات هذا العلم دائرية ومتفاعلة، بدلاً من أن تراها خطيّة ومتراتبة هرمياً، تشجعنا على تطوير نسق قيمي مختلف، تشجعنا على تقدير قيمة المسار بدلاً من البحث عن النتيجة النهائية فقط، وبهذا المغزى، فإنّ كيفية ممارسة العلم لها الأهمية نفسها لما أنجزه العلم.

وبالعودة إلى مبدأ التعاون، الذي ابتعدنا عنه في سلوكنا العلمي، فنحن، وبفعل الثقافة الهرمية الذكورية، قد أسقطنا نمط تفكيرنا على الطبيعة، وصنّفنا النباتات بالضارة والنافعة، وبتنا نعتبر، بالزراعة الحديثة، أنّ الأعشاب الضارة منافسة لمحصول النبات، وبالتالي يتمّ استئصالها بمبيدات الحشائش، فآذينا التربة بشكل كبير، ليكتشف العلماء أخيراً في جامعة كاليفورنيا بسانتا

كروز الممارسات التقليدية للمزارعين المكسيكيين الذين يعاودون تشذيب العشبة (الضارة) المعروفة باسم «الحسيكة المشعرة»، التي عادةً ما تنبت بين صفوف الذرة، هذا بدلاً من اقتلاعها، وجد هؤلاء الباحثون أنّ جذور العشبة تفرز مركّبات مميتة للفطريات والخيطيات التي تدمّر الذرة، ما جعل المزارعين يقومون بتشذيب العشبة فقط بعد مرور خمسة عشر يوماً على بزوغ الذرة، ثم كل ثلاثين يوماً بعد ذلك، وبدلاً من أن تدخل العشبة في منافسة مع الذرة، تقوم بالسيطرة على الآفات من دون أن تسلب الذرة مواد ذات اعتبار في التربة.

هذا الاكتشاف الرائع للتعايش التكافلي في الطبيعة، يدفعنا إلى الاستنتاج التالي: العشبة الضارة ما هي إلّا النبتة التي لم نكتشف مزاياها بعد. وكما يلاحظ عالم فيزيولوجيا النبات **فريتز ونت**: «لا يوجد صراع ضار بين النباتات، ولا اقتتال متبادل كما في الحرب، بل ثمة تنامٍ منسجم على أساس من التزامل المتبادل. إنّ مبدأ التعاون أقوى من مبدأ التنافس».

ولكن، ويا للأسف الشديد، ما زلنا نلجأ إلى الطريقة التنافسية في تعاملنا بعضنا مع بعض، التي جرتنا في كثير من الأحيان إلى حروب بشعة، والأخطر من ذلك أننا نتجاهل

مخاطر حقيقية بلامبالاةٍ متعمدة، كظاهرة الاحتباس الحراري الناتجة من ازدياد غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بكميات هائلة ومنذرة بالخطر. وقد تبيّن لنا من خلال الدراسة أن ارتفاع درجة حرارة الأرض يتناسب طردياً مع زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون. فقبل التطور الصناعي كان الهواء يحتوي من ثاني أكسيد الكربون 270 جزءاً لكلّ مليون جزء، واليوم ارتفع هذا الرقم بشدّة ليصبح 387 جزءاً لكلّ مليون جزء ما أدى إلى احترار الأرض. وقد وصلت الكمية التي أطلقناها في الهواء في العام 2008 إلى 9.4 مليارات طن نتيجة إحراق المشتقات النفطية وقطع الأشجار الجائر، أعيد تدوير5 مليارات فقط في مياه المحيطات والتربة والحياة النباتية، والباقي سيبقى في الهواء عقوداً تالية، مضافة إليه الكميات التي ما زلنا نطلقها باستمرار حتى اللحظة الراهنة، مع أن وجوده في الغلاف الجوي مع غازات الدفيئة الأخرى يساهم في اعتدال درجة الحرارة، ولولا وجود هذه الغازات لوصلت درجة حرارة سطح الأرض إلى 18 درجة تحت الصفر، فالغلاف الجوي يسمح بمرور أشعة الشمس إلى الأرض، فيمتص سطحها الأشعة الواصلة إليه، فيسخن عندها، ويبث حرارته نحو الغلاف الجوي على

شكل أشعة حرارية طويلة الموجات (تحت الحمراء) حيث تقوم الغازات بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض، وتحتفظ بها في الغلاف الجوي لتحافظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة وبمعدلها الطبيعي «أي بحدود 15درجة». إلا أنّ ارتفاع مستويات ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي أدّى إلى الاحتفاظ بكمية أكبر من الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي، وبالتالي بدأت درجة حرارة سطح الأرض بالارتفاع. وما زالت الدول الصناعية الكبرى، وبحجج اقتصادية، تعرقل تطبيق إجراءات تقنية لتقليل كميته في الغلاف الجوي.

ونتيجةً لهذا العبث المستمر ستنتفض «غايا» لنفسها، فهي على الرغم من أنها معطاء فإنها - كالآلهات القديمة - قاسية أحياناً، وستدفّعنا ثمناً باهظاً في رحلة ترتيب نفسها من جديد: فمن ذوبان الجليد، إلى الفيضانات وانقراض العديد من الكائنات الحية والكوارث الزراعية، إلى ازدياد الحرائق وانتشار الأوبئة، والاحتمال الكبير أن تغمر المياه بعض المدن الساحلية ويتشرد الملايين من البشر.

المشكلة خطرة، ونحن أمام مفترق طرق، وعلينا الاختيار،

إمّا أن نواصل مقاربة العلم بعقل أحاديّ الجانب، لا يبالي بشيء ولا يعنيه أن يذهب الجميع إلى الجحيم، وهذا الخيار ينطوي على مخاطر تُداني مخاطر إفناء البشرية على سطح الأرض، وإمّا أن نجمع بين عناصر الذكورية والأنثوية في نفوسنا ونجعلها تتكامل فيما بينها، فنجنّب أنفسنا خطر الزوال.

المراجع

1- أنثوية العلم

تأليف: د. ليندا جين شيفرد، ترجمة د. يمنى طريف الخولي.

سلسلة عالم المعرفة التي يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب في دولة الكويت .

2- ضرورة العلم (دراسات في العلم والعلماء)

تأليف: ماكس بيروتز، ترجمة: وائل أتاسي – د. بَسَّام معصراني.

مراجعة: دز عدنان الحَمَوي.

سلسلة عالم المعرفة.

3-إبداعات النار

تأليف: كاتي كوب – هارولد جولد وايت، ترجمة د. فتح الله الشيخ،

مراجعة: شوقي جلال.

سلسلة عالم المعرفة.

4 - تاريخ العلم

تأليف: جون غريبين، ترجمة شوقي جلال.

سلسلة عالم المعرفة.

5 - من الذرة إلى الكوارك

تأليف: سام تريمان، ترجمة: د. أحمد فؤاد باشا.

سلسلة عالم المعرفة.

6- فلسفة الكوانتم

تـأليف: رولان أومنـيس، ترجمـة: أ.د. أحمـد فـؤاد باشـا – أ.د. يمنـى طريف الخولي.

سلسلة عالم المعرفة.

7 - فيزياء المستقبل

تأليف: ميتشيو كاكو، ترجمة طارق راشد عليان.

الثقافة العلمية للجميـع (مدينـة الملـك عبـد العزيـز للعلـوم والتقنيـة KACST).

8 - لماذا العلم

تأليف جيمس تريفيل، ترجمة شوقي جلال.

سلسلة عالم المعرفة.

9 – فلسفة العلم في القرن العشرين

تأليف: د. يمنى طريف الخولي.

When Chemistry Speaks...

Mounjed Saker

When Chemistry Speaks...

Translated by

- **Zeina Abou Faour**
- **Rima Abou Ammar**
- **Mhana Alameh**

DAR-ALFARABI

Title:When Chemistry Speaks...

Author: Mounjed Saker

Cover Painting: Fares Ghsoub

Publisher: Dar Al-Farabi, Beirut, Lebanon

Telephone: (01) 301461

Fax: (01) 307775

B.O.P. 11/3181-1107 2130

Email: info@dar-alfarabi.com

www.dar-alfarabi.com

First Edition: June 2016

contents

Introduction 9
The Story of the Atom 17
Phlogiston - A step backwards 19
Joseph Priestley (1733-1804) and Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794). 19
Henry Cavendish (1731-1810) 23
John Dalton (1766-1844) 25
William Crookes (1832-1919) and J.J. Thompson (1856-1940) 26
The Discovery of the Electron 26
Ernest Rutherford (1871-1937) 28
The Discovery of the Nucleus 28
Niels Bohr (1885-1962) 32
Advantages of Bohr's Theory 34
Disadvantages of the Atomic Model 35
The Modern Theory of the Atom 35
Chemical Stories 39
A Conclusion Inspired by the Book 77
Dream Trilogy 77

The First Dream 80
The Second Dream 83
Association - Pluralism - Cooperation 85

Introduction

As a child, I was always amazed by Aladdin's magic lamp. What fueled my curiosity was the idea that such a great genie, who made the impossible a reality for the everyday person, emerged from such a small object. I always asked whether what was said about the lamp was a reality or an illusion. I later found out that science is the great lamp and because of it our way of life and thought have become so enlightened that scientists' achievements appear to be miracles made possible. Scientific reasoning became the norm and with it, observation and experimentation gradually took the place of myth and metaphysics which is based on self behavior. With this shift in the way of thought, we were able to understand the laws of nature. Lightning was no longer a divine anger , instead it is light brought about by the crashing together of one positively charged and another negatively charged cloud.

