

رَوَاكُ الطَّبِيعَةِ

پرستلی

لافوازیبه

دایشی

فرادای

وغلر

مکسول

میکسن

لنجمیور





بر ایستلی

پرېستلي

علماً على تحرير أمة، تربطه بها رابطة
الجوار والانسانية

هوذا يوم ١٤ يوليو سنة ١٧٩١ وخارج
الدار فارسان ومن ورائهما جمهور قلق
صاحب. هوذا احد الفارسين يقرأ وثيقة
أعدّها احد مندوبي الملك : - « ان فريق
الپرستيريان (شعبة من البروتستانت) ينوي

ان يثور. فهم يدبرون
الوسائل لحرق الكنيسة
ونسف البرلمان. ان
قصدهم ان يشملوا في
البلاد نيران ثورة كثيرة
فرنسا. سوف يقطعون
رأس الملك ويعاقبونه
أمامكم. لعنهم الله ففرضهم

التنكيل بنا فلنسختهم قبل فوات الأوان » .
وما ترددت في الجمهور الصاحب اصداه
« الملك » و « الكنيسة » حتى شب عن
الطوق . واذا الفارسان يرقبان في جنل مدى
نجاحهما في استنارة الجمهور ، اندامت السنة

الاهب من دار پرستلي
كان پرستلي جريئاً في تأييده لكل

في اوربا في المقدم الاخير من القرن
الثامن عشر ثورة بمخاضة تثل العروش وتقلب
الاضغاع الاجتماعية ، وفي عقول الباخين
سورة تدفعهم الى البحث والاستكشاف .
فهم في معامهم مكبون على أدواتهم القاصرة
في سبيل الكشف عن أسرار الطبيعة ولكن
العقول الذكوية التي يهفونها الشوق الى

الحقيقة ، لا تحفل
بالأدوات . وأصحابها
يلاقون ويلات السياسة
وشدائد الاضطهاد بثغور
باسمة وقلوب مطمئنة

لقد قرب موعد
الاحتفال باكتساح
الفرنسيين لعقل الباستيل

وفي مدينة برمنجهام الانكليزية ثلة من
احرار المفكرين يعدون المعدات للاحتفال
بعيد الحرية العظيم . فيجتمعون في هدوء
ودعة ومن دون طبول او مشاعيل ، في دار
معينة من دور المدينة . بين هؤلاء الاحرار ،
قس يدعى يوسف پرستلي ، انضم الى
اخوانه ليحيي معهم ذكرى يوم خائده التاريخ

JOSEPH
PRIESTLEY

١٧٣٣ - ١٨٠٤

٥٧٥

قضية اقتنع بصحتها . وكانت الجمهورية الفرنسية الفتية قد انصرفت عليه بلباس مجددا لما منحه زعوتها الفخرية ، على اثر الرد اللاذع الذي وجهه الى برك الكاتب والخطيب السياسي الانكليزي عند تهجمه على الجمهورية الفرنسية وتقصها . هجم الجمهور الثائر على دار بريستي وسدد خطواته الى مكتبه فمزق كتبه وحرق مخطوطاته ودمر كل أدواته العلمية تدميراً . ثم انقلب الى دار الدكتور وذر نج Withering وغيره من أصحاب بريستي حتى اضطر فريق منهم ان يكتب على عتبات دورهم « لسنا فلاسفة » لينجو من ويلات الشعب . ولكن ذلك كله لم يكف الشعب الهائج . فأنكفأ يطالب رأس بريستي ودمه . على أن انقس كان قد فر الى لندن . ولكن الشعب في برمنجهام دام ثلاثة أيام بلياليها ، يشير نيرانه طائفة من رجال الملك جورج الثالث اذ ظنوا ان هذا هو السبيل السوي لارهاب اصدقاء الحرية

كان بريستي في برمنجهام ، قبل فراره الى لندن ، عضواً في جماعة علمية فلسفية تدعى « الجمعية القوية » لانها جرت على تناول العشاء مرة كل شهر اذ يكون القمر بدرًا ، لكي يسهل على أعضائها العودة الى دورهم في ظلام الليل . وكان من أعضائها اراسموس دارون جدُّ دارون العظيم ووط المهندس الاسكتلندي وصانع أول آلة بخارية متقنة . وكانت مباحث الاعضاء تدور حول موضوعات العلم والأدب والسياسة . فلما جاء لندن شعر بألم الوحدة ، لأن معظم أعضاء الجمعية الملكية كانوا يتجنبونه لأسباب دينية او سياسية . فاستقال من الجمعية ، وفي نفسه مريض وحرقة . وقد كانت مقاطعته فيها اشبه شيء بما فعلته الجمعيات السكيميائية الألمانية في الحرب الكبرى اذ حذفت من قوائم أعضائها الاجانب اسماء اعظم السكيميائيين البريطانيين . الى هذا الحد يبلغ جنون الناس ، حتى العلماء منهم في ازمة الشدائد

واذ كانت مقاطعة الاورن الفرنسية تكرم بريستي ، ابن الصوآف الانكليزي ، بانتخابه عضواً عنها في الجمعية التأسيسية ، أقام هو قضية على مدينة برمنجهام ، طالب فيها بتعويض قدره اربعة آلاف من الجنيهات . فكتب الملك جورج الثالث الى احد وزرائه « سرفي ان بريستي عوقب على الميادي ، والتعاليم التي يذيعها . ولكنني لا أسلم بالوسائل التي استعملها الجمهور للأعراب عن احتقاره له » . وعرضت القضية على المحلفين ففاز فيها بريستي ، وتفرغ بعد ذلك للبحث العلمي

وُلد بريستي في ١٣ مارس ١٧٣٣ في فيلدهد على مقربة من مدينة ليدز بانكلترا . وكان

والداه من اتباع كلن فاعداً ولدها ليكون قسيساً . فلما تقدم للرسامة رفض الآراء التي اعلنها في موضوع الخطيئة الاولى والعقاب الأبدي . ولكنه لما بلغ الثانية والعشرين عين قسيساً لكنيسة صغيرة في صفوك Suffolk وجعل مرتبة ثلاثين جنينها في السنة . وكان يمقت التعاليم . ولكن راتبه الضئيل حتم عليه ان يعلم . فكان يدرّس في مدرسة بين الساعة السابعة صباحاً والساعة الرابعة بعد الظهر . وكان يمطي دروساً خاصة بين الساعة الرابعة مساءً والساعة السابعة . ثم في أوقات فراغه كان يعني بوضع كتاب في قواعد اللغة الانكليزية . وكان ملماً بلغات عديدة ، منها - عدالغة بلاده - الفرنسية والايطالية والالمانية والعربية والسريانية ، فلما عهد اليه بعيد ذلك في تدريس اللغات في اكلادمية انشأها بعض المنشقين من احرار الدين ، حضر خطباً في مبادئ الكيمياء ودرس التشریح زمناً وحاول ان ياتي فيه سلسلة من المحاضرات فلما كان في الرابعة والثلاثين من عمره عين قسيساً لكنيسة ملّ هل في مدينة ليدز . هذا الرجل الفقير ، المكافح في سبيل العيش ، المنبوذ من المجتمع لآرائه الدينية ، المصاب بماهة في النطق شبيهة بماهة ديموستينيس ، كان يجد وقتاً بين الاكباب على عمله الديني والتأمل في ما وراء الطبيعة ، للنظر في شؤون الدنيا . وفي احدي زيارته لمدينة لندن اجتمع بينيامين فرنكان ، فحرك فيه هذا الاجتماع شوقاً للبحث في موضوع الكهربية فهوّل على وضع كتاب في تاريخ الموضوع . فكان ذلك بدء سيرته كعالم . قال : « وبدا لي في خلال كتابة هذا التاريخ ان احاول تحقيق بعض الاقوال المختلف فيها وهذا فاذني رويداً رويداً الى ميدان رحيب من التجارب المبتكرة فلم امسك عن انفاق كل ما استطيعه في سبيلها »

يرتد جانب كبير من شهرة بريسلي الى مصنع الجعة الذي كان على مقربة من داره في ليدز . كان يقضي وقت فراغه في هذا المصنع يبحث في فقايق الغاز الذي يتولد في اثناء صنع الجعة فكان يشعل كسراً من الخشب ثم يقربها من فقايق هذا الغاز الذي لا لون له ، اذ تنفجر فوق براميل الجعة . كان ذلك العمل غريباً في حد ذاته . فكيف به اذا صدر من قس ورع ؟ لذلك كان عمال المصنع يهزون رؤوسهم استغراباً وسخرية اذ يرونه مكباً فوق البراميل في حر الصيف المرهق ، ولكنه لم يحفل بهم . كانت معرفته الكيميائية نزره . ولكنه كان شديد الملاحظة . فلاحظ ان هذا الغاز يطفئ الكسر الخشبية المشتعلة . فظن انه « الهواء الثابت » Fixed air الذي حضره تاجر الخمر الاسكتلندي جوزف بلاك ، قبل ذلك بخمس عشرة

سنة ، باحساء حجر الجير في خلال بجهته عن دواء ناجح في اصصاف القواقع ، وهي الاصصاف التي شفت رئيس وزراء انكلترا ، ولپول Walpole من داء النقرس . فهل هذا الغاز الصاعد من براميل الجعة هو الغاز الذي يخرج من اصصاف القواقع ويشفي من النقرس ؟ ولما كان من المتعذر عليه ان يحصل على قدر كافٍ من هذا الغاز في مصنع الجعة حاول ان يحضره في داره . ثم حاول ان يحلّه في الماء . فوجد ان حله في الماء ليس بالأمر السهل . ولكن قليلاً منه يتحد بالماء ، فيجعله فوّاراً يصعب التفريق بينه وبين ماء سائلز او ماء برييه . وتقدم إلى الجمعية الملكية منبثاً اعضاءها باكتشاف ما يعرف الآن « بماء الصودا » الذي يشرب مع الوسكي ويحلّ فيه قليل من السكر وحامض الليمون فيصبح « كازوزه » فاعجبت الجمعية بقوله ، وطلبت اليه ان يعيد تجاربه امام « كلية الاطباء » فسرّ بهذه الفرصة التي اتاحت له فاغتمها ، فلما امرّ الغاز في الماء طلب الى بعض الحاضرين ان يذوقوا المحلول ، فدهشوا ، واقترحوا على امراء البحرية البريطانية استعماله لمعالجة الاسقربوط . ومنح بريستلي المداية الذهبية جزاء له على هذا الاكتشاف