With respect to astrology, Copernicus was able to present a theory which shook to the base all known concepts and turned the universal gravity equation upside down. His theory was able to prove that the Earth rotates around the sun, in clear opposition to what people had previously believed. Also, with the advancement of medicine, people's attitudes towards certain diseases changed. This could be seen with hysteria which had been regarded a touch from the devil. Patients were exposed to a variety of torture methods, as it was thought that such processes would cast away the evil spirits, until psychological analysis came to be and discovered the sub-consciousness. By this, doctors were able to cure the "sick" gradually using a process called psychological discharge.

Today, by science, we are doing things our ancestors found impossible to achieve; however, there were times when our genie strayed off the righteous path: we produced the deadliest types of weapons possible, we tried to tame nature instead of living in harmony with it. Some scientists were aware of this matter such as **Max Perutz** who discovered the molecular structure of hemoglobin which led him to win the Nobel Prize in Chemistry. But despite his belief that science is a victory

of the mind, he thoughtfully added, "But the mind is not enough". In the same context, the twelfth-century French philosopher **Peter Abelard** said, "Science without conscience is death of the soul".

In Max Perutz's discussion of the dangers of atomic energy and the ability of an atomic bomb to kill several millions of people he said, " Every person with a sound sense of mind should participate in the prevention of this disaster. Those young men who are protesting now at atomic power plants are doing well, and it would be even better if they focused their protests against the physicians who keep forcing new weapons on the army, and against the manufacturers who compete in making them, and against the strategists who devise new targets for them, and against the politicians who believe that these weapons reinforce their power. For this purpose, we must apply science for peace and strive to distribute the benefits of this peace fairly over all mankind".

Another scientist who was aware of the ethical side of science was the 1960 Nobel prize laureate **Peter Medawar**. He begins his book "The Threat and the Glory" with the idea that science's massive glory is just as much as its massive danger, and basically everything can be achieved if there is enough will to achieve it.

This idea has many deep and dangerous indications, especially since it was said by such a great scientific researcher. Its importance lies on the fact that it poses so many questions:

1. Where is the danger in science?

2. Does science have a human role in leading mankind in the right direction, or will it lead to our decline?

3. What must we do to improve science?

In the midst of this dilemma and on the long journey of seeking solutions for the dangers posed by science and all the attempts to correctly direct its path, American biologist **Linda Jean Shepherd** appeared on the scene with her book "Lifting the Veil: The Feminine Face of Science". In the introduction to her book, she distinguishes between the original typical feminine principle and the superficial visualization of feminism, as well as feminism as a scientific term and as such being a power that attracts and joins people together. For this purpose, she formulated 8 elements that contribute to the return of spirit to science and they are feelings, receptivity, subjectivity, pluralism, nurturing, cooperation, intuition and association. All of these, in

integration with the male elements, build new values and create a balance in science whereby it is no longer rough and neutral but is really attractive and exciting. Since Linda Shepherd studied Jungian psychology, she adopted the definition that Jung presented for feminism and masculinity whereby he describes two different human behavioral patterns: EROS which is the female associative principle and LOGOS which is the masculine objective nurturing principle. Jung believed that our primary task in life - the process of psychological growth towards completeness - demands the integration of both feminine and masculine principles. In turn, he focused on the idea that an individual can only reach completeness by evolution and integration of both principles. This bestows the individual with wider choices and resources for interaction with science. It is very interesting to see that the more men evolve associatively such as in care and receptivity, the less they display "feminine". Quite oppositely, they appear much more masculine without needing the violent defense of masculinity. In the same way, when women summon the qualities of distinction and clear thought, they are able to do so in such a feminine way which lessens the sharpness of the masculine mind.

Therefore, for science to be better, it is inevitable that we show its hidden side. In the face of thinking,

which is the task of logical distinction and impersonal/ objective experimentation that tries to organize facts in a series or a pyramidal hierarchy, it is feeling with its task of creating warmth where there is coldness of mind and creating beauty where there is ugliness. In all its deductiveness, this leads to social skills of induction and persuasion and builds bridges between people in such a way that science is no longer based on the separation between the self and the subject. On the contrary, it becomes based on their unity and as such our search becomes driven by love of nature instead of a desire to control it.

After Linda Jean Shepherd's quest for the importance of every element, and her smooth movement from one idea to the next surprisingly taking her reader to new levels of consciousness and giving her readers subconscious perceptions that shake to the foundations all previous accumulations, she ends by saying that every individual must think deeply to reevaluate his/ her values so that we can gain a better understanding of ourselves and to develop our emotions and intuition so that our thinking and feeling complete each other and we as humankind can come closer to the complete whole. She goes on to say that at such a time, each one of us would be able to plant science in his/her heart and

body and be able to reach out to colleagues and build a window for cooperative work based on love, confidence and passion. She believes that if we do this, we would become the live building blocks of philosophers. It seems to Shepherd that whomever we touch with our life spirit will be able to see the value of this method of practicing science and she believes in the strength of small things, the accumulative power of individuals which leads to awareness and finally a moral life.

Based upon what these great people have written about their passion to know and about their enjoyment of the aesthetic side of science, and in an attempt to understand the eight hidden elements while preserving the contextual spirit of the meaning, I have at times, beginning from this introduction, excerpted phrases from Shepherd's book. Then I have set out to write texts in which I link chemistry to some of these elements. On the one hand, I aimed to impart an emotional aspect to science. On the other hand, I related between scientific topics and their logical order with our everyday issues. Science is no longer an external shell under which we hide our mythical outlook towards events; it has become integrated into our personalities, it penetrates our deepest existence and reflects on the structure of our thought.

Since the texts are related to chemistry, it is necessary to review the story of the atom, the development of our understanding of it over time and to showcase the contributions of the scientists who, with their taking apart of the smallest particles of matter, made our journey in this universe less vague and more beautiful.

The Story of the Atom

Have you ever asked yourself what the things around you are made of? Perhaps the Greek philosophers were the first to ask this question and hastened to find answers in rational and logical ways despite only using observation without experimentation. They believed in the existence of a primary matter which natural things were made of. For instance, **Thales Miletus** believed that water was the basis of all beings, whereas **Anaximenes** claimed that air and fog were the base of all things. After these two, came **Empedocles** who considered that nature had four basic elements which were soil, water, air and fire. All the changes in nature that we see are merely a mixture of or a separation of these four elements.

In 640 B.C., the Greek philosopher **Democritus** was born, and he believed that everything is made up of very small particles, and each particle is permanent and eternal, whereby if we keep splitting any material we will end up with a particle that is "indivisible". He called

this particle an "atomos". Despite the aesthetic value of this idea, it differs from the atomic concepts we reached later on in history.

Aristotle (384 B.C. - 322 B.C.) refused the idea that material was made of atoms and void, and instead he revived the theory of the four basic elements and added a sensory characteristic to each element: hot and dry accompanied with fire, hot and wet accompanied with air, cold and wet accompanied with water, and cold and dry accompanied with soil. Aristotle believed that the elements interchanged into one another by the reaction of the two active forces which were hot and cold, and the two passive forces which were humid and dry. It is surprising how widely this theory of the four elements was known, and it remained so until the chemical revolution of the seventeenth century. Aristotle actually added a fifth element which he called "aether" which remained a debatable issue until the twentieth century when the Michelson-Morley experiment proved that the aether doesn't exist.

Robert Boyle (1627-1691) was an Irish scientist whose comfortable financial situation helped him to perform some important scientific experiments. He was famous for experimenting with gas, and was able to prove that the volume of gas decreases with an increase

of pressure put on it. In his book "The Skeptic Chemist" he published in 1661, he revived the theory of the atom and gave a whole new meaning to the word element. He defined it as the simplest pure substance which could not be divided to anything simpler using known chemical methods.

Phlogiston - A step backwards

By the seventeenth century, chemists realized that it was essential to let go of Aristotle's ideas related to the nature of matter, but before these were disposed of for good, they went through a final awakening with the help of the phlogiston theory. However, the experimention of this theory and its refusal only took about one hundred years, and not two thousands. This theory arose because of a person called **Johan Joachim Becher** who added to the air and water three forms of earth: terra lapidea, terra fluida and terra pinguis. He believed that during the process of combustion terra pinguis was released which was later renamed phlogiston.

Joseph Priestley (1733-1804) and Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794).

- Air is not an element and is mainly made up of two different gases

- Water also is not an element

Priestley (English clergyman and chemist) performed many successful scientific experiments. For instance, he was able to discover hydrogen chloride gas (HCL), ammonia gas (NH_3), and invented soda water ($CO_2 + H_2O$) which is considered the basic ingredient in soft drinks today. However, by far, his most important success was in the isolation of a very important gas (named later oxygen). He did this by heating mercuric oxide, he noticed that this new gas increased the flame of a candle and contributed to the increased incandescence of heated coal. By this, he had discovered a new gas that aided combustion more than normal air, and he named it "dephlogisticated air".

Lavoisier (French scientist) was born in a bourgeois family. His father was a successful lawyer who left him a large inheritance. Lavoisier got the best education possible but despite passing the bar examination of the sixteenth century he decided - due to his passion for chemistry - to become a member of the science academy instead of being a lawyer and succeeded. From that time on, he made amazing achievements which contributed to the development of the world of chemistry. His laboratory was larger than and more complex than any

of those preceding the nineteenth century. It contained a large number of tools whereby Lavoisier could precisely make measurements surpassing the abilities of his contemporaries, in a world where weight and measurement were half the secret of his discoveries. Because of this ability, he changed chemistry from qualitative theory to quantitative science. Using precise weight measurements, he was able to prove that phlogiston was merely a myth. On the first of November, 1772, Lavoisier presented the Science Academy with a note in which he reported that eight days earlier he discovered that with the combustion of sulfur no weight was lost, contrarily it was gained. He said that he had gained more than a pound of sulfuric acid (H_2SO_4) from a pound of sulfur taking into account the humidity of the air. Lavoisier added that this would also happen with phosphorous. Evidently, the increase in weight was because of the large amount of air which was combining during combustion with the sulfur or the phosphorous. Lavoisier said that he was convinced by his decisive experiments that "what is observed in the combustion of sulfur and phosphorous may well take place in the case of all substances that gain in weight by combustion" and that combustible material does not give air anything:

quite the opposite as it takes something from it, but what is this "something"?

In the autumn of 1774, Lavoisier published descriptions of more experiments where he put measured amount of tin in a measured bottle that could hold a large amount of air. He then sealed the bottle, warmed it until the tin was oxidized. After giving the apparatus time to cool, he found that the weight remained unchanged, but after he broke the seal he noticed the flow of air inside the bottle which pointed to the fact that a partial void had occurred in the bottle. Why was this? Lavoisier found no other explanation than the combusted tin had combined with a part of the air, but what was this part?

In October of 1774, Lavoisier met Priestley in London. Priestley told him of the experiments he had carried out in August and which he continued to explain as proof that phlogiston came from the combustible material and entered the air. On April 26th of 1775, Lavoisier read a note to the Academy of Science in which he described the experiments which led him to consider that combustion was the absorption by the combustible material of an unknown element from the air which he temporarily called "nothing else than the healthiest and purest part of the air". He had discovered oxygen as

had Priestley, but he differed from Priestley in that he refuted the myth of phlogiston. In 1777, he published a research paper entitled "The Breathing of Animals" in which he said that five sixths of the air that is breathed is incapable of supporting the breathing of an animal, or combustion... only one fifth of the air is valid for breathing. The term "oxygen" as the combusting element of air was not coined until 1779, which he derived from two Greek words meaning "acid producer" because he mistakenly thought that all acids required oxygen in their composition. It was experimentally proven that air is not an element, but what about water?

Henry Cavendish (1731-1810) was a British chemist and physicist who discovered a combustible gas (later named hydrogen) which he made from the reaction between metals and acids and which later led him, Priestley and **James Watt** (famous for his steam engine) to discover that water is formed when hydrogen and oxygen are burnt together.

In 1783, Cavendish's assistant, **Charles Blagden**, visited Paris and generally presented information about this experiment to Lavoisier, who, in turn, repeated the experiment in his own private laboratory but went one step further. He decomposed water by passing water

steam through the barrel of a gun which had been heated to redness. He brought about hydrogen and iron oxide. Lavoisier did not hesitate, and declared that water was not an element but a compound of oxygen and "inflammable air" which he called hydrogen (from the Greek meaning water-former).

These discoveries reformulated the entire understanding of chemistry, whereby the names of compounds were derived from their components. Lavoisier drew up a table of the thirty-two then known elements which we still use today (today there are more than one hundred and twelve known elements). Unfortunately, Lavoisier's scientific journey was short lived. As many of his contemporaries, he had to finance his chemical experiments personally, and so invested his money in a tax collection scheme for the King. However, after the French Revolution, tax collectors were much hated and Lavoisier was arrested by revolutionaries and his trial took place on the morning of the eighth of May 1794. His scientific accomplishments did nothing to forward his case and was guillotined on the same day. With this, science lost a person whose achievements were a revolution and who was able to destroy the theory of the four elements, and by which release Aristotle's hold on European thought. chemistry was no longer as it used to be.

John Dalton (1766-1844) was born in a small English town of Eaglesfield, Cumberland and was brought up in a poor family. His father was a weaver and two of his siblings died of hunger and cold, but from the very beginning of his academic life he was a very bright student.

From the elements of Lavoisier, Dalton formulated his atomic theory and suggested that known elements such as oxygen , carbon and hydrogen contained small, permanent particles which were invisible by the naked eye and which he called atoms. Dalton's atoms were not abstract but had real atomic weight, and combined in simple whole-numbered ratios to form the assorted chemical compounds. He published his discoveries in 1808 in his book "New System of Chemical Philosophy" and the main points of his theory were:

1. Elements are made up of extremely small particles called atoms. These can combine to create molecules.

2. Atoms of a given element are identical in size, mass, and other properties; atoms of different elements differ in size, mass and other properties. For instance, all iron atoms are similar but are different from oxygen atoms.

3. Atoms cannot be subdivided during chemical reactions.

Dalton's theory had some flaws. For example, he mistakenly believed that the formula for water was HO (in reality, it is H_2O), and that similar atoms repelled, and that the oxygen in air was made of one atom. However, it did not take long to correct these mistakes. The Italian scientist **Amedeo Avagadro (1776-1856)** suggested in 1811 that the elements hydrogen, nitrogen, and oxygen were present in nature in the form of diatomic molecules (H_2, N_2, O_2). Accordingly, the knowledge of how atoms reorganize themselves to create molecules was a revolutionary step which allowed scientists to create compounds in a systematic way. A question does present itself here, however: What are the forces that hold these atoms together? The answer came: The discovery of electricity helped scientists in figuring out this puzzle, as we will shortly see.

William Crookes (1832-1919) and J.J. Thompson (1856-1940)

The Discovery of the Electron

In 1861, the British chemist and physicist **Crookes** discovered a previously unknown element with a bright

green emission line in its spectrum and named the element "thallium" from the Greek word meaning "a green shoot". In 1879, he designed what were later to be known as the "Crookes tubes (the predecessor of the television screen), which are glass emptying tubes joined at both ends from the inside with metals. These metals - a negative pole (cathode) and a positive pole (anode) - are joined to high voltage after the air has partially been taken out of the tube. Then the beautiful surprise occurs, a ray of light is emitted at the cathode.

Crookes could not identify this ray, and it remained a puzzle to scientists until **Thomson** repeated the experiment in 1897 and noticed that the cathode rays were moving in straight lines. But when he exposed these rays to a magnet, they bent. Since we know that light is not affected by magnetic fields, Thomson deduced that the ray was made up of a negatively charged particles because it exited from the negative pole. After several hours of observation and measurement, he was able to measure the electric charge relative to the mass, thereby showing that it was very small. He found it to be about 1/2000 of the mass of the lightest atom, the hydrogen atom. Thomson realized that he had found the first particle smaller than an atom (which would later be called an electron). With this discovery, the old concept

of the atom which circled around the idea that an atom is an indivisible entity was brought to an end (We will later discover the principal role of electrons in holding molecules together).

In 1900, in light of the little available information about atoms, Thomson tried to create a model of the atom based on the following idea: since atoms contain negatively charged particles (electrons), they must also contain positively charged particles which keep the atom neutral. He suggested that an atom was solid sphere and positively charged with negatively charged electrons embedded inside it. It was similar to a ball of dough which had raisins dispersed inside it known as "plum pudding". This model had many flaws, how could they be discovered? The answer was quick to arrive since chemistry discovered radiation which was to lighten the way.

Ernest Rutherford (1871-1937)

The Discovery of the Nucleus

Rutherford was an experimental scientist by all means. He realized that observation needed to be freed from the influence of known theories so that our predetermined ideas would not lead us to wrong

deductions. Through observation, the researcher may change his mind about what he believed and so follow any unexpected result.

Rutherford was born in Brightwater, Nelson in New Zealand where he went to school. He later studied chemistry and physics at Wellington university. In 1896, **Henri Becquerel** discovered the radioactivity of uranium, which **Marie Curie** and her husband **Pierre Curie** studied and also discovered two other radioactive elements: radium and polonium. Rutherford was interested in the radioactivity of certain elements and found that these go through a naturally-occuring process of disintegration during which they emit unstable energy particles having the ability to penetrate substances. He called these energy particles alpha, beta and gamma (α, β and ɤ).

In 1909, with the help of two of his associates, **Hans Geiger** and **Ernest Marsden**, Rutherford carried out an experiment to discover something about alpha particles and this experiment can be summarized as follows: In a vacuum, a beam of alpha (α) particles was aimed at a piece of gold foil (0,00004 cm thick). A zinc sulfide (ZnS) coated screen was placed behind the foil to act as a backdrop for the alpha particles to appear upon. ZnS

was chosen because it is a substance which emits light when alpha particles hit into it. The results, which were unforeseen, were the following:

1. Most of the alpha particles passed right through the gold foil with no deviation.

2. Some alpha particles deflected slightly from the straight path.

3. Some alpha particles deflected right back to the source.

After witnessing this unique presentation, Rutherford diligently studied the findings and in eighteen months reached the following conclusions:

1. Most of the bulk of an atom is empty space with electrons scattered in it, the proof of which was the most of alpha particles that were not deflected upon hitting the gold foil.