وانكفأ بريستلي الى داره يجرب تجارب كيميائية اخرى . فحاول ان يحمي ملح الطعام مع زيت الزاج او الحامض الكبريتيك ، فحضر مركباً كيميائياً عجيباً عن تحضيره من سبقة في هذه المحاولة . ذلك انه جمع الغاز الخارج من هذين المركبين تحت ناقوس من الزجاج اسفله مغروس في الزئبق . ثم حاول ان يحلّ هذا الغاز في الماء فوجد الماء شديد الاتحاد به لذلك عجز سابقوه عن تحضيره . فانهم حاولوا ان يحضروه تحت ناقوس اسفله مغور بالماء فكان الماء يتصه . ولما حله بريستلي في الماء اكتشف الحامض الأيدرو كلوريك المستعمل الآن في صناعة الفراء والجلاتين في تنظيف الاواني المعدنية

كذلك تمّ لاحد هواة العلم ان ينفخ العالم بمركبين كيميائيين من اشهر مركباته المعروفة ؟

وكانت رعية القس بريستلي تحبها عناية راعيها بالانابيب والانايق . فكانه كان يعبد الهين على مذبحين مختلفين . فارتفعت همسات الاستفهام حتى اصبحت كزجيرة التذمر . ولكن بريستلي كان مشغولاً عن ذلك بمباحثه الفتانة فلم يسمع ما يقال . فانه بعد احساء ملح الطعام وزيت الزاج ، تحوّل الى ماء الأمونيا يحميه ، فخرج منه غاز ثالث لا لون له ،

فجمعه كسابقه تحت ناقوس من الزجاج اسفله مغمور بالزئبق . وكان لهذا الغاز رائحة خاصة حريفة . وملاّت البخرة الغاز غرفته وهو مكبّ فوق الموقد يذكي النار . فكان في تجار به تلك يستخرج للناس المعارف الدقيقة الاولى عن صفات غاز الامونيا النقي - الذي استعمل في العصر الحديث في صناعة التبريد والتثليج Refrigeration . كانت الابخرة قد احاطت به من كل جهة فاحس بحرقه بهينه ، وبدموعه منهمة ، وشمّ سكان الدار رائحتها الحريفة ، فقادروا المنزل الى الخلاء . ولكن ذلك لم يزعجه . ثم جمع بين غاز الامونيا وغاز كلوريد الايدروجين فدهش لما رأى غيمة رمادية قد تكونت من التقاء الغازين ثم جعلت ترسب مسحوقاً ناعماً ابيض اللون . هنا تفاعل كيميائي عنيف . فالغازان الحريهان قد اتحدا فولدا مسحوقاً ابيض هو كلوريد الامونيا المستعمل في البطريات الكهربية الجافة

كذلك اتيج للقس بريستي ان يفتح العلم في خلال بضع سنوات بطائفة من المسكتشفات الخطيرة . وهذا شجعه على انفاق كل ما يستطيع انفاقه من الوقت في معمله المرئجل . فأيات الكيمياء ملكت ابنة ، واذ مضى في التبشير بكلمة الله ، أخذت دوائر العلم تنسقط انباء القس الكيمياوي . وما لبث حتى دعي الى مرافقة الرائد كوك المشهور في رحلته الى البحار الجنوبية فأغرته الدعوة وكان على وشك القبول ، اذ اعترض على ضمه الى البعثة قس آخر ، لاختلافها في الآراء الدينية ، فتخلف بريستي واتم التجربة العظيمة التي اسبغت على اسمه ذكراً خالداً

كان بريستي في خلال تجاربه المختلفة بالغازات قد أصبح بارعاً في تحضيرها وجمعها . فقد كان الباحثون قبله يحاولون جمع الغازات بمد تحضيرها في اكياس شبيهة بكيس البالون . وكانت هذه الطريقة صعبة التناول عقيمة لأن مادة الكيس كانت غير شفافة فلا يستطيع الباحث ان يرى بعينه ما يحدث داخل الكيس . أما بريستي فاستنبط الطرق المستعملة الآن . أخذ زجاجة ذات فتحة واسعة وملاها زئبقاً ثم قلبها غامساً فتحتها في حوض من الزئبق . ثم وصل بين مولد الغاز والزجاجة بانبوب حتى اذا تولد الغاز انتقل في الأنبوب ودخل منه في فتحة الزجاجة وتجمع فيها فوق مستوى الزئبق . فاذا كان الغاز لا ينحل في الماء ، استبدل بالزئبق ماء . ففي هذه الناحية من البحث ابداع بريستي اسلوباً جديداً

وكان بريستي قد أحى طائفة منوعة من الجوامد في لهب اتونه . فحاول بعد ما تقدم أن يجمعها بجمع أشعة الشمس عليها بواسطة عدسة محدبة وكان قد جرّب هذه الطريقة فتمكن من

حرق الخشب بها . فابتاع عدسة محدبة قطرها قدم وأخذ يستعملها في صب أشعة الشمس بواسطتها على جوامد مختلفة . فكان يضع الجسم الذي يريد توجيه الشمس إليه في ناقوس من الزجاج والعدسة خارجه لجمع أشعة الشمس عليه . ثم وصل بين الناقوس الذي يتضمن الجسم وزجاجة مصنوعة على طريقة جمع الغاز ، بأنبوب ، حتى اذا خرج من الجسم الصلب غازاً ما تمكن من جمعه ودرس خواصه .

بهذه الطريقة المبتدعة حاول في يوم اول اغسطس (كان يوم أحد) سنة ١٧٧٤ أن يستخرج الهواء من مركب يعرف بـ *Mercurus Calcinitus Per se* وهو مسحوق احمر كان معروفًا لجابر بن حيان ، باحائه في الهواء فلم يلبث حتى وجد ان الهواء يخرج منه بسهولة ولكن ذلك لم يكن أمراً عجيباً . فالباحثون كانوا قد سبقوه الى استخراج الغازات من الجوامد — إك في سلزباخ بالمانيا قبل ٣٠٠ سنة واسطفان هالز الهولندي وروبرت بويل الانكليزي وشيل السويدي — وجهيهم كانوا قد سبقوه الى استخراج الغازات من الجوامد باحائها ولكن بريستي كان في عمله هذا يختلف عن اولئك الرواد

كان على مقربة من بريستي في معمله شمعة مضاءة . فلما تجمع لديه قليل من الغاز سأل نفسه : « ترى أي أثر لهذا الغاز في لهيب الشمعة ؟ » وللإجابة عنه أخذ الشمعة ووضعها داخل الناقوس الزجاجي الذي يحتوي على الغاز فلم تنطفئ الشمعة . بل على الضد من ذلك تألقت ولعت . فسراً بما رأى ولكنه تهيّر في تحليله . وأخذ جرة من الفحم ووضعها في الناقوس قرأها تتطاير شرراً . وبعد قليل رأى الجرة قد تلاشت ، فدهش . ثم أخذ سلكاً من الحديد وأحماه حتى درجة الاحمرار وادخله في الناقوس فتألق السلك كأن به روجاً تنفخ فيه . فكان لدهشته لا يدري أنتم هو أو مستيقظ

ان ادخال تلك الشمعة المضاءة في ناقوس الغاز ، كان ايذاناً بانقلاب عظيم في علم الكيمياء ولكن بريستي حينئذ ما كان يدري طبيعة « الهواء » الذي أخرج من ملح الزئبق . وكان من اتباع مذهب « الفلوجستن » فحسب ان ذلك « الهواء » ليس إلا مركباً من الفلوجستن والتراب والحامض النتريك — ولكن ذلك « الهواء » كان غاز عنصر الاكسجين ، الذي لا مندوحة عنه لكل حي على سطح الأرض

كان الهواء الذي تنفسه ، في رأي علماء ذلك العصر ، مادة بسيطة ، أو عنصراً من العناصر ،

كالذهب ، والزئبق . وكان بريستلي قد تخيل ان البراكين قد آذت الهواء بنفثها غازات كانت قابلة للاتهاب في البدء ثم فقدت قابليتها للاتهاب بفعل الماء ثم تنقت وتصفت بفعل النباتات . وخلص من ذلك الى القول بان عالم النبات هو وسيلة الطبيعة لتنقية الهواء . ذلك انه اذا وضعت نباتاً في غرفة مغلقة قد فسد جوها بتمس الحيوان والانسان أو باضاءة شموع فيها ، فلا يلبث هواء الغرفة بعد وضع النبات فيها حتى يصبح صالحاً للتنفس . وعادل هذه المشاهدة الصائبة بقوله ان الفلوجستن إذا أضيف الى الهواء باضاءة الشمعة أو بتمس الحيوان امتصته النباتات فتقي الهواء . على أن الطيب دنيال رذرفورد ، الذي كان يشغل منصب استاذ النبات في جامعة أدنبره ، في ذلك العصر ، اكتشف مادتين من مواد الهواء وتمكن من ان يستخرج من الهواء مقداراً من الحامض الكربوليك ، يحمل ماء الجيران يتمصه فتحول من ماء صاف الى سائل لبني - والتعليل الكيميائي لذلك ان اكسيد الكربون الثاني يتحد بالجير فيولد كربونات الجير وهي راسب أبيض ناعم يجعل السائل لبنياً - ثم وضع حيواناً في غرفة محكمة الأتقال وجعله يتنفس فيها بعد استخراج اكسيد الكربون الثاني منه ، فوجد ان ما يبقى من الهواء نحو أربعة أخماسه وهو غاز لا فعل كيميائي له . هذا الغاز اطلق عليه شابال Chapal اسم نتروجين لوجوده في الذرات . وكان بريستلي قد قرأ عن هذه التجارب فاحى قطعة من الرصاص في الهواء وجلس يراقبها وهي تهمر رويداً رويداً فتحولت الى مسحوق احمر فمالجه كما عالج ملح الزئبق من قبل . فقفز فرحاً اذ بدت له النتيجة . ذلك ان الغاز الذي خرج من ملح الزئبق خرج كذلك من ملح الرصاص . فتأكد ان الغاز الذي كان يخالجه وهو ان هذا الغاز - الاكسجين كما دعي بعدئذ - الذي خرج من المالحين انما جاء اولاً من الهواء وفي ٨ مارس سنة ١٧٧٥ بدأ هذا القسُّ الحرُّ المفتون بالبحث العلمي تجربة غريبة في قصر لورد شلبرن Chelburne في بوود Bowood . كان في الليلة السابقة قد نصب للفيران الخافاً يستطيع ان يستخرجها منها حية . ولسكن اي شأن لعالم العقول ومهذب النفوس بالفئران ! انه يرى فيها جلاء السر الغامض الذي يحير لبه . ثم أخذ وعائين زجاجيين متماثلين ووضع في احدهما الغاز الخارج من الزئبق والرصاص - الاكسجين - وفي الأخرى الهواء العادي ثم وضعهما في انائين من الماء بحيث يغمر الماء حافتيهما السفليين . وفي اليوم التالي امسك بأحد الفئران من عنقه وأدخله في الوعاء المحتوي على الهواء ووضع على منصة مرتفعة فوق الماء حتى

لا يفرق . وأخذ فأرأ آخر ووضعه بالطريقة نفسها في الوعاء المحتوي على الأكسجين
وجلس پرستلي على كرسي امام الوعائين ، يعزف بالمزمار وهو يراقب الفسارين في داخل
الوعائين من دون أن يعلم الى متى يدوم انتظاره . ولكنه وقف عن العزف فجأة اذ رأى الفأر
الذي في الوعاء المحتوي على الهواء قد بدا عليه الضعف والاعياء . فرمى المزمار جانباً وأخذ ساعتاً
بيده فلم يمض ربع ساعة حتى سكن الفأر بعد ما فقد الشمور . فأسرع پرستلي وأخرجه من
الوعاء . ولكن الامر كان قد قضى وانطأ شعلة الحياة في الفأر . فانتنت حينئذ الى الفأر الآخر
في الوعاء المحتوي على الأكسجين . فاذا هو لا يزال يتحرك تحركاً طبيعياً ولا تبدو عليه أية
امارة من أمارت الاعياء . ومضت عشر دقائق وپرستلي يلازمه بنظره . لقد بدت علامات
الضعف عليه ، فهو خامل بطيء الحركة . فسارع اليه پرستلي وأخرجه منه وهو يحسبه ميتاً ،
ولكن قلبه لا يزال ينبض نبضاً ضعيفاً . فقربه من النار ليدفئ جسمه البارد فلم تنفض بضع
دقائق حتى عادت الحياة تدب في عروقه . فطار پرستلي فرحاً ودهشة . فالفأر الثاني قضى في
الوعاء نصف ساعة قبلما بدت عليه اعراض الاعياء في حين ان الاول مات في نحو ربع ساعة .