2. Atoms contain heavy, positively charged particles which were the reason behind the slight deflection of some of the alpha particles.

3. Atoms contain a small nucleus which contains positively charged particles, the proof of which was the complete deflection of few of the alpha particles(coming backwards).

Therefore, an atom is empty space which means that everything we imagine to be solid - even this book you are reading now - is mainly empty space filled with an electromagnetic network that links positive and negative charges together.

An atom is electrically neutral because the number of positive charges in the nucleus is equal to the number of negative charges orbiting around it. Based on this, the model suggested by Rutherford is similar to the solar system where most of the mass is in the small bulk of the positively-charged sun (nucleus), which is surrounded by negatively-charged, almost mass-less planets (electrons) orbiting it - the nucleus - in fixed orbits. Because of this orbiting, the centrifugation force of the center is equal to the attraction force between the positive nucleus and the negative electrons thereby holding everything in its place.

Rutherford's discovery of the nucleus of the atom is considered a significant scientific event; however, the Scottish scientist **Maxwell** strongly opposed the idea of fixed electron orbits and proved his opposition based on Newton's classical laws of physics which were dominant at the time. These laws considered that any body would lose its energy if it moved, and since electrons were bodies, therefore by their circular motion around the

nucleus, they would continually lose energy and their paths would gradually get closer to the nucleus until they crashed into it. At such a point, the atom would collapse and therefore the model would collapse.

How would scientists find a solution for this discrepancy between Rutherford's model and Newton's physics? The answer was not late in appearing because a new type of physics was about to reformulate the laws that regulated things and would prove that Newton's laws could be applied to relatively large objects. However, for small objects such as atoms and electrons, a new physics controlled them which was called "quantum physics". With quantum physics, scientists would become able to successfully explain the movement of electrons around the nucleus and the first step toward this was with **Niels Bohr**.

Niels Bohr (1885-1962)

Niels Bohr was a Danish physicist born in Copenhagen who graduated from its university in 1911 with a doctorate degree in physics. In the same year, he left for Cambridge and worked for a year under the supervision of J.J.Thomson. After that, he moved to Manchester to study at the hands of the scientist Ernest Rutherford. In 1912, he came back to Denmark where

he began his own research experiments on the structure of the atom.

In the context of scientific progress, scientists had invented a technique for analyzing the identity of elements called the spectrometer. This was the systematic study of the interference of light with the matter. We know that visible light (white) emitted from the sun or from an electrical source is made of waves of different lengths. If we analyze this light through a prism which is then reflected on a white screen, we will get a rainbow of colors where each color represents a wavelength. These colors are called the continuous spectrum since there are no separate areas between the colors. This is with respect to light, so what about atoms?

By the study of the spectra, something very important was observed: when gases or vapors are extremely heated, they begin to glow. When they were analyzed with spectrometer, it was found that these gases or vapors were made up of a limited number of colored lines called a linear spectrum . It was determined that the linear spectrum of any element was characteristic and unique to that element only, similar to the human finger print. By a spectral analysis of the rays of the sun, it was determined that the sun is mainly made up of hydrogen and helium gas.

In 1913, with a study of the linear emission spectrum of hydrogen, Bohr was able to present his atomic model: he took the Rutherford model and added to it that electrons orbit the nucleus in seven circular orbits where each orbit is of a fixed and specific energy, and the areas between the orbits were forbidden for electrons. During electrons' orbiting around the nucleus in stable state they did not emit energy, thereby, did not fall into the nucleus. However, in excited state such as when the atom was given energy by heating or electrical discharging, electrons temporarily jumped to higher energy levels until they emptied themselves of the extra amount of energy that had gained. The atom would automatically return from an excited to a stable state and the energy lost would present itself in the form of a light wave with a specific wavelength and frequency, which would produce a unique linear spectrum.

Advantages of Bohr's Theory

1. For the first time, this theory used quantum ideas in identifying the energy of electrons at different energy levels.

2. It proved that during electrons' orbit around the nucleus in a stable state, they do not emit energy and

therefore do not collapse into the nucleus (a reconciliation between Rutherford and Maxwell).

Disadvantages of the Atomic Model

1. It could not explain the spectra of other atoms.

2. It assumed that electrons were physical particles without taking into consideration their wave nature.

3. It assumed that the place and speed of an electron could be specified at the same time, which was later scientifically proven to be impossible.

The Modern Theory of the Atom

In 1924, the French scientist **Louis de Broglie** suggested that electrons have wave properties, and his hypothesis stated that any moving particle (for example, electron) has an associated wave, which is different from electromagnetic waves (light), whereby it would not separate from the moving body and its speed did not equal the speed of light. His prediction was proven by two separate and independent experiments. The first was conducted by the scientists **Clinton Davisson** and **Lester Germer**, and the second by the son of J. J. Thomson. They all received Nobel prizes for their discoveries. What is interesting in the matter is that Thomson (the father)

received a Nobel prize for discovering the electron and for proving that it was a particle, and his son received the same prize for proving that an electron was a wave!

In 1926, the Austrian scientist **Erwin Schrodinger (1887-1961)** published a model of the atom built entirely on the wave idea, and in which he opposed what **Bohr** had suggested about forbidden areas for electrons between the orbits. He eliminated the word "orbit" and exchanged it with the word "orbitals" which is all the emptiness around the nucleus inside the atom. The electrons move without any forbidden areas. However, less than a year later and based on the wave-particle duality of the electron, the German scientist **Werner Heisenberg (1901-1976)** published his "uncertainty principle" which states that the more precisely the position of a particle is determined, the less precisely its momentum can be known, and the opposite is also true. It is scientifically impossible to determine both the position and the momentum at the same time. With this, Heisenberg brought the concept of probability onto the scene, where we came to say that there is a small or large probability of finding an electron in a certain position.

Heisenberg was directly followed by other scientists such as **Max Born (1882-1970), Pascual**

Jordan (1902-1980) and **Paul Dirac (1902-1984)** who all helped to lay the modern atomic theory which was based on several modifications of **Bohr's** model with one basic exception: electrons do not move in fixed and stable orbits, instead they are free to move in all the area surrounding the nucleus. Also, all we could know about the electron was a "possible" position, as if the space around the nucleus were a "cloud" of varying density, increasing where electrons were more probably present.

In 1932, **James Chadwick (1891-1974)** discovered the neutron which had no electrical charge and was present in the atomic nucleus with the protons. After this, came the discovery of new and elementary particles. Scientists of the second half of the twentieth century probed into the depths of the nucleus and in 1964 "quarks" were discovered by **Murray Gell-Mann (1929-)** and **George Zweig (1937-)** independently. When they bombarded protons with neutrons, they both noticed that the properties of these particles could be explained by treating them as triplets. Gell-Mann named them quarks in reference to the novel Finnegans Wake by James Joyce.

At the beginning of the twenty-first century, much talk began about the "Superstring Theory" in which the

breaking-down of the particle does not end with quarks. The new idea says that if we probe deep enough into atomic particles, we will find strings of energy which vibrate and which appear as vibrating strings, thus the name. As with the strings of musical instruments which vibrate differently to produce music, superstrings vibrate differently energy-wise and thus produce the particles that all the universe around us is made of.

There remains one question: Are these superstrings the smallest particle known in nature? Passionate researchers will surely present us with an answer to this question in a future filled with surprises!

Chemical Stories

1- The extremely thin gold foil tells the alpha radiations:

Pass through me peacefully

my atoms consist of great emptiness.

2- Be like water, whoever looks at you shall see themselves.

I heard the grain of sugar saying to the water: "contain me so that my taste becomes sweeter."

3- Sodium says: yes my fellow potassium. We have similar characteristics, but the bonds we make with the other elements put us in a state of stability. Whenever I meet an atom of chlorine we hug each other. I kiss it with one electron on its front; suddenly a big light beams everywhere. Some call this love, maybe it is… all I can say that we live in a kind of harmony I have never experienced before.

4- "My language is colors", says the litmus. I am red in an acidic solution, blue in an alkaline solution, which means that others reveal themselves through me. That is why I am a great painter that I reflect the reality of things by changing my color since it is impossible for two different states to have the same color..

5- The electron says: during my circular dancing I feel a big attraction toward the nucleus. Only my great speed of turning around it saves us from a destructive clash. If this attraction hadn't been there, I would have been lost in the darkness of emptiness. This is what we can describe as the balance of fear between the force that attracts us to the other, and the one that makes us run away from them.

6- The passion of electron to travel created the light.

The copper says: the negative pole misses the positive pole, thus it sends through me the electrons of love, an intimate current flows in my body.

7- released from the core of water, the hydrogen says: excuse me mom, I can no longer stay with you. The space is capacious and I love flying. Don't be sad because I am leaving. Be happy as a new life has emerged from another One.

8- Boasting about itself in front of the oxygen (O_2), the ozone (O_3) stood and said: I have an atom more than you and I live above you and without me, the ultraviolet rays would have destroyed all creatures. I am, my friend, the guardian angel of planet earth.

The oxygen smiled and replied humbly like someone who is knowledgeable: what you are saying is right, your molecules include one atom more than mine, but my dear friend, this increase turned you into a deadly poison if inhaled by any human being, that's why you live so far away; whereas I live among people because of my loving nature. I travel inside the arteries, and accompany every pulsation.

At the end, there is no difference between us my brother. You keep the death away from the creatures and I safeguard their lives.

9- One evening, at Lavoisier's laboratory, three atoms met. The first one said: how beautiful it is to travel from one molecule to another. The second said: the relationships we make among one another have created this great variety of compounds, the third one said as an expert: we are immortal creatures, and all of these transformations happening in this universe are no more than a rearranging of our bonds.

Lavoisier heard this conversation. Taken by surprise, he started observing, experimenting, and contemplating. He remarked that the combustion of Hydrogen with oxygen produces water. And when we decompose the water, we get these two gases. And in this eternal reccurrence lies a fascinating fact, which is the timeless nature of atoms where nothing is lost, nothing is created, everything is transformed: in other words; between birth and death, death and birth lies the eternal life.

10- A gold atom approaches a carbon atom, and boasts: you, the black one, what do you feel when I get near you? Don't you feel jealous of me, the daughter of the metals' king that fascinates kings and sultans?

The carbon atom replied: first, I am not ashamed of my blackness, for it is one of my various colors, while you look bored with your one and only color. You don't know how to interact with the other elements. You have no idea about the passion of relationships. conversely, I work hard on myself to become diamond. And as we, the carbon atoms, don't tolerate the stagnancy, and as life lies in motion and not in inactivity, we created long, short, and branched chains between us and some other atoms… and we came up so far with more than 10 million compounds and the number is increasing.

Finally, you, the beautiful yellow one, we are not great for what we are; we are great for creating everyday a new dimension to our life.

11- One origin

In the garden of Einstein's house, where he was sitting and observing the light with an incomparable passion, an international conference of chemical elements was held. The uranium initiated the conversation: you all know that the chemical reactions that take place among the compounds don't change the nature of atoms. Nonetheless, I will reveal to you a new kind of transformations, which are the nuclear reactions: I am made of atoms able to perform spontaneous fission and to transform into smaller atoms, accompanied with an amazing radioactive activity. Still, with neutron bombardment the nuclear fission is greater.

The hydrogen, the smallest among the elements, interrupted it: contrary to what happens with the uranium ,it happens with me according to certain conditions where a fusion happens between my nucleus and one of my isotopes so that the helium

nucleus is created, with tremendous quantities of energy. For your information, you all were created from successive fusions, and the sun is the center of these reactions.

Most elements were surprised, and a lot of questions started to flow: why do atoms split? Why do they fuse? And where does this huge energy come from?

Then Einstein interfered to quell them, and said: when one big atom splits into a smaller one or when two atoms merge together, a part of the matter disappears, which is converted into great energy, for every gram that goes missing, 20 million kilowatt/ hour is produced, according to the equation $E=mc^2$. And he continued: dear friends, know that energy is the other face of the matter, for energy is a soft matter, and matter is a condensed energy, and all creatures stem from one origin.

12- A wise man who broke the rules: in the chemistry laboratory….

$N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Le Chatelier, the scientist, liked to joke with the molecules, especially when they are in reversible reaction (which takes place in the forward and reverse direction). For example, he used to mix the nitrogen gas (N_2) with Hydrogen gas. And since gases are characterized by motion, shocks occur between them and produce the ammonia gas NH_3. Once the NH_3 is produced, the two other gases start to be reproduced but at slower rate. a time comes where the rate of the forward reaction is equal to the rate of the reverse reaction. At this point, the three gases exist in a constant percentage composition, and there is equilibrium between the two reactions (forward and reverse). Nevertheless, Le Chatelier, knowing that if a stress (outer influence) is applied to a system in equilibrium, then the equilibrium

readjusts itself by shifting in a way to absorb the effect of the stress, he destabilizes this equilibrium, by adding more nitrogen, and then the equilibrium readjust its self by shifting in the direction that lowers the amount of nitrogen.

Le Chatelier enjoyed watching all these reactions, and playing with factors like temperature and pressure to see. their effect on the position of equilibrium. It is an endless game; we think that we are living in a perpetual system of concepts and traditions, then one day a philosopher comes up with a new idea and disturbs our stagnant system lake. We might get angry with this newcomer, we might expel them, crucify them, and we might live in a dilemma between our old and ne ر w concepts until we reach ultimately a state of equilibrium and new awareness of ourselves.

13- Who am I?

One evening, water contemplated , and wondered: Who am I?

It continued: sometimes strange things happen to me, and cause me to be shocked positively. Naturally, my freezing point is $0^{o}C$, and my boiling point is $100^{o}C$ at atmospheric pressure of 76 cm of mercury. Nonetheless, whenever I exist in solutions, playing the role of solvent to another dissolved substance called the solute, I feel as if an odd energy was added to me, and my behavior changes dramatically, it becomes a lot different from when I am all alone. For example: when I am saline water, my freezing point decreases below zero, and I become a good conductor of electricity.

Every time, I make a relation with a chemical compound, I am out of my narrow belonging toward new vast spaces, and one new dimension is added to my identity. the Identity cannot be imprisoned in

ready -made molds, its varied belongings interact and change with every new experience, and all we have to do is listening, receiving. In other words, to trust the value of what we are receiving, and let it interact with what we already have, so that new transformations happen in ourselves, and make us always prepared to accept the new, and instead of rejecting it, to have the courage of scarifying our prejudices. Thus, the knowledge of ourselves deepens, we move off our confinement, and we become more tolerant and open towards others, recognizing that being different from us doesn't make us invalid but adds a new value to our being.

14- negative- positive

An oxygen atom comes close to two hydrogen atoms, and says: I am in an unstable state. I need two electrons to be relieved, and every atom of both of you needs one electron to become stable, why then don't we share electrons with each other? Come closer to me.

Willingly and eagerly like a lover, the two hydrogen atoms advance and the outer shells of the three atoms merge together: where one single electron of each hydrogen atom forms with another single electron of oxygen atom a pair of electrons attracting the nuclei of both atoms at the same time where a covalent bond takes place which gives rise to the water molecule.

However, why is there this huge quantity of water in its liquid state on planet earth? (Because if it only existed in its gaseous state, life wouldn't exist). The answer is that the nucleus of oxygen atom is the

strongest, and that is why the covalent bonding pair is more attached to it than to hydrogen. This produces different electric poles, and a group of bipolar, where the oxygen is the negative pole. This polarity gives rise to the so called "hydrogen bonding" between the water molecules, characterized by an attraction between hydrogen of one water molecule and oxygen of another molecule, but this attraction is much weaker than the covalent bond inside the molecule. However, without it the water would be sheer gas, and its molecules would be distant. Thus no life would have taken place on our blue planet.

Therefore, the complementarity between the positive and negative poles inside the water molecule, created the energy which brought together its molecules. Likewise, the duality of feeling and thinking, emotion and mind, intuition and knowledge which exists in us all- is in a complementary interaction, and together they create equilibrium and harmony. In spite of being opposite, they don't contradict each other, but interact in a communicative wavelike movement which creates inside ourselves the complete human .

15- Where do we go?

Hydrogen gas and ethene gas C_2H_4 were struggling to react with each other, but their reaction was very slow. The platinum heard their story, so it came over and said: "I own the solution of your problem, I will accelerate your reaction". They replied happily: "but how?" It smiled and said: all you have to do is passing on my surface. And so they did. And not so long after that, they were transformed into a third gas that is the ethane C_2H_6. All of this happened and the platinum metal hasn't changed. That is why we call it a catalyst, which means it makes reactions go faster without undergoing a permanent change.

The story of catalysts is echoed in other reactions. In the car exhausts, the rhodium metal plays this role, contributing to transforming the molecules of poisonous gases, like carbon monoxide (causes suffocation), and nitrogen oxides (cause the acid rain) to harmless molecules like carbon dioxide

and nitrogen. Similarly, the enzymes play the role of catalyst in biological reaction of human beings. Every catalyst has a specificity, which means a catalyst that is needed for one reaction is not needed for another, and sometimes changing the catalyst changes the reaction's path.

In our lives, there are also different paths. We meet someone by chance, we encounter a book, a slight event occurs and we think it is meaningless to turn out to have great influence, adding to this other things that might be catalysts that put us on a road we never thought of treading, take us to a future we never contemplated. And on this path, we always wonder: where are we going? And a voice that comes from deep down of oneself says: it is the journey of looking for the light. Many are the paths, and sometimes we pass through the darkest periods, and get lost in the confusion of questions. Still, the thirsty heart is going to shine with truth one day, just like the lotus flower.

16- Circumambulation

In the beginning, at the moment of the big bang, the electrons came into existence. These tiny particles are negatively charged, and the mass of the electron is:

$m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$kg (it means the mass of $1{,}1 \times 10^{27}$ electrons = 1 gram)

Still, the spectacular thing about these electrons is that they have been practicing a beautiful ritual since the beginning: that is moving around the nucleus (made up of protons and neutrons, and positively charged) forever and ever. Moving and moving around it, they create by this movement a great magnetic field, leading to the creation of a well coherent atom together with the nucleus.

How fantastic! Everything spins around the One, the Truth. The Truth that holds many faces. And looking at this truth from a specific one angle provides us

with limited incomplete knowledge. That is why the whirl enables us to see its different facets and deepens our knowledge.

17- The Beautiful Universe

In a moment of ecstasy lived by Rutherford, one atom revealed its three fundamental constituents. The physicist heard the proton whispering: I am a very small particle. I carry a positive charge, whereas the electron carries a negative charge. However the two types of charge are equal. furthermore an atom has an equal number of protons and electrons, therefore its net charge is zero. On the other hand, my mass is 1836 times heavier than an electron.