ما تعاليل ذلك ؟ هل الأكسجين أنقى من الهواء العادي ، او هل يحتوي الهواء العادي
على مادة قاتلة للحياة . او لعل ما حدث اتفاق لا يجوز الحكم عليه ؟ لم يعمض پرستلي في
تلك الليلة حفنً ، وهو يفكر في مسألة الفسارين والأكسجين . وخلص الى وجوب اعادة
التجارب ليثبت من صحة ما رأى وانه عام شامل الفتران جميعاً . وهذه التجارب افنته بنقاء
الأكسجين وفائدته . ولو شاء لوقف في تجاربه عند هذا الحد ولكنه كان عالماً مطبوعاً فمزم
ان يجري التجربة نفسها عليه . فاستنشق قليلاً من الأكسجين فأحس أن تنفسه خفيف
قال : شعرت ان تنفسي ظل خفيفاً برهة بعد التجربة . ومن يدري ان هذا الهواء النقي
لا يصبح في المستقبل من المواد السكالية المطلوبة فلم يجربه حتى الآن احد غيري وغير الفتران
كذلك رأى پرستلي حينئذ بهين الخيال استعمال هذا « الهواء النقي » قال : « وقد يثبت
ان الرئتين تحتاجان اليه في بعض الأمراض » ونحن نعلم الآن ان الأكسجين يستعمل في
اصابات النزلة الصدرية اذ يحتمن جانب من الرئتين ويصبح الباقي سليماً منهما ، غير كاف
لحاجة التنفس . ثم ان رجال مكافحة الحريق حيث تكثر الغازات الحارقة وطوائف رجال الانقاذ
الذين يدخلون المناجم ، والطياريين الذين يحلقون الى مرتفعات شاهقة ، يحمون اسطوانات تحتوي

على غاز الاكسجين لاستعماله لدى الحاجة اليه . رأى بريستي هذا قبل قرن ونصف قرن . ولكنه رأى كذلك ان استعمال الأوكسجين بدلاً من الهواء ، من دون ضابط قد يقضي الى الخطر فقال ما معناه : كما تحترق الشمعة في الأوكسجين اسرع مما تحترق في الهواء كذلك اذا تنشقنا الاكسجين صرفاً بدلاً من الهواء فقد تنقضي حياتنا اسرع مما تنقضي لو تنشقناه مختلطاً بسائر غازات الهواء

ومضى المكتشف في امتحان تقاوة الغاز الذي اكتشفه . فخطر له في أثناء ذلك خاطر عمليٌّ إذ رأى في استعمال الاكسجين وسيلة لزيادة قوة النار تجعل الوقود يشتعل بالاكسجين بدلاً من ان يشتعل بالهواء . وجرب هذه التجربة بمشهد من صديقه مجلان سايبل الرائد المشهور إذ أخذ كيساً من الرق وملاه اكسجيناً ثم جعل يضغط على الكيس فيخرج الاكسجين من فتحة ويهب فوق قطعة مشتملة من الخشب . فيتحول طيبها الضئيل الى لهيب متأجج . في هذه التجربة جرثومة الاستنباط الحديث الذي يستعمل في لحام الفلزات . وفي هذا السبيل فقط يستعمل اليوم ، الف مايون قدم مكعبة من الاكسجين كل سنة

كان لورد شلبورن قد منح بريستي مائتاً سنوياً قدره ٢٥٠ جنيهًا وبيتاً صيفياً في كالن وآخر شتوياً في لندن على ان يبقى ملازماً له مديراً لمكتبه ورفيقاً ادبياً له . ودامت هذه الصلة ثماني سنوات اتم بريستي في خلالها اهم تجاربه . فلما سافر لورد شلبورن لزيارة بلدان اوربا صحبه بريستي وفي باريس عرفه مجلان بلافوازيه اشهر كيميائي فرنسي . وفي معمل لافوازيه بسط بريستي امام جماعة من الفلاسفة الطبيعيين اشهر النتائج التي وصل اليها . واذ كان يتناول طعام العشاء مع لافوازيه لم يخف شيئاً عنه وهو لا يدري حينئذ الى اي انقلاب في الكيمياء سوف تنقضي هذه الحلقة على يد مضيفه . فاصفى لافوازيه الى كل كلمة قالها ولما خرج الانكليزي اسرع الفرنسي الى معمله ، وأشعل ناره وأعاد تجارب القسيس العالم

كان الصينيون قد ذكروا شيئاً في الهواء يدعى « ين » يتحد بالكبريت وبعض الفلزات وكان ليوناردو ده فنشي ذلك العبقرى الايطالي المتعدد النواحي قد كتب في القرن الخامس عشر أن الهواء مركب من مادتين . ولكن بريستي استخرج بسحر كيميائه الاكسجين الذي لا يرى ، من الهواء ، وبذلك كان أول من حل مشكلة تركيب الهواء حلاً علمياً ، وأثبت وجود أكثر العناصر وجوداً في الأرض وما عليها . ان مشكلة تركيب الهواء ، حالت دون

تقدّم الكيمياء قرونًا، فخّأ هذا الرجل الذي يتمثل فيه النشاط العقلي في عصره . وكان
اكتشاف بريستي للأكسجين حدًا من الحدود الفاصلة في تاريخ الكيمياء

في أول اغسطس سنة ١٨٧٤ احتفل بمدينة برمنجهام بانقضاء مائة سنة على هذا الاكتشاف
العظيم فأزبح الستار عن تمثال بريستي . وعلى نحو ثلاثة آلاف ميل من برمنجهام اجتمعت طائفة
من الكيمياء وبين الأميركيين في مقبرة بلدة نورثمبرلند بولاية بنسلفانيا وأرسلت برقية من هناك
الى المحتفلين ببرمنجهام لانّ بريستي مات ودفن في اميركا ؟

هجر بلادهُ لانه عاد في آخر حياته لا يتبقى الميشة فيها . فالصحافة كانت تكيّل له
الظن ، وبرك الخطيب والكاتب السياسي تهجّم عليه في مجلس العموم لانه أيد قضية الجمهورية
الفرنسية ، ثم جعل أصدقاؤه في العلم يتجنّبونه . ففضل وهو في الستين من العمر الهجرة إلى
اميركا . فدخل نيويورك ففتح عظيم . واستقبله في مرفأها حاكم الولاية ومندوب جامعة
كولومبيا . وأرسلت اليه جمعية تاماني السياسية وقدّأ قال خطيبه في ترحيبه « ان أسلافنا
الأكارم هاجروا كما هاجرت فرارًا من اضطهاد النمصب والاستبداد . لقد فررت من ذراع
العنف الغاشمة ، من هب النمصب وسوف تجد ملجأ في أحضان الحرية والسلام والأميركيين . »
وقد أكرمه اميركا أمة وأفراداً فدعاه فرنكلين للإقامة في فيلادلفيا وطلبت اليه جامعة بنسلفانيا
أن يتولى منصب استاذ الكيمياء فيها . ولكنه فضل حياة السكينة في بلدة نورثمبرلند ولم
يغادرها إلا ليقرا بعض رسائله العلمية في الجمعية الاميركية الفلسفية بفيلادلفيا ويتناول الشاي مع
جورج وشنطون . وفي آخر سنة ١٧٩٧ تمّ بناء معمله الخاص بالتجارب الكيميائية وفيه
اكتشف غاز أكسيد الكربون الأول

وفي الساعة الثامنة من يوم الاثنين في ٦ فبراير سنة ١٩٠٤ كان القس الشيخ في سريره
وهو يعلم أن حنفة قد دنا . فطلب ثلاث رسائل كان قد اشتغل باعدادها ، فأعاد النظر فيها
وأمل على كاتبه ما يريد من التعديل فيها . ثم طلب اليه أن يميد ما طلبه منه ففعل ، فتجهّم
وجهه قليلاً وقال : لقد كتبت ما أمليته عليك بأسلوبك أنت . وأنا اريده بأسلوبي « ثم أعاد
تلميانه كلمة كلمة فلما قرئت عليه ثانية اكتفى وقال : « انتهيت الآن » وبعد نصف ساعة
أسلم الروح

لافوازيريه

تكون اشارة لخطر محقق ، وأعداء الرجل
يمدّون المعدات ويدبرون الخطط للقضاء
عليه ، مع ذلك كله ظلّ هذا الرجل ملازماً
معمله يراقب في سكون وصفاء ذهن ، نجربة
كان قد أعدّها لسيجان معاونه ، ويولي على
زوجته الغانية مذكراته العلمية

كان سيجان هذا جالساً في كرسي ،

يحيط به كيس من الحرير
المطلي ، لا يدخله الهواء
ولا يخرج منه . وكان في
الكيس قبالة فم الرجل
شقٌّ للتنفس ، وكان
يتصل بهذا الشق أنبوب
يفضي إلى الأنبيق من الزجاج
وكان اتصال الأنبوب

بالشق محكماً كل الاحكام بواسطة الزفت
والتربتينا . فكان كل ما يفرزه جسم سيجان
من عرق أو غيره ، يبقى في الكيس ، إلا ما
يخرج من رثيه عن طريق التنفس . فكان
الهواء الذي يفره ينتقل في الأنبوب إلى
الأنبيق الزجاجي ، لكي يحال تحايلاً دقيقاً
وكذلك نرى أن لافوازيريه كان يبحث