It continued: we the protons with the assistance of neutrons (electrically neutral particle) constitute the nucleus of the atom, which is a tiny massive entity at the center of an atom (1000 trillion grams per cubic centimeter, and you can recognize this by imagining all the cars of the world massed in a thimble). The electrons move around this nucleus at large distance, so the greater part of the atom can be considered as emptiness. In other words, the electrons have tiny

mass and are composed mostly of empty space, whereas the mass of the proton is greater but it occupies a very little space in emptiness. Supposing the orbit of the electrons is equal to a football stadium, the size of the nucleus would be equal to the size of a tennis ball.

Not out of boasting, the proton added: I alone give the atom (and the elements) its identity. For the number of protons in the atom nucleus is called the atomic number, and it is able to specify to which element belongs this atom. For instance: the nucleus of a hydrogen atom is made of just one proton, while the helium atom is made of 2 protons, and the carbon atom is made of 6 protons. And this goes on to the rest of the elements that exceed the one hundred. (Carbon as an element is made of all the uncountable carbon atoms in the universe…)

And before elaborating, the electron interrupted it saying: let me approach the issue from my point of view; everything you said my friend was right, but I have an important role as well. My permanent motion resulted in bonding among the atoms, and their union, where some electrons of one atom merge together with electrons of another atom, thus

an entanglement happens between the outer shells of atoms, and the molecules come into being. These molecules give rise to a huge number of compounds. That's why my dear friend, the bond between the atoms made this woven fabric, called the beautiful universe that should be considered as a combined and well-connected whole.

18- Avogadro makes the difference.

In a meeting on weights evaluation held in Avogadro's laboratory at 6,02 a.m., attended by a number of atoms, it was agreed that the total number of protons and neutrons in the nucleus of an atom is called the Mass number and is represented by the letter A.

Since electrons have very light weight, over 99,9% of the atom's mass is in the nucleus. The total weight of protons and neutrons= $1{,}67 \times 10^{-24}$g. This is a very tiny weight measured by the atomic mass unit. So it is defined that both protons and neutrons have a mass of 1 a.m.u. Thus, the mass of a nucleus (made of protons and neutrons) in a.m.u is equal to the number of nucleons it contains. For example, sodium is made up of 11 protons and 12 neutrons, its atomic mass is then 23 a.m.u, and the atomic mass of hydrogen with one proton is 1 a.m.u, and of oxygen, whose mass number is 16, is 16 a.m.u.

Before the ending of the meeting, one atom declared: dear sisters, our weights are extremely small, so for us to make a difference, we must rally.

At that moment, Avogadro interfered and said: I will divide you into groups called (mol). All atoms of the same element should come together until they reach the number $6{,}02{,}10^{23}$ (i.e. more than 602 thousand billion billion). The large numbers of atoms started to flow and to gather: sodium with sodium, oxygen with oxygen. However, the surprise that shocked all the participants is that every mol, that is every 602 thousand billion billion atoms of sodium, has a mass of 23 grams (same as the atomic mass with one difference that the measure unit became the gram). Likewise , mass of one mol of oxygen atoms is 16 grams.

"Oh Avogadro, how great is your number!" hailed the atoms. "You made our weights valuable". The great chemist smiled and said to himself: science is magic, it solves riddles. I gathered you atoms because I know very well that an atom all alone has no efficacy; but the bonds among you led to the creation of the universe. That is the invisible story of the universe that became visible, thanks to science

and scientists. It is a history of an ongoing struggle and strife for knowledge, in which thousands of scientists contributed, making one orchestra that plays music similar to the cosmic music in its veracity and harmony.

19- Consciousness

Inside the nucleus of one atom, James Chadwick, the scientist who discovered the neutron, heard this quarrel between proton and neutron. First, the proton said: you electrically neutral particle, my mass is very close to your mass, but I am positively charged. It is out of my favor that an electrostatic attraction occurs between the nucleus and the electrons, which gives the atom its cohesion. So what do you say about this my dear neighbor?

Softly and quietly, the neutron replied:

My dear charged friend, your positive charges make you push each other, and repel in an unfriendly way. Hence, without neutrons, a nucleus will be ripped. And I represent its consciousness for its unity and stability. In other words, I am that wonderful combination that makes the nucleus coherent and my presence mitigates your repulsion.

My dear friend, keep in your mind that consciousness is that magic thread that sews the components of any gathering together, no matter how much discordant they are, and protects them from shattering.

20- You Are Better Than You Think You Are

"I never knew why I am the only one among all metals that stays liquid at room temperature, and only freezes at -38,9 degrees Celsius", said mercury to some other elements. It continued: "I am, as a metal, a good conductor of electricity. I allow the flow of an electric current, which is due to the circulation of a set of electrons through me. However, there are ions and impurities that constitute an obstacle to electrons circulation, and result in the electrical resistance of a conductor and the loss of energy.

Mercury sighed deeply, as if it were a moment separating two different times, and continued: "until 1911, I was happy for being a liquid metal, but something weird happened to me when the physicist Onnes put me in liquid helium at -269°C (4 degrees over absolute zero). Under this very low temperature, new for me, I became superconductor, which means my electrical resistance vanishes

because when cooled to nearly absolute zero, my atoms come to a standstill allowing the electrons to pass through me easily without loss of energy.

After Onnes' discovery, scientists started to study this odd phenomenon. But the liquefaction of helium is costly, so they tried to find new materials that don't need to be cooled to nearly absolute zero, and they were able in 1987 to invent a type of ceramic able to be a superconductor at 138 over absolute zero, for it could be cooled in inexpensive liquid Nitrogen.

One of the elements felt curious, and asked it: what does it mean for a body to be superconductor, and what are its characteristics? It replied:

Superconductors have many characteristics. One of them is called the repulsion of superconductors with the magnetic field. If a magnet is placed above a superconductor, it can be levitated by this repulsive force. Levitation currents in the superconductor produce effective magnetic poles that repel and support the magnet. The significant thing about this is the possibility of applying this characteristic in order to make trains move over the rails. Indeed, there is a sample of these high-speed trains that, compared to conventional trains, consume less energy. Therefore,

scientists might be able to manufacture magnetic cars that move without touching the ground, and that barely consume any kind of fuel, because thanks to this technique, any friction responsible of the consumption of most of the gasoline in the car is reduced by a great extent. Hence, any emission of carbon dioxide in the atmosphere will be reduced, and we will be able to protect our environment from the destructive pollution.

Just like children who feel amazed by any event or new experience, mercury concludes: this experience changed my own vision of myself, and I realized that I am better than I think I am, and that everyone of us has a certain potential he/she might not be aware of, as if it is a well concealed treasure. So we have to learn the technique of examining ourselves and exploring our depths to discover our splendid truth. That's how we break the familiar, we abandon our stereotyped thinking, we become open to new experiences, and we realize things we never imagined we would be able to achieve.

21- In many places at the same time

An unexpected visitor entered my room. And before recognizing it, it started to conglobate and spin at high speed, appearing to me in the form of a cloud. I tried, to no avail, to locate it. I asked: who are you? "The electron", it replied. I said angrily: "no way, electron is extremely small and we can't see it". It laughed saying: "you are dreaming now and your imagination magnified my size to this extent. I visited you last night in your dream to tell you the story of my discovery. "I am all ears", I said. "In 1897, Thomson discovered me, and since then scientists have been working hard to know the secret of my motion. In 1911, Rutherford invented a model in which he said that the atom, consisted almost entirely of empty space, was like a miniature solar system: The electrons circled the nucleus in wide fixed orbits just like planets orbit the sun". I interrupted it: explain please. "That is equivalent in scale to a tennis ball (nucleus) in the

middle of a football stadium (emptiness)". I asked it: was Rutherford right in his suggestion? "He was right that we move around the nucleus, but wrong regarding the fixed orbits".

Still in doubt, I posed this question: if we are made up of atoms, consisting almost entirely of empty space, why cannot we penetrate the walls?

Quietly, it said: be patient and hear the whole story:

Two years after Rutherford, Bohr came to propose that we move around the nucleus in seven circular restricted orbits, but the regions between the orbits are forbidden to the electrons. Then, in 1924 came Louis de Broglie and suggested that we, as electrons, can act like both particles and waves. This led Schrodinger to reject Bohr model, refusing the existence of forbidden regions for the electrons. He says that the atom is the electrons' home and electrons are not restricted from entering any of these rooms, so he exchanged the word Orbits to become "orbitals" and to describe it he used a new term: "the electron cloud", which is a region that surrounds the nucleus and where electrons are most likely to be found in a given region of space at a given time.

The word "Orbital" confused me. I said: please tell me more. So he said: we move like fan blades very quickly, and you can never tell exactly where we are.

Thus in 1927, Heisenberg came up with the uncertainty principle, based on the wave- particle duality of the electron. This principle states that it is impossible to determine the position and speed of the electron at the same time. Heisenberg was right since due to my extremely high speed and small mass, every time a scientist tries to locate me by emitting a radiation toward me, I absorb the radiation and change my direction and speed and appear to them in a cloud-like form, as if I exist in different places at the same time.

I was astonished by his explanation. How would something exist in many places at the same time? Nevertheless, I hid my confusion until it continued: we are close to answer your question about our capacity to get through the walls. Scientists came to give every electron four numbers, called quantum numbers that can be considered as an identity card distinguishing every electron from the other, and Pauli proposed the Exclusion Principle, which

dictates that in an atom, no two electrons can be at the same time in the same state of configuration, in other words, no two electrons can have the same four electric quantum numbers.

Thus, according to MichioKaku, "when two quasi-identical electrons come close to each other, they repel". And this is why things look solid, though this solidity is sheer illusion. Matter in principle is emptiness.

When we sit on a seat, we think that we are touching it, whereas in fact we are flying over it, at less than one nanometer of distance, by the repulsion of electrical and quantum forces. This means, when we touch something, we are not really touching it, for this miniature atomic force is separating us from it".

At this point, the freak visitor left me with my bundle of unresolved questions: will we be able one day of improving our techniques so that we can determine the velocity and location of the electron and therefore predict its conduct? Will we be able by science to move ourselves from one place to another? Will we be able to move things remotely? Only the sound of the alarm woke me up from all

these questions, to find myself holding a book I have been reading before falling asleep, in which there was one expression for Einstein saying: if at first the idea is not absurd, then there is no hope for it.

A Conclusion Inspired by the Book

"Lifting the Veil: The Feminine Face of Science"

In this chapter, using paragraphs from "Lifting the Veil: The Feminine Face of Science", I will try to discuss four elements considered feminine in the context of common scientific categorization and they are

1. intuition
2. association
3. pluralism
4. cooperation

I will also try to integrate them into chemical topics.

Dream Trilogy

(Intuition)

Dr. Linda Jean Shepherd, author of "Lifting the Veil: The Feminine Face of Science" says that intuition,

that is foresight or knowledge that comes with no proven rational thought, seems vague and irrational so has become associated with feminine in our societies. Dr. Shepherd also considers intuition another path towards knowledge, a path that is defined by Carl Jung, the famous psychiatrist and psychotherapist, as the task that unconsciously mediates perception … With intuition, the content is seen as a complete whole without us being able to explain what it is or how it came to be.

Dr. Shepherd continues to say that Albert Einstein is an example of an intuitive scientist. He used to forget his keys and gloves and usually forgot to wear his jacket or comb his hair. He once said that while strolling in the streets of his town Princetown, he forgot where he lived.

Einstein's great, early discoveries are all based on direct physical intuition. At the age of sixty, he reached the idea that caused a revolution in the world of physics. He said that the optics of movement came to him intuitively: as a child his parents had forced him to study the violin at the age of six, and that his new discovery was a result of his musical perception.

What happened with Einstein moves us to ask whether our negligence to learn music has caused our regression? On the other hand, has teaching music

to Western children contributed to their scientific renaissance?

The sparkle of intuition tends to emerge during times of repose or dreaming or strolling in the park or when the eyes yearn for the stars through the window. This has happened with many a scientist, whereby intuition had an important role in their achievements. Three chemistry scientists had a precognition of what they were studying in a dream. Niels Bohr dreamt of the solar system as an atomic model which ultimately led to the Bohr model of atomic structure and a Nobel prize. I will discuss two other dreams of two other scientists to shed more light on the intuitive aspect of the creative process to more fully understand that intuition takes us straight into the heart of the future and can act as a bridge to overcome the boundaries that separate between us, others and nature.

Those who develop their psychological abilities usually feel a need for union with the natural world , they feel a personal need for inner communication as shown by physics on a quantum level. Harmony with the world around them is not a theory but a real experience they live through intuition. They know there is still more out there to conquer, something deep in our selves, deep in the structure of the universe.

The First Dream

The Snake Catches Its Tail

Atoms unite according to fixed ratios to create molecules, then chemical compounds. However, this union depends on what may be called valency which is the ability of the atoms of a certain element to unite with other atoms, more specifically valency is the number of electrons that an atom needs to form a molecule. Electrons can be given to other atoms, taken from them or shared.

Some atoms always have the same valency, for example, the valency of hydrogen is 1, oxygen is 2, carbon is 4. To make things clearer, let us assume that a hydrogen atom has one hand, so it can only unite with one other atom. But an oxygen atom has a tendency to unite with two other atoms since it has two "hands". This is what we see in a water molecule where an oxygen atom is united to two hydrogen atoms. It is the same case with carbon which has a valency of 4 (as if it has four hands), so it has the ability to unite with four other atoms. Valency, the discussion into which began in 1850, made it possible for scientists to explain the structure of molecules, especially organic compounds

like hydrocarbons which are made from carbon atoms united together with hydrogen atoms by means of covalent bonds.

However, there was one dilemma that continued to baffle scientists for a while which was how to explain the structure of the benzene molecule C6H6 (not car fuel). Scientists began to ask: How can a chain of six carbon atoms with six hydrogen atoms be formed where the valency of carbon remains four? The answer did not take long to arrive because benzene revealed its structure to the scientist **August Kekule (18929-1896)** who narrated: One lovely, summer evening as I was coming home on the bus from visiting a friend, I napped but as if I was in a waking dream. I could see atoms jumping all around in front of my eyes but I could not specify the nature of their movement. Then, I could see each two small atoms unite repeatedly to form couples, and then a larger atom come to embrace the two smaller ones, then even larger atoms would come to embrace three or four small atoms … all were in a spontaneous dance. I could see how the larger atoms formed a chain pulling behind it the smaller atoms … I was awoken by the yell of the bus attendant. I spent most of the rest of that night drawing what I had seen, and that is how the theory of chemical structure began.

Another time, the same scientist fell asleep in a seat next to the heater and had another dream which he describes: Once again, atoms were jumping around in front of my eyes but this time the smaller ones were disappearing into the background … long lines were filing next to each other, associating with each other and spiraling in a snake-like motion. I saw one of the "snakes" catch its own tail and turn around as if in a challenge. I woke up as if a bright light had shone on my face, and this time I spent the rest of the night working on the hypothesis.

This is how Kekule came to understand the cyclic molecular structure of benzene; the chain was no longer open as others had believed, rather a closed ring in which the carbons are arranged in a hexagon. Kekule suggested alternating double and single bonds between them with each carbon atom having a hydrogen atom attached to it.

It was, thus, intuition, which gave Kekule the flexibility and ability to spontaneously respond to change. The creative leap overstepped all existing information and added something new. This scientist is merited with developing organic chemistry; his discoveries contributed in the production of drugs and medicines and even more importantly, he shared with

us the source of his inspiration. Kekule taught us a new light in which to see science, and in a lecture which he gave towards the end of his scientific days he advised his listeners - members of the Academy of Chemistry - to "learn to dream".

The Second Dream

Elements Take Their Places

His name is **Dmitri Ivanovich Mendeleev**. He was born in 1834 in Siberia and was the youngest son in a family of fourteen children. His father became blind when he was still a child and so his mother took care of the family. Before Mendeleev was fourteen years old, his father died. Since his older siblings had become independent, and because she had noticed a rare genius spark in him, Mendeleev's mother took him to Moscow to get a better education. However, since he was from Siberia, he was refused admission to the University of Moscow due to its discrimination against poor students from the provinces. This forced the two to go to St. Petersburg where he entered the Main Pedagogical Institute to become a teacher. Mendeleev did not suffice with this job, but continued his studies and gained a doctorate degree in 1865. He also wrote many books,

one of which was a two-volume text book entitled Principles of Chemistry. In an attempt to facilitate his students' learning of the properties of the 63 then known elements, Mendeleev invented a table categorizing them in 1869: On separate cards, he wrote the name of each element, its melting point, color, atomic mass, valence, similarities with other elements. He then repeatedly tried to organize these cards in some way. He stuck them up on the library wall and gazed at them and began to see a pattern emerge. One evening after retiring to bed after a long and stressful day's work of trying to figure out a scheme for the elements in a table, he saw the solution in a dream, of which he has said, " I saw in a dream a table where all elements fell into place as required. Awakening, I immediately wrote it down on a piece of paper, only in one place a necessary correction took place later ." In the table that Mendeleev designed, he arranged the elements according to their atomic masses, placing elements with similar chemical and physical properties directly under each other in columns inside the table. When he found that the arrangement was not exact at times, he left empty spaces for elements he considered were missing. He correctly and accurately predicted the existence and qualities of three elements that were discovered later: germanium, gallium and scandium.

This "Periodic Table" changed the way elements are explained, and in honor of Mendeleev, element 101 was named after him. His name will always be linked to the modern Periodic Table in which mistakes were corrected, and the elements were distributed according to increasing atomic number and not increasing atomic mass.

Association - Pluralism - Cooperation

One Being

The environmentalist **James Lovelock** liked to call Earth **Gaia** just as the mythical Greek goddess personifying Earth had been. His theory basically states that all parts of this planet work together in harmony to form one living being. If we don't all intuitively feel that Earth is a living system and understand that we are a part of it, then we will fail in any direct interaction to protect it and at the end to protect ourselves.

This theory which brings to life a mythical symbol makes us wonder: Why did Lovelock seek help from this symbol? Was it because the symbol awakens in a person a spiritual aspect and takes him/her far from the expected to be open to universal pluralism, and then be able to preserve the living pulse of the planet Earth? To

be able to answer these questions, it is enough to look at our planet from the point of view of the astronaut **Edgar Mitchell** who was amazed by the blueness and whiteness of the Earth during Apollo mission to the moon. He described his feelings saying, "On the return trip home, gazing through 240000 miles of space toward the stars and the planet from which I had come, I suddenly experienced the universe as intelligent, loving, harmonious." Unexpectedly, he had a flash: he and the universe were one being - an extension of himself, and that each one was a complementary part of existence. Mitchell says that this experience turned my head, it was exciting, funny, confusing and that it appeared to me that i. was looking at an organic being.