الجاهير في باريس هاتجة ماثجة ، والحفاظ
منطلق من الصدر كالقنابل ، والأرهاب
مخيم فوق حياة المدينة ، كالضباب الثقيل
ينعقد في الجو فيهرق النفوس ، فاناس
تهامس وتفضل المنعطفات وحلك الليل على
الشوارع ووضح النهار . لقد أخذ الملك والملكة
من القصر إلى المقصلة ، وأقام زعماء الثوار

في قصر التويلري
يصدرون الاوامر بالقبض
على هذا وتنفيذ الاعدام
في ذاك

في هذا الجو المرهق
كان أحد علماء باريس ،
مكباً على أناييه وأنايقه
في معمله الكيميائي . كان

A. LAURENT
LAVOISIER

١٧٩٤ - ١٧٤٣

هذا العالم رجلاً تحديجاً العيون ، لأن الملك
كان قد أدناه وأعلاه . كان هو قد أنفق
جانباً كبيراً من ثروته ونشاطه في خدمة فرنسا .
ولكن الصدور كانت موعرة في تلك الايام .
وكان أعداؤه كثيراً لأنه من طبقة الأشراف
ومع ان شوارع المدينة كانت تعجُّ بالثوار ،
والنفوس ككظيمة تخشى همسة الريح لثلاً

حينئذ في أفعال التنفس والافراز ، فكان يزن بأدق الموازين في فرنسا ، سيجان قبل دخوله الكيس وبمد خروجه منه ، والهواء الذي يفره والكيس قبل التجربة وبسدها وكان لافوازييه يثق بموازينه ثقة عمياء . ولكن لم يتح له أن يتم هذه التجارب . ذلك أنه وهو يراقب زميله ويملي على زوجته ، فتح الباب فجأة ، فتعكاً عنيفاً ودخل رجل يرتدي على رأسه قبعة الثوار وتبمه جنود المحكمة الثورية ، ومن ورائهم جمهور صاحب . كان الرجل على رأس الداخلين مارا Macat « صديق الشمب » كما لُدَّ له أن يدعو نفسه . فما وقعت عينه على لافوازييه حتى صاح بالعالم مشيراً به ، داعياً إياه صديق الملك عدو الشمب ، منادياً بالقوم ان الرجل جدير بأن يشق على عمود مصباح

وكان لافوازييه قد غاظ هذا الرجل من قبل ، اذ حاول هذا ان ينتخب عضواً في ا카데미ة العلوم ، فأثبت لافوازييه ، ان الرجل ليس كفوءاً من الناحية العلمية لهذا الشرف العظيم . وتقدم مارا فقرأ على لافوازييه الوثيقة المشتملة على قرار التواء القبض عليه . فأصغى إليها العالم في طمأنينة ، وتقدم الى زوجه يودعها الوداع الاخير ، والى صديقه سيجان ، فألقى إليه بذكراته العلمية ليحتفظ بها . ثم سار مع الثوار

وفي مايو سنة ١٧٩٤ دعي امام اللجنة المالية في محكمة الثورة فحُكِمَ وحكم عليه ، وحاول بعض اصدقائه التوسط لاختلاء سبيله ، فذكروا احدهم رئيس المحكمة ، بأن لافوازييه من اعظم رجال العلم ، وانه انفق خير سني حياته في خدمة بلاده ، فرد عليه الرجل بلسان من نار ، « ليست الجمهورية في حاجة الى العلماء »

وكان الحكم عليه بالاعدام ، وليس لذلك الحكم مرد . فنقل في عربة الى ميدان الثورة وحزت عنقه مع ستة وعشرين آخرين فكان هو الثالث وكان حموه الرابع . فقال العالم لاجراج الرياضي الشهير ، حينئذ : « لقد استغرق حز عنقه دقيقة من الزمان او بعض دقيقة ولكننا قد نحتاج الى قرن كامل قبل ان ننجب طاملاً آخر مثله » . وكذلك لقي لافوازييه - اعظم مجدد في علم الكيمياء - حتفه . وأنت لو بحثت عن مدفنه اليوم ، لما عثرت عليه لأن جثته ضاعت ، في تلك الفترة المحمومة

قبل ذلك بشهر واحد كان پرستلي الكيمياوي البريطاني ، وند لافوازييه وصديقه قد فرّ من وجه الاضطهاد في بريطانيا . ولكن پرستلي ، كان قد أنتم عمله أو كاد . أما لافوازييه

فأعدم وهو لا يزال أكل ما يكون عقلاً وأخصب ما يكون إنتاجاً علمياً . ونحن اذا تطالعنا إلى مدى قرن ونصف من تطور العالم ، حكايتنا بأن أعظم جريمة ارتكبت في خلال الثورة الفرنسية ، انما كانت اعدام لافوازييه ، لا اعدام الملك لويس السادس عشر

كان القرن الثامن عشر ميداناً لجهاد طائفة من الكيمياءويين يشتغلون بالبوتقة والانيق والميزان ، فيجمعون الخلفائى حتى كثرت كثرة تحتاج الى تنظيم وترتيب وادماج في صلب فلسفة كيميائية عامة. ولكن الضربة الكبرى التي صدرت تقدم الكيمياء نحو هذا الغرض هي ان نظرية « الفلوجستون » كانت الخلل ، الذي تمتحن به كل حقيقة كيميائية جديدة . فالفلوجستون ، كان في نظرهم « عنصر الاحتراق » وكل مادة كانت مركبة من هذا العنصر وعنصر آخر ، ماء كان أو تراباً أو حامضاً . فمدى الاحتراق في أية مادة من المواد ، مرهون بمقدار ما فيها من عنصر الفلوجستون . والاحتراق انما كان ، انطلاق الفلوجستون ، من المادة المحترقة . وقبض لهذه النظرية رجال وسَّعوا نطاقها ، فأصبحت المبدأ الأساسي في نظر علماء القرن السابع عشر ، لكل تفاعل كيميائي . ولما قيل لهم كيف يثقل الجسم المحترق مع ان شيئاً يخرج منه بحسب قولكم ، قالوا الفلوجستون يخفف وزن الجسم ، إذ يكون فيه ، فاذا خرج ثقل ذلك الجسم ! وهذا من أبلع الأمثلة على مدى ما يذهب اليه العقل البشري من العنت في سبيل تأييد فكرة سابقة

فلما ظهر لافوازييه كانت الكيمياء في حاجة إلى تجديد ، لشدة ما أصابها من الركود بتكهنات بنظرية الفلوجستون فدوى صوته في المعامل والأندية العلمية ، وكان لكلامه وقع كبير ، لبراعته كعالم ، ومقامه في محافل السياسة : فكان بذلك أكبر داعية للكيمياء الجديدة ، ولم يذهب صوته صرخة في وادٍ . قال فيه ليغ الكيمياء العظيم : « لم يكتشف لافوازييه جسماً جديداً ، ولا خاصة جديدة ، ولا ظاهرة كانت من قبل مجهولة . ان مجده الخالد قائم على انه نفخ في جسم العلم روحاً جديدة »

كان عقله صافياً منظماً ، لأنه نشئاً تنشئة علمية ، في الرياضة والطبيعة . وكان والداه يرغبان في أن يدرس القانون ، ليباغ في حكومة بلاده أعلى المناصب ، التي كادت تكون حينئذ

وقفنا على الأشراف ومن بهم . ولكنه انصرف الى العلم . ذلك ان رجلاً يدعى غيوم رويل Rouelle - وكان معيداً في حديقة النباتات - ترك في نفسه أثراً عظيماً . وكانت المادة قد جرت ، أن يحاضر استاذ الكيمياء في النظريات والمبادئ من دون أن يجرب تجربة ما . وكان استاذ الكيمياء في ذلك العهد رجلاً يدعى بوردينه ، فكان اذا ألقى محاضراته ختمها بقوله « يا سادة هذه هي المبادئ ، وانى أترك للمعيد أن يبرهن عاينها بتجاربه » . فاذا خرج بوردينه هذا ، دخل رويل ، فيستقبله الطلاب بالتصفيق . وكان كرام باريس يجيئون لسماعه . وعندئذ يشمر عن ساعديه ، وينصرف الى تجربة التجارب الباردة ولكن التجارب كانت تنقض مبادئ الاستاذ بدلاً من أن تؤيدها . كل هذا ولافوازيه جالس مع الجلّاس وكأنه مأخوذ ، برقية ساحر . ولم ينس في حياته قط ، كيف تمس رويل ذات يوم فنزع شعره العاري وعلقه على اناه قربه ، ثم خلع صدرته وخرج من الغرفة مسرعاً ، يبحث عن إحدى الأدوات التي نسيها ، ولكنه لم ينس أن يمضي في محاضراته في خلال خروجه من الغرفة واياها اليها . وفي إحدى الرحلات العلمية التي رحلها لافوازيه لقي لينبوس المواليدي الاسوجي العظيم ، فقرر قراراً حاسماً ، أن يجعل العلم طلبته في الحياة

وكذلك أكتب لافوازيه على البحث . فكان يقضي يوماً كاملاً كل اسبوع في معمله لا يخرج منه ، وعلاوة على ذلك كان يعمل في فرنه الكيميائي ، كل يوم من الساعة السادسة صباحاً الى التاسعة ثم من الساعة السابعة مساء الى العاشرة . وما كان يبيع لنفسه التوسعة في الأكل . فجعل قوام غذائه اللبن والخبز ، توفيراً للوقت . فكتب اليه أحد أصدقائه حينئذ في استملاء الحكيم المحذر قائلاً : « انني أتوسل اليك أن ترتب دروسك على أساس أن سنة واحدة تضاف إلى عمرك خير لك من مائة سنة في ذاكرة البشر »

ولكن لافوازيه كان يعمل مدفوعاً ، بحب الامتحان والكشف ، لا يفكر في الحاضر ولا في المستقبل . والتاريخ لا يهمل على الاطلاق ، طال الزمن ما طال ، رجلاً أخلص للحقيقة ومن يجهل لافوازيه من طلاب الكيمياء الآن !

ما أشرف لافوازيه على الخامسة والعشرين من عمره ، حتى كانت رسائله العلمية ، قد بلغت أكاديمية العلوم ، وكانت موضوعاتها متباينة ، من التنويم المغناطيسي ، إلى صنع كراس

لهرضى واستنباط أساليب لإزالة شوارع باريس . وما لبث أن نال ما هو جدير به من المقام إذ انتخب عضواً في ذلك المجمع الجليل . وفي خلال ذلك تعرّف برجل يدعى بولز Paulze من الأشراف فكان يثوب الى داره حيث يجتمع بأكابر الرجال مثل لا بلاس العالم الفيزيائي العظيم - صاحب النظرية السديمية - وفرنانكو العالم والسياسي الاميركي ، وكندورسه الرياضي والأديب ، وترجو الاقتصادي الفرنسي المعروف . وما لبث أن تعرّف إلى ابنة بولز فأحبها وأحبته . وشجع والدها تمكين الصلة بينهما ، لأن لافوازيه كان من أجدر الشبان الفرنسيين بالزواج من ابنته . فلما تزوجا أصابا في الزواج نعمة ، مكنت لافوازيه من متابعة مباحثه العلمية

كان أول بحث كيميائي قام به لافوازيه تحايل الجبس ثم حوّل براعته في التجربة العلمية إلى مهاجمة تلك الفكرة القديمة القائلة ، بأن المياه تتحوّل الى تراب وصخر . كان طاليس الفيلسوف اليوناني قد قال هذا القول ، وارجع جميع الكائنات إلى مصدر واحد هو الماء فجاره الناس الى أواخر القرن الثامن عشر ، وقالوا أن التراب والحجارة تتولّد من الماء بالتبخّر . وكانوا قد أقاموا الحجّة على ذلك ، بأخذ الماء في أوعية ، وغليه حتى يتبخّر ، فاذا هو يترك في قعر الوعاء مادة ترابية قائمة ، فقالوا لا شك أنها تولّدت من الماء ! وأدهى من ذلك تجربة رجل يدعى فون هامونت . أخذ صعدة من الصنفان وزن خمسة أرطال . وغرسها في اناء يحتوي على مائتي رطل من التراب . وكان قد جفف التراب ووزنه قبل غرس الصعدة فيه . وترك الصعدة في الاناء خمس عشرة سنة ، لا يغذيها إلاّ بالماء . فأصبحت الصعدة شجرة ، وزاد وزنها من خمسة أرطال الى ١٦٩ رطلاً . ولكن وزن التراب في الاناء لم يتقص إلاّ أوقيتين . فقال : أليس هذا برهان على أن الماء قد تحوّل الى مادة جامدة في الشجرة وزن ١٦٤ رطلاً ! لكن لافوازيه أدرك وجه الخطأ في هذا الكلام . فقال ، ما زالت فائدة الكيمياء ودقتها تتوقّنان على الوزن الدقيق لجميع المواد الكيميائية المستعملة في التجارب ، فاننا لا نغفل مهما بالغنا في التدقيق حين وزن هذه المواد

فاستعار من دار النقود الفرنسية ، أدق موازينها وأخذ وعاءً زجاجياً دقيقاً في تنظيمه كل التدقيق ثم صبّ فيه قدرًا معينًا من الماء قطره في وعاء آخر كان قد نظف كذلك ووزن . وكذلك وجد كما كان يتوقع مادة ترابية قائمة في قعر الوعاء الزجاجي الأول . ثم وزن الوعاء

الأول بما فيه التراب ، وطرح منه وزن الوعاء نفسه فعرف وزن التراب . ثم وزن الوعاء الثاني بما فيه الماء وطرح منه وزن الوعاء نفسه فعرف وزن الماء . ثم قابل وزن الماء المقطر ووزن المادة الترابية بوزن الماء قبل تقطيره ، فوجد الوزنين متعادلين . وإذا فالمادة الترابية جاءت من الماء - لا ريب في ذلك

ولكن . . . هل كانت هذه المادة الترابية محمولة في الماء ، أو هي ماء تمحوّل الى مادة ترابية؟ أخذ انبيقاً زجاجياً معقرف العنق . ووضع فيه قدرًا مميّنًا من ماء المطر المقطر وسدّ فتحته . ووضع الانبيق على النار ، وترك الماء المقطر يغلي فيه مائة يوم متواصلة وبعد مائة يوم رأى في الماء بضع دقائق جوامد لم تكن هناك قبلاً . ثم وزن الانبيق وما فيه . فلم يجد انه نقص وزناً . ثم وزن الماء المقطر من دون الجوامد التي رأها فيه . فوجد ان وزنه لم يتغير . ثم وزن الانبيق وحده من دون الماء أو الجوامد المذكورة ، فوجد أن وزنه نقص نقصاً يسيراً . ثم وزن هذه الجوامد ، فوجد وزنها ، يعادل النقص في وزن الانبيق

ليس لهذه الحقائق إلا تعليل واحد . الدقائق ترجع الى زجاج الانبيق . أما الماء فان يتحوّل الى تراب . وكذلك قضى لافوازييه بميزانه على فكرة خاطئة طال عليها القدم ولكن فكرة الفلوجستون ظلت تعلق باله . فلما وشرحها ووجدتها لا تستقيم ، ولكنه في تسرعهِ اقترح فكرة اخرى تحملُ محاماً ، اذ اخذ بفكرة « الحرّة Caloric مجازياً قول من قال ان الحرّة سيّال خفي . بيد ان القول « بالحرّة » لم يقنعه وانما هو قال بها لينتقد الكيمياء من سخف الفلوجستون فوقع في سخفٍ آخر . وذاّت ظاهرة « الاحتراق » تسرعى عناية ، وهو لا يرى في الحرّة تعاملاً لها . فصمم ان يصرف جهده الى البحث في الاحتراق وتعليله . فقال : « يجب أن لا نثق إلا بالحقائق . فالطبيعة ، تقدمها لنا وهي لا تخدع . علينا أن نخضع تفكيرنا في كل حال لامتحان التجربة . ففي حال الاشياء التي لا تُرى ولا نحسُّ يجب أن نحذر من قفزات الخيال الى ما وراء حدود الحقيقة » ولما كان غنياً ، لا يرهقه الانفاق لم يرضن بال أو يجهد في سبيل توفير أسباب البحث

وبعد سنوات من البحث وصل الى نتيجة . فقام الى مكتبه وكتب مذكرة بعث بها الى اكااديمية العلوم ، وطلب أن تظل مطوية الى أن يتم التجارب التي بين يديه ، في هذه المذكرة قال :

اكتشفت من اسبوع إن الكبريت يزداد وزناً عند احماؤه . وكذلك الفسفور . فهذه الزيادة في الوزن صادرة من مقدار كبير من الهواء . واني لمقتنع ان الزيادة في وزن الاكسيد (كان لهذه المركبات اسم خاص حينئذ لان الاكسجين لم يكن قد كشف) يرجع الى السبب نفسه . ولما كان هذا الاكتشاف من اهم ما كشف بهد بخر Becher رأيت من الواجب عليّ ان أضع هذه الرسالة بين يدي سكرتير الاكاديمية علي أن تبقى سرّاً حتى انشر نتائج تجاربي »

وكذلك استطاع لافوازييه ، أن يثبت لنفسه حق التقدم في هذا الاكتشاف الخطير

كان ذلك في أول نوفمبر سنة ١٧٧٢ ، ولم يكن بريستلي ، حينئذ ، قد وجّه أشعة الشمس الى الزئبق الاحمر (اكسيد الزئبق) وكان الاكسجين ما يزال من مكنونات المستقبل . ومضى لافوازييه ثلاث سنوات يبحث عن سرّ النار او عن حقيقة الاحتراق

وفي اكتوبر سنة ١٧٧٤ ، جاء بريستلي الى باريس ، وزار لافوازييه في معمله وبسط له نتائج مباحثه ، وكان ما كيه Maequer يقوم ما اعوجّ من رطانة بريستلي الفرنسية . فلما أطلع لافوازييه على تجارب بريستلي ، واكتشافه « للهواء الخالي من الفلوجستون » قام في الحال الى معمله ، وبدأ يجرّبه الشهيرة التي دامت اثني عشر يوماً . قال في وصفها : —

« اخذت حوجلة زجاج سعتها ثلاث أقدام مكعبة ، وعقفت عنقها ، حتى اتمكن حين وضعها على النار ، من ان اجعل عنقها في حوض من الزئبق ، ووضعت في الحوجلة أربع أوقيات من الزئبق النقي . ثم اشعلت النار وحفظتها مشتعلة مدة اثني عشر يوماً . فلم يحدث شيء يستدعي النظر في اليوم الأول . وفي اليوم الثاني ، ظهرت حبيبات حمر على سطح الزئبق في الحوجلة . وزاد عدد الحبيبات وحجمها في الاربعة الأيام التالية ، ووقفت هذه الزيادة بعد ذلك . وفي اليوم الثاني عشر اطفأت النار »

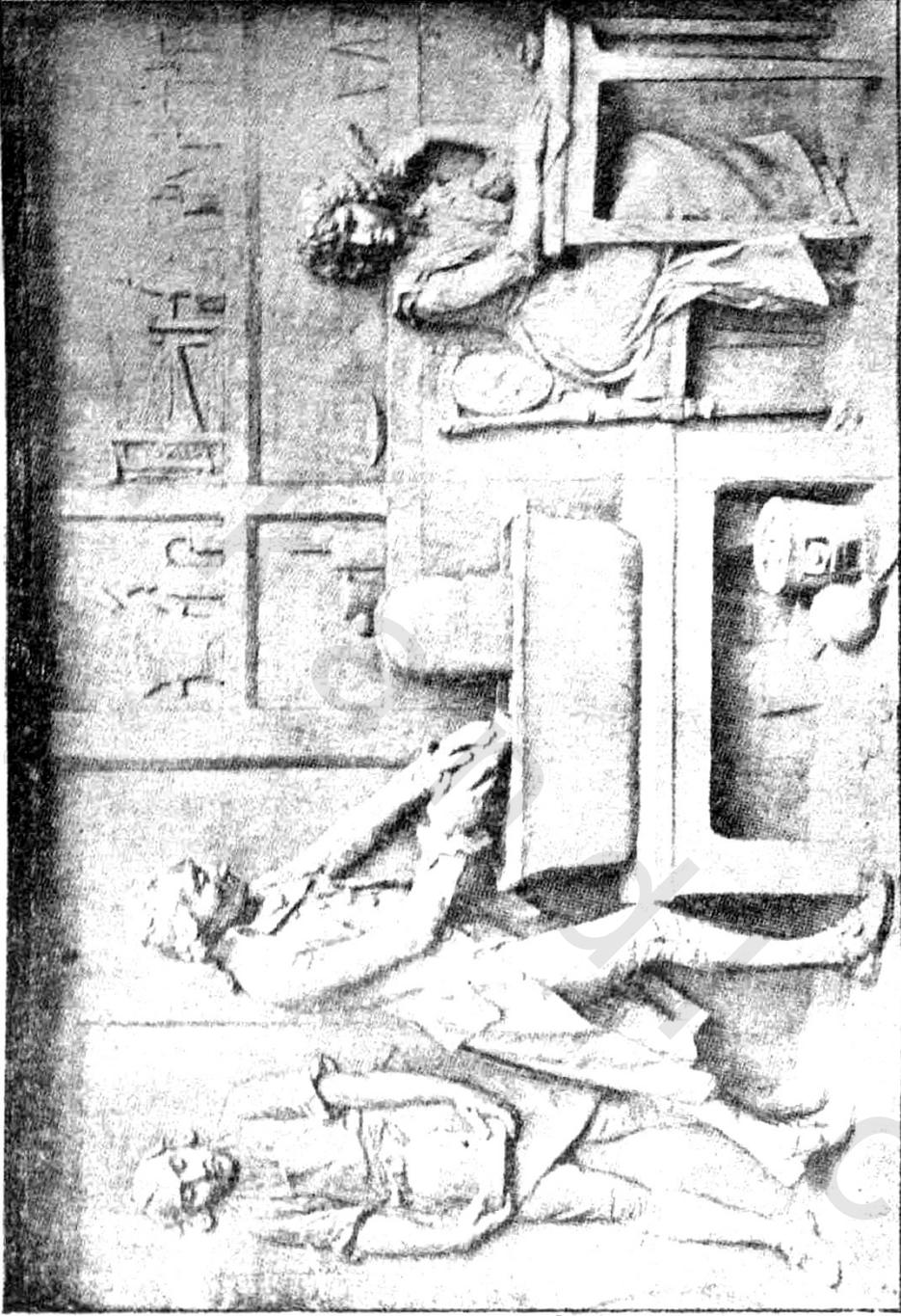
ثم فحّص الهواء الذي خرج من الحوجلة فاذا حجمه خمسة أسداس ما كان عليه قبل الاحماء ولا يصلح للتنفس ولا للاحتراق . فاذا وضعت فيه الحيوانات بضع ثوان اختنقت واذا وضع فيه عود مشتعلة انطفأ . ونحن نعلم الآن ان الخمسة الأسداس الباقية من الهواء كانت نتروجيناً . ثم أخذ جميع الحبيبات التي تكوّنت وأحماها في أتون ، فتحولت الى حبيبات من الزئبق الصافي وثماني بوصات مكعبة من الغاز . وجرب هذا الغاز ، فاذا هو من أفضل ما يكون

صلاحية للتنفس وللإحتراق . ذلك الغاز كان الأكسجين فدعاه كذلك - ومعناه مولد الحموضة - لأنه ظن خطأ أنه يدخل في تركيب جميع الأحماض وكذلك تقدم لافوازييه بتفسير جديد للإحتراق من دون « الفلوجستون » او « الحرّة » . نعم كان ليوناردو ده فنشي قد ذهب في القرن الخامس عشر الى ان « النار تدمر الهواء الذي يغذيها » وكان پراسلس قد كتب في القرن السادس عشر « ان الانسان يموت اذا حجب عنه الهواء » ثم قال روبرت بويل الانكليزي انه يظن في الهواء مادة « غريبة تجعل الهواء ضرورياً للاشتعال »

ولكن أي شأن للهواء في الإحتراق والتنفس ؟ كان رجل يدعي راي Ruy قد قال ان الزيادة في وزن جسم يهترق تأتي من الهواء وفسر ذلك بحسب مبدأ الفلوجستون فقال ان الحرارة تجعل الهواء لصوقاً فيختلط بالمواد كما يمتزج الماء بالمواد المحلولة فيه ثم جاء لافوازييه ، فبسط التجربة للاكاديمية في باريس ، ولكنه لم يذكر بريستلي في ذلك البسط ، وهو مما يؤخذ عليه ، مع انه اعترف بدينه لبريستلي في مواطن أخرى قال لافوازييه ، ان الإحتراق هو اتحاد الشيء المهترق بالأكسجين - والأكسجين هو الاسم الذي أطلقه لافوازييه على الغاز الذي اكتشفه بريستلي كما قدمنا . وان وزن الجسم المهترق وما ينتج عن الإحتراق ، يزداد بمقدار ما يتحد به من الأكسجين . تعاليل بسيط . لافلوجستون ولاحرّة ولا شيئاً مما يزعمون . وهاهي ذي شهادة ادق الموازين في اوربا تؤيد ما يقول !

من الناقل ان نقول ان لافوازييه لقي خصومة شديدة من علماء عصره حتى ان بعض زملائه اشترك في التآمر على حياته ، فراح ضحية النطع ، ولكن رأيه الجديد احرز النصر وتأييد بالابحاث التي تلت . فاسمه خالد على مرّ المصور ، تحيط به هالة من المجد ، تستمد لمعانها من انه نفخ في « الكيمياء روحاً جديداً » على حد قول العلامة ليبنغ





لا فوازیرہ فی محمد



رایفی

دايفي

ويده عصا كأنها عصا الساحر فزواج بها
بين السكر بانيسة والكيمياء فأنجب الزواج
طائفة من أروع المكتشفات العلمية وأعظمها
فائدة نظرية وعملية

عُدَّ بخيالِك إلى المعهد الملكي بلندن في
مطلع القرن الماضي وقف امام بابهِ قليلاً ،
ترأس الباب وهم مرتدون ثياب ذلك

العهد المزر كشة ، والعربات
تقف امام المدخل العام ،
فينزل منها اصحابها وجلهم
من أعيان البلاد ،
ويدخلون الدار ، محتلطين
بساتر الداخلين ، والعلم
يسوي بين الغني والفقير ،
والأمير والعامي . ثم سر

أنت في طريقك إلى داخل ردهة المحاضرة ،
فتقاد إلى مقعدٍ وثير ، أمام منصبة طويلة ،
تملوها طائفة من الأنايب والانايبق وغيرها
من أدوات التجارب الكيميائية
تلقت حولك تلف الناس سكوتاً كأن
على رؤوسهم الطير ، وفي وجوههم وعيونهم ،
دلائل الشوق والتوق الى الاطلاع ، على

في مستهل القرن التاسع عشر كان
جانب كبير من اسرار الطبيعة ، لا يزال
محبباً مستسراً عن افهام العلماء ، وكانت
نوى الطبيعة ، كأنها افراس الآلهة في اساطير
لاقدمين ، ساجحة وليس ثمة من ياجمها
يقودها ذليلة صاغرة . كان ثلث العناصر
لكيميائية معروفًا والثلاثان مجهولين . وكان

عظم النواميس التي يفسر
ها التفاعل الكيميائي ،
بحجور باوراء اقوال غامضة ،
من الى الخرافات والاهام
قرب منها الى العلم . بل
ن الكهربية نفسها
ثانت لا تزال طفلاً
تمطاً في المهد

HUMPHRY
DAVY

١٧٧٨ - ١٨٢٩

٥٥

ولكن المكتشفات الفلكية الجديدة ،
تي أيدت المذهب الكوبرنيكي كانت قد
نارت في صدور الناس ، العناية بالعلم والشوق
لي كشف المجهول . ثم جاء كشف الكهربية
مفطنية ، فطار بخيال الناس واستحوذ على
شاعرهم بما ترقبوه من العجائب الكامنة فيه .
ما ظهر همفري دايفي على مسرح العلم ،

ما يتوقعون معرفته من حقائق العلم الطريفة . وإذا أنت كذلك يدخل شاب ، وسم الطالبة ، وشيق الملابس ، فيقف امام المنصة ، ويسم للحضور بسمة ساحرة ، تحسُّ مهمسا أن الرجل واثق من نفسه على صغر سنه .

ثم يشرع الرجل في المحاضرة ، بصوت اغنّ ، وعبارات فصيححة ، مخلصاً النتائج التي استغرت عنها مباحثة العلمية الأخيرة . ولكنه لا يكتفي بالوصف ، كائنة براعته فيه ما كانت ، بل يعتمد الى التجربة فتؤيد المشاهدة أقوال المحاضر ، وتقاطع التجارب عند ظهور كل نتيجة من نتائجها بالتصديق ، ويمضي الرجل ساعتين والحضور مشدوهون بغرابة ما يسمعون ويرون ، ثم تنتهي المحاضرة ، بين التصفيق العام وهتاف بعض المتحمسين

عند ذلك اغض عينيك وقل انك سمعت محاضرة للسرهفري دايتي استاذ الكيمياء في المعهد الملكي بلندن في مطلع القرن التاسع عشر

* * *

ولد دايتي في السابع عشر من ديسمبر سنة ١٧٧٨ وجدّه بنّاء وأبوه حفّار وكان قوي البنية ذكي الفؤاد من طفولته فشى وهو ابن تسعة اشهر وتكلم وهو ابن سنتين وجمل يتردد على المدرسة وهو ابن خمس سنوات ولكنه لم يجبر على الدرس الكثير حينئذ كما يجبر أولادنا الآن فتضعف أجسامهم قبلما تقوي عقولهم . وقد أشار الى ذلك في كتاب كتبه الى امه وهو ابن اربع وعشرين سنة قال فيه : « كان من حسن طامعي اني لم أجبر وأنا صغير على اتباع خطة معاومة للدرس ولا حثت على اجتهاد . والى ذلك انسب ما تولد في من الذوق العلمي فأنا ابن جدي واجتهادي ولا أقول ذلك بهجّب بل ببساطة قلب »

وكان ذكي العقل كما تقدّم فكان يحفظ دروسه حالاً ثم يقضي بقية يومه في اللعب والنسلي بعمل الآلات والتجارب العلمية . ومن اول تجاربه صهر القصدير من الحجارة . فعل ذلك لا كتجربة علمية بل كتسلية للبنات اترابه . ومال الى النظم وهو صغير وكان يترجم الأشعار من اليونانية واللاتينية الى الانكليزية وينظمها فيها . ومال الى التصوير والخطابة وكان يدخل غرفته ويقف على كرسي ويخطب على جدرانها ليعتمر في الخطابة . وكان بصطاد الطيور النادرة ويصبرها ويجمع المعادن ويرتبها . وجملة القول انه اشتغل في كثير من فروع العلم وهو صغير السن ولكنه لم يعكف على واحد منها بل مال الى البطالة والتزهة كما مال الى انفع المطالب العلمية

ولما بلغ السادسة عشرة من عمره توفي أبوه وترك عائلته في فقر شديد فاضطر الى السعي
سكده ودخل صيدلية رجل جراح وتعلم منه فن الصيدلية والجراحة . وقامت في نفسه
به شديدة في احراز العلوم فعكف على الدرس وواظب على ذلك لا مواظبة العبد على خدمة
لاه بل مواظبة الرجل الحر الذي يعلم قدر الفوائد ويطلبها لذاتها . ولم يدع عالماً من الملوم
الوج بابيه ودرس فصوله درس المدقق المستفيد . وكان دفتره في يده دائماً يعاق فيه كل
يعثر عليه من الفوائد أو يعن له من الآراء . ولم تزل هذه التعليقات الى يومنا دليلاً
اجتهاده ومواظبته وبعضها في موضوعات فلسفية عويصة كخلود النفس والدفاع من مذهب
ديين . وكان جريء الفؤاد عقره كلب مرة فقطع اللحم بيده ثم كوى مكانه لئلا يكون
ككاتب كتاباً

وكان في صوته بحة وخشونة فداواه بالخطابة على امواج البحر مثل ديموستينيس الخطيب
وناني . وأحب فتاة فرنسية في ذلك الحين فهم بجها ونظم فيها كثيراً من الاشعار ثم نظم
سائد أخرى فكانت من مخنار الشعر الانكليزي حتى قال أحد كبار الشعراء والراجح انه
ولردج او سودي ، انه لو لم يصر من اكبر علماء الكيمياء في عصره لصار من أشهر شعرائه .
مكن لو صار شاعراً لخسر الناس مكشفات العلمة وما بني عليها من المنافع الجمة ولم يكسبوا من
جر بيانه اكثر مما كسبوا من بلاغة خطبه وفصيح نثره . وقد عاقى الدكتور باريس على ذلك
وله : « اي عيسو حديث (اشارة الى بيع عيسو بكريته بطبق من العدس) يستبدل خطبة
يقي البيكرية Bakerian بقصيدة ولو كانت من طبخة الفردوس المقفود ؟ »

* * *

والظاهر أن المباحث العلمية الفلسفية كانت املاك المباحث لذهنه منذ حداثة فانه كان
اكر اترابه في مكشفات الفيلسوف اسحق نيوتن وهو يغتسل معهم في البحر . ثم لما خدم
سيدلاني ففتح امامه باب واسع لدرس الكيمياء والطبيعات فقرأ كتاب لافوازييه الكيمياوي
رني في أصول الكيمياء وامتحن ما فيه من التجارب الكيمائية وأدواته من ابسط ما يكون
استنبط تجارب أخرى ولم يكتف بتقليد غيره

واتفق في ذلك الحين ان رآه رجل اسمه غلبرت وكان في ساعة لعب وهزل فسأل من
تى فقيل له هو دايفي ابن الحفار ولد يجب الكيمياء وتجاربها . فأخذ الرجل يكلمه فوجده على

جانب عظيم من العلم فدعاه الى بيته وأدخله الى مكتبته وأباح له ان يقرأ كل ما اراد من كتبها وعرفه بهالم آخر عنده معمل كيميائي وآلات فلسفية فكاد يطير فرحاً لما رآها ويبحث حينئذ عن علة الحرارة بحثاً علمياً معزراً بالتجارب وبلغت مباحثه رجلاً كان قد انشأ داراً لمعالجة المرضى بالغازات فدعاه اليه وعرض عليه ان يكون مساعداً في المعمل الكيميائي المتصل بتلك الدار . فقبل هذه الدعوة وجعل البحث والامتحان دأبه ولم يعتمد على الحدس والتخمين فاكتشف غوامض كثيرة وكشفت له الطبيعة أسرارها وواجبه بكونياتها ولكنه عرض نفسه لمخاطر كثيرة مثل كل المشتغلين بالكيمياء فسم مرة بأ كسيد النروجين وكاد يموت بالايديروجين المسكر بن مرة اخرى

وكان يكتب حينئذ مقالات مختلفة في حقيقة الحرارة والنور والاكسجين والاشتعال طبعت سنة ١٧٩٩ وهي كثيرة الآراء والظنون قليلة الحقائق ثم تبرأ مما فيها لما رسخ علمه قال انها « من احلام قريحة مهملة » ثم زاد درساً وتدقيقاً وجارى العلماء في مباحثهم . وبلغه اكتشاف فولطا الايطالي للرفيف الكهربي فوجده خيراً واسطة للمباحث الكهربية وعلم من ذلك الحين ان الفحم يهيج الكهربية ويحل الماء كالمعادن اذا وضع في هذا الرفيف

* * *

واشتهرت مباحثه الكيميائية فدعاه الكونت رمفرد الذي انشأ معهد لندن الملكي الى ادارة المعمل الكيميائي الذي فيها ومساعدة استاذ الكيمياء . وكان حينئذ في الثانية والعشرين من عمره ومنظره يدل على انه فتى صغير السن فلما رآه الكونت رمفرد أسقط في يده وظن انه دون ما سمع عنه كثيراً فقرر الكونت رمفرد ان لا يسمح له بالمحاضرة امام الجمهور الا اذا سمعه اولاً يحاضر على حدة . فسر دابني بهسدا ، وقد كان مطبوعاً على حب المحاضرة من صباه وكثيراً ما حاضر جدران حجرته وأشجار الحديقة وأمواج البحر ورفاق الدراسة ، فلما سمعه رمفرد يخطب قال « دعوه يطالب ما شاء ويقترح ما يريد » . وكان ذلك في الربيع فلم يدخل الصيف حتى جعل محاضراً في علم الكيمياء

وكان لخطبته الاولى وقع عظيم عند السامعين فطبق اسمه مدينة لندن حالاً وأقبل وجوها الى استماع خطبه من العلماء والادباء ومشاهير الكتّاب بل من النساء الشريفات وأهل السيادة فاقتاب عقولهم بسحر بيانه وغازة علمه وقوة حجته وغرابة التجارب الكيميائية التي كان يمتحنها

هم فأنهالت عليه المدائح والهدايا وفتحت له البيوت الكبيرة وصار كبراء المدينة يدعونه منازلهم ويفتخرون بمشارفته . وكاد ذلك يتلفه لو لم تكن محبة العلم راسخة في ذهنه فبقي أعلى الدرس والبحث وانشاء الخطب البليغة الجزيلة الفوائد حتى صارت دار المعهد الملكي بحدار مشهد التمثيل يتقاطر عابها الناس للسلامة والفائدة

وقد كتب في ذلك الى صديق له فقال : « لا تخش يا صديقي ولا تقلق من تأثير المجتمع لي في عقلي . لان عهد الخطر قد انقضى . ان في الرجال الذين يميلون الى الاشتغال بالشؤون لية عناصر وطباع لا تتغير . فأنا من عشاق الطبيعة ولي خيال لا يستقر ولا يشبع . ولن نأ عن البحث عن ضروب الجمال الخفي والسحر الكامن . . . »

وكان من بواكير عمله في المعهد الملكي ، عندما عين محاضراً فيه ، عناية بنواحي الكيمياء لية فألقى سلسلة محاضرات في كيمياء الدباغة وكان معظم الحقائق الطريفة التي انطوت ها من نتائج تجاربه الخاصة . وأعد سلسلة اخرى من المحاضرات في الكيمياء اعية ، اعاد القاءها سنوات متوالية لشدة الاقبال عليها . ثم طبعها في كتاب بعنوان باديه الكيمياء الزراعية ، وقد ظل هذا الكتاب معتمداً في دراسة الزراعة مدة خمسين : بعد تأليفه وطبعه حتى جاء ابيغ الكيمياوي الالماني والسرجون لوز الانكليزي

كان كونت رمفرد (بنيامين طمس) جندياً وسياسياً وعالماً وُلد في ولاية ماستشوستس : ١٧٦٣ واشترك في حرب الاستقلال الاميركية في جانب الانكليز . ثم رحل الى اوربا لمن بافاريا حيث منح لقباً شريفاً جزاءً له على خدماته وفي سنة ١٧٩٨ بعث به وزيراً مفوضاً قبل البلاط البافاري الى بلاط سانت جيمس في لندن . ولما كان بريطانياً تعذر استقباله منه وزيراً مفوضاً لبلاط اجنبي ، فقرر ان يمكث في لندن أياماً ، فاشترك في خلالها في يس المعهد الملكي وهو غير الجمعية الملكية التي انشئت سنة ١٦٤٥ وكان الغرض من هذا بد انشاء مدرسة للتربية الصناعية الفنية ومختبراً للبحث ورددها للمحاضرة . وقد جهز المختبر دة بأحدث الأدوات اللازمة للبحث العامي . وفي ١٣ يناير سنة ١٨٥٠ صدر مرسوم كي بتاسيس المعهد ، وعين الدكتور غارنت اول استاذ للطبيعة والكيمياء فيه . ولكن كونت رمفرد - وقد كان روح المعهد ونفخة الحياة فيه - تعذر عليه الاتفاق مع الدكتور

غارنت ، فلما اختلفا في موضوع برنامج المحاضرات ، استقال الدكتور غارنت وعين العالم الطبيعي المشهور توماس يونغ Young خلفاً له

ثم نزار رمفرد ومدير المعهد في انشاء منصب مدير للمعمل الكيمياء ومحرر لوقائع المعهد وكان همفري دايشي قد جرب تجارب وهو في كلفتن تدور حول نظرية رمفرد في الحرارة ونشر نتائج تجاربه مؤيداً لنظرية رمفرد وهو لا يعرفه . فاعتبط رمفرد بذلك فلما همس أحدهم في اذنه ، ان دايشي يصلح المنصب الجديد ، وقع الاقتراح منه موقع القبول ، فكانت الحادثة التي تقدم ذكرها

ولكن العلامة ينغ لم يلبث اكثر من سنتين مديراً للمعهد الملكي . فانه على طول باعه في العلم لم يكن محاضراً بارعاً . ثم انه كان طبيياً وله عيادة خاصة ، وكان الرأي العام في ذلك العهد لا يرضى عن طبيب يعمل آخر غير ممارسة صناعته الشريفة . فلما استقال ينغ عين دايشي مديراً للمعهد الملكي

كان دايشي قبل مجيئه الى لندن قد انتظم في معهد بمدينة برستول يدعى «معهد الغازات» وكان الدكتور بدوز Beddous قد انشأ للبحث في الغازات المعروفة وخواصها الفسيولوجية واثرها في شفاء الامراض . فلما كاد دايشي يتسلم مهام عمله في هذا المعهد حتى اكتشف الخواص المخدرة لغاز اكسيد النتروجين (الاكسيد النتروس) المعروف بالغاز الضحك وهو من المخدرات الخفيفة التي يكثر استعمالها الآن في عيادات طب الاسنان . فقد كان في ذلك العهد طبيب مشهور يدعى الدكتور متشل ومن اقواله حينئذ ان هذا الغاز سام فأراد دايشي ان يجرب به بنفسه . فتشقه اولاً في مقادير يسيرة فافتنع بأن قول متشل مبالغ فيه . ثم زاد المقادير التي تنشقها ، فوجد انه لا يلبث بضع دقائق حتى يفقد الوعي والشعور . فلما زال فعله استيقظ وكتب وصفاً وهيئاً بديماً للاحلامه في خلال ذلك . فلما نشر نتائج هذه التجربة اتجهت اليه الانظار وذاع اسمه في دوائر العلم . ودفعه نجاحه في تجربة الاكسيد النتروس الى اعادة التجربة بغازات اخرى ، فلم يوفق ببعضها ، ومرض مرضاً خطيراً بعد تنشقه أكسيد النتريك والايديروجين المكربن وغيرهما من الغازات التي كان فعلها السام مجهولاً ، حتى كاد يقضي عليه . ولا يستغرب ان يكون تأثير هذه التجارب في صحته سبباً من أسباب موته الباكر



وكان اول بحث خطير اتجهت اليه عناية في لندن حل الماء الكهربي من ناحيته الكيميائية
تقدم كان العلماء قد رأوا الكهربية تحمل الماء فيتولد من حله اكسجين و ايدروجين ويتولد
يضاً عند القطب الموجب شيء من الحامض وعند القطب السالب شيء من القلوي . واختلفت
آراؤهم في علة تولدهما فأخذ دايشي يبحث عنهما على هذه الصورة : استعمال ماء مقطراً وقطبين
من الذهب وأوصل بين انبوتي الماء بقطعة من المثانة فظهر غاز الاكسجين عند القطب الموجب
ومعه نيترومريات الذهب . وغاز الايدروجين عند القطب السالب ومعه صودا . فارتأى ان
الحامض المرياتيك من المثانة والصودا من الزجاج ، فابدل المثانة بخيط من الاسبستوس وانبوي
زجاج بأنبوبين من العقيق . ولكن الحامض والقلوي لم يزولا تماماً فأبدل انبوي العقيق
أنبوبين من الذهب ، فبطل تولد القلوي ولكن بقي الحامض ، فقطر الماء في اناء من الفضة فوجد
فيه ملحاً فاعاد تقطيره مرة اخرى فبقي قليل من القلوي عند حله ، ولكنه كان طياراً فحطرنه ان
الحامض النيتروس والامونيا يتولدان من اتحاد الاكسجين والايدروجين حال تولدهما بالهواء
لذائب في الماء . فاجري التجربة تحت ناقوس مفرغ من الهواء فبقي قليل من الحامض لأن
تفريغ الهواء لم يكن تماماً . فابدل الهواء بناز الايدروجين فلم يعد يتولد معه لا حامض ولا قلوي
فأثبت ان الكهربية تحمل الماء الى اكسجين وايدروجين فقط وان ما يتولد حينئذ من الحامض
والقلوي هو من شوائب الماء او من الهواء الذي يجري الامتحان فيه .

ولكن العمل الكيميائي العظيم الذي خلد اسم دايشي في تاريخ العلم الحديث هو اكتشافه
للمعادن القلوية البوتاسيوم والصوديوم وغيرها . فقد كان دايشي يعتمد ، اسوة بلافوازييه ان
الصودا والبوتاسا ليسا عنصرين ، بل مركبين من الاكسجين ومعادن اخرى . هذه مشكلة
فيها ضرب من التحدي ، لعقل يتوق الى كشف أسرار الطبيعة . فأخذ دايشي بطرية فلطائية
قوية ، ووضع على قرص من البلاطين قطعة من البوتاسا النقية ووصل بين هذه القطعة والقطب
الموجب بسلك من البلاطين . اما قرص البلاطين فوصله بالقطب السالب . فظهرت في الحال
يوادر تفاعل كيميائي عنيف . ولم يلبث حتى رأى البوتاسا وقد صهرت ، ثم ظهرت كريات من
معادن لامع يشبه الزئبق . فغاب عليه الفرح ، بهذا النجاح ، ويقول ابن عمه ومساعدته في العمل
حينئذ ، انه جعل يرقص طرباً

كانت تلك الكريات الالامعة كريات معدن البوتاسيوم . وبالطريقة نفسها وعلى هذا النمط اكتشفت عناصر السترنشيوم والباريوم والكاسيوم والمغنيسيوم واكتشفت نور القوس السكراني وصهر في حرارته البلاطين وبعض الجواهر القاسية
وكان يظن حينئذ ان الكلور مركب من الاكسجين وعنصر آخر مجهول فاثبت دايفي انه عنصر وكان اول من فهم وفسر خواصه في قصر المنسوجات . ثم تناول عنصر اليود وكان قد اكتشف حديثاً فقرر خواصه كما نعرفها اليوم . واستعان بمساعده فراداي في تبيع الفلزات او تسيلها . وجرب التجارب في الغاز الايدروفلوريك وهو غاز سام ، و مركب كلوريد النتروجين وهو مادة متفجرة

وثقلت وطأة الاشغال عليه فاصيب بحمى دماغية كادت تؤدي به لكنه شفي منها . واثف كتابه في اصول الكيمياء وطبع كتابه في اصول الكيمياء الزراعية . وتزوج في ذلك الحين وزار عواصم اوربا وتعرف بعلمائها وكان اسمه قد اشتهر عندهم فبالغوا في اكرامه . وكانت الحرب فاشية بين انكلترا وفرنسا ولكن ذلك لم يمنع حكومة فرنسا من ان تسمح له بزيارتها والاحتفاء به بل من اهداء جائزة سنوية اليه كان نبوليون قد عرض ان يمنحها بواسطة المعهد الفرنسي لصاحب افضل تجربة تجرب كل سنة في الكهربية الفلطاوية . وكان بين صحبه من اشار عليه برفض الجائزة النبولوجية لان فرنسا وبريطانيا كاتنا في حرب حينئذ فرفض ان يصني اليه قائلاً : « اذا كانت البلادان او الحكومتان في حرب ، فنحن رجال العلم لسنا كذلك » ولم يقض اوقاته بالترهة بل اشتغل بالمسائل الكيمائية والتركيب وهو يزور عواصم اوربا فامتحن خواص اليود في معمل شقول الكيمياوي بباريس وحلل ادهان الصور في خرائب مبابي وامتحن فعل اشعة الشمس المجتمعة في محترق عدسة كبيرة بحجارة الالماس
ثم ساه في اسكتلندا وحدث حينئذ انفجار عظيم في أحد المناجم فاستنبط القنديل المنسوب اليه حتى اذا سار به عمال المناجم امنوا اشتعال الغازات وانفجارها وأشار عليه البعض ان يأخذ امتيازاً به من الحكومة فيرجع كل سنة عشرة آلاف جنيه فاني ذلك وأباح لكل أحد ان يستعمله قائلاً اني استنبطه لنفع الناس لانفسي وعندي من الثروة ما يكفيني . لكن ذلك لم يمنع المنتفعين بهذا القنديل من اظهار شكرهم له فاكتبوا بالف وخمسمائة جنيه وأولواله

لجمة فاخرة وأهدوا اليه المال مع أدوات مائدة مفضضة وقلادته الحسكومة رتبسة فارس مع لقب :سر» الوراثى اعترافاً بفضلِهِ . والقاعدة التي بني عليها هذا القنديل هي احاطة الالبيب بشبكة من سلاك فيحصر الالبيب داخلها . ولما كان السلاك من المعدن فهو موصل جيد للحرارة لذلك يمتص طين الشبكة حرارة الالبيب بسرعة فلا تبلغ درجة حماوته في الخارج مبلغاً كافياً لاشعال الغازات مقابلة للالتهاب التي تكون في بعض المناجم

وأصيب بالفالج سنة ١٨٢٦ فساح اوربا طلباً للصحة فوافاه القدر المحتوم في مدينة جنيف سنة ١٨٢٩ وهو في الحادية والخسين من عمره فاحتفلت حكومة جنيف بجازته واحتمالاً عظيماً . ابنه أشهر العلماء والكتاب . وقد مات ملوك عصره وعظاؤه ووزراؤه ولكن لا يذكر اسم احد منهم كما يذكر اسمه

ويقول المترجمون له انه واجه الموت ، بنفس مطمئنة وثغر تملوه بسمة الثقة والرجاء كتب في سويوماته الأخيرة : « هاأنذا على فراش الموت ، لقد زانغت حوامي ، وأخذت عضائى تتخاذل إلى الهوة التي تتحول فيها إلى ذراتها الأولى . ولكن عتلي لم يغلب . . . ان فلسفة التي بثت الحرارة في دمي أثناء حياتي ، لم تهجر ربيها وهو على فراش الموت . . . اننى لأعتقد أن حرارة شمس الخلود التي أضاءت من خلال هذا الهيكل بنور ضعيف ، سوف فمرني دائماً في ارجاء النعمة »



فراڊاي

عملها صفقة رابحة . وغني عن البيان أن
مباحث هؤلاء الرجال وأمثالهم استمرت عن
أعمال تباع أموالها ملايين لا تحصى . ولست
مبالغاً فيما أقول بل أزن كل كلمة من كلماتي
وزناً دقيقاً

فالبحث العلمي غاية توسيع نطاق
المعرفة بكشف نواميس الطبيعة والحياة .

وبعض هذه المباحث
يتمود على الصناعات بفائدة
أعم وأكبر من المباحث
الصناعية الضيقة النطاق
التي تصدم منها حل مشكلة
خاصة . قد يكون البحث
الصناعي وسيلة لا تقان
جزء خاص من المحرك

الكهربائي أو المصباح الكهربائي ، ولكن
البحث العلمي المجرد الذي كشف لنا ناموساً
واحداً من نواميس الكهربية الأساسية جعل
جميع المحركات والمولدات الكهربية وما تفرع
عليها في حيز الامكان ونولا كشفه لما كانت
على الاطلاق

فاحداث فراڊاي للتيار الكهربائي في

قال الاستاذ نندل انه كان يتحدث
يوماً مع فراڊاي في موضوع العلم وصلته
بالتجارة والأعمال المالية ، فقال فراڊاي انه في
مرحلة معينة من مراحل حياته العلمية اضطر
أن يختار بين وقف حياته على العلم والانصراف
إلى جمع الثروة ، وانه كان يتمرد عليه أن
يخدم سيدين فأيهما يختار . ومما يعود عليه

بالفخر ، انه حذا حذو
معلمه دايشي . فلم يتردد
في اختيار العلم . والأرقام
وحدها تتحدث بأفصح
بيان . كان دخله من
استشاراته الفنية سنة
١٨٣١ يزيد على الف
جنيه في السنة (١٠٩٠

جنيهاً وأربعة شلنات) فهبط في سنة ١٨٣٢
إلى ١٥٥ جنيهاً وتسعة شلنات وفي سنة
١٨٣٨ لم يصب فلساً واحداً من هذه الناحية
ومات رجلاً فقيراً

وقال الاستاذ هكسلي الكبير ما معناه :
إذا استطاعت الأمة أن تتباع رجلاً مثل وط
أو دايشي أو فراڊاي بمائة ألف جنيه ، كان

لغة من السلك حين ارارها في حقل ممنظ بنيت عليه جميع الصناعات الكهربية ، وفي الولايات المتحدة وحدها ستة ملايين من المال يعملون في الصناعات الكهربية المختلفة يخلقون من العدم ثروة لهم ولأمتهم ، ولولا مباحث فراڤاي واكتشافه هذا ، من كان يستطيع أن يصنع مولداً كهربائياً أو محرراً كالكهربائياً واحداً ؟ وقد قال العلامة ملسكن في فصل حديث له انه اذا أزلنا من العمران الحالي قانوناً رياضياً مُعِيناً من القوانين التي كشف عنها نيوتن لوجب أن نزيل كل آلة بخارية وكل سيارة ، بل كل آلة تستعمل لتحويل الطاقة الى حركة ، لأنها جميعاً بنيت على هذا القانون الرياضي الشامل . ومع ذلك لم يكن قصد نيوتن مما كشفه استنباط محرك بخاري أو