It is association, says **Jean Shepherd**, who is interested in the relationships among things, seeing things in their true contexts and preconceiving the relationships among things. To better understand the principle of association, and discover how it affected budding sciences such as environmental sciences, it would be best to go back to a time when we considered nature to be a mechanical machine, and how this vision led us to feelings of separatism and because of which we took advantage of the Earth's sources. As humans, we did not

realize the spirit of cooperation and association as part of its content. We depended on methods that wreaked havoc on the environmental system, for example, to fight what we called pests, we created D.D.T. that kills all types of insects and we used it widely in agriculture. This chemical temporarily succeeded in killing malaria by killing the bug that transmitted the disease, but we later discovered how deadly D.D.T. was to nature. Because of it, the thickness of bald eagle eggs decreased which led to a decrease in the species' number. Also, because of D.D.T., large numbers of beneficial insects such as bees were killed. D.D.T. seeped with rain water into rivers and seas killing fish, and leaked into the food chain, ultimately killing people.

Because of this association, and proceeding from her understanding that both the natural and human environments permeate one another, marine biologist **Rachel Carson** published her book Silent Spring in 1962, at a time when nobody had yet realized the magnitude of sustainable damage to nature. She discussed several biological and environmental principles which explained the resulting damage of pesticides and guided readers rebuild their vision of the world. This book led to a nationwide ban on D.D.T. as a pesticide.

Another principle is cooperation and we must learn it from nature. However, to do so, we must understand first another feminine principle which is association. If it entered into science, association would emit a gentleness of spirit after long ages of drought, masculine supremacy and near-total feminine exclusion. For us, to better comprehend the reason behind the exclusion and its repercussions, we must delve deep into history to see how the image of the female changed in the human consciousness. For this purpose, Dr. Shepherd takes us back to the time of the Greek philosopher Aristotle whose writings dominated western thought for about two thousand years, being one of the greatest minds in the ancient world to collect and categorize knowledge. However, his image of the female was far from elevated. According to his vision taken from cosmology that was based on observation and reason, he believed that universal order existed in pyramidal levels increasing in complexity and intelligence. Of these levels were masculinity and femininity, which Aristotle applied to nature. He described the universe in both feminine and masculine terms, nature was described to be feminine by referring to it as "mother", and the sky and sun were "father". Aristotle believed that everything supreme should be separated from everything less, and

accordingly he looked at the relationship between males and females and considered women to be "incomplete men", and that male's relationship with female was one of superior with inferior similar to relationships between the governor and the governed.

With heavenly religions, the story of Adam and Eve took the place of Aristotle's cosmology, but the basic concepts about male's superiority over female remained the same.

In this way, male consciousness was reflected in science and it became a purely male structure which excluded women. This in turn caused an exclusion of the female and a devaluation of her. This pattern of thought considered women only as beings for reproduction where they symbolized nature, disorganization and irrationality. They were unable to use clear, specific, and efficient thought. For men, to pave their way in the world, they projected many historically-considered undesired traits onto women and denied having any of them. Similarly, they projected these "undesired" characteristics onto people of other ethnicities, nationalities and religious beliefs. Science remained characterized with traits such as objectivity, rationality and neutrality until the physics crisis of 1905 when scientists found themselves unable to

specify the position and speed of an electron at the same time. The new principle of uncertainty - because of which we could only speak in the language of probabilities - put cold, classical, mechanical physics (which depended on inevitability, clarity and a separation of the self and tools, from experimental results) in an embarrassing situation. "Uncertainty", which is similar to the typical image of the female who continually changes her mind, was the base of the new "quantum" physics. The best scientists could hope to carefully specify the limits of uncertainty, and to admit their uncertainty, leading them to tend more to an openness towards other methods. It made them more flexibly respond to each situation as a unique one, modify their processes with a lenient disposition, and negotiate with the association of variables. They did this just as explorers do in unknown lands.

For us, to understand association further, Dr. Shepherd continues that in Egyptian mythology, the colored veil of the goddess Isis represents the creative soul and that she wore a variety of textiles. This was nature's continually changing quality. However, Western science tended toward pyramidal hierarchy and linear progress and thus attributed circular strengths to the female identity and linear progress to the male identity. Accordingly, Western female organizations tended to

be more circularly structured like rings, whereas male organizations tended towards pyramidal hierarchy like ladders. Western science, since it was formed by males, reflects this discrimination which obliges us to choose between one thing and another, and with this it limits association and causes us to lose a fortune worth of differences because of its labeling higher and lower levels and reducing Isis' beautiful, colored veil to merely black and white. However, when we do understand the importance of association, then do our perspectives combine and integrate and grow. Each point of view shows a different face of the same truth, a different face of reality. Each point of view adds a new and kind color to life. As Jung said, that the final truth, if it exists in the first place, needs a whole chorus of different voices. Consequently, we have the male, direct, written approach to a problem as opposed to the female drifting approach. In her drifting, she sees all sides of the problem and all its connections.

Shepherd continues by saying that in the masculine pyramidal hierarchy, someone must be omitted so that someone else who longs to reach the peak can take his place. In the feminine circular structure, people meet each other at the same level. Because of this, the circle in the above-mentioned structure is able to expand and

include others without having to exclude anyone. It is true that a circle only has one level and that action within it increases the possibility of repetition and decreases the opportunities of exhibiting individual abilities; however, it also brings about group harmony, preserves pluralism as well as moving everything forward. Shepherd sees that feminine, which perceives science as a round and interactive processes instead of a linear and pyramidal one, encourages us to develop a different system of values, to appreciate the journey instead of the final result only. In this sense, the way science is executed is as important as what this science finally achieves.

Going back to the principle of cooperation, we have wandered very far from it in our scientific behavior. Because of the male pyramidal hierarchy culture, we have projected our way of thought onto nature and for example have categorized plants as either pests or beneficial. In modern agriculture, we consider that weeds (pest plants) pose a threat to crop production and so are removed with weed killers. In this way, we have greatly damaged the soil. Recently, scientists at the University of California in Santa Cruz discovered a traditional practice by Mexican farmers of pruning a certain weed that usually grows with corn crops instead of pulling it out of the ground. Scientists found that the roots of

these weeds excrete compounds deadly to fungi and nematodes that destroy corn crops. The Mexican farmers only prune the weeds fifteen days after the emergence of the corn seedling, then every thirty days after that. Instead of weeds' entering into a competition with the corn, it controls the pests without taking anything beneficial from the soil from the path of the corn.

This wonderful discovery of coexistence in nature motivates us to the following conclusion: weeds are only plants whose advantages haven't been discovered yet. Dutch biologist **Fritz Went** noticed that there is no bad struggle among plants, nor is there mutual fighting as in war. There is harmonious growth based on mutual colleague-ship. **Went** believed that the principle of cooperation was stronger than the principle of competition.

Unfortunately, however, we still resort to the method of competition in our dealings with each other which has led us to ugly wars time and time again. What is more dangerous is that we neglect the real dangers with deliberate indifference. This is evident with the global warming phenomenon which was a result of the incredible increase in carbon dioxide in the Earth's atmosphere and which foretold danger. Through research,

it appeared that the Earth's increasing temperature was directly proportional to the increase in carbon dioxide levels. Before industrial development, air contained carbon dioxide at a rate of 270 parts per million, but today that ratio has increased drastically to become 387 parts per million which led to a rise in the temperature of the Earth. What is more, in 2008, the amount of carbon dioxide emitted into the air reached 9,4 billion tons as a result of the combustion of petroleum products and wrong logging. Only 5 billion tons of this were recycled in ocean waters, the soil and plant life. The remaining quantity will remain in the air for decades to come in addition to the amounts we are still continually emitting, to this minute. With this in mind, we should also know that the existence of carbon dioxide in the atmosphere with all the other greenhouse gases contributes to moderating temperatures and without these gases the temperature of the Earth's surface would reach 18 degrees below zero. The atmosphere allows the rays of the sun to pass through to the Earth, which then absorbs when reaches it and heats up. The Earth radiates its heat back towards the atmosphere in the form of long-wave heat rays (infra-red) where the gases absorb a part of these infra-red rays and keep them in the atmosphere to keep the temperature of the Earth's surface constant at a normal average of

around 15 degrees. The increase in carbon dioxide levels in the atmosphere has led to a retention of larger amounts of energy and thus the Earth's surface temperature is increasing. Large industrial countries, behind economic excuses, are still impeding the application of technical procedures to lessen the amount of carbon dioxide in the atmosphere.

Due to this continual frivolity, Gaia will stand up for herself, in spite of being "giving" ,she - like the ancient goddesses - is sometimes cruel . She will make us pay a high price on her journey of self-renewal: melting of glaciers, floods, the extinction of species, agricultural disasters, fires, epidemics and a large possibility that the oceans will inundate several coastal cities making millions of people homeless.

The problem is critical and we are at a crossroads where we must choose: we can either continue to approach science from a single-minded point of view which cares about nothing and does not mind if everyone goes to hell, in which the dangers are the end of human life on Earth, or we can combine between male and female elements within ourselves and make them integrate thereby to avoid the danger of our own demise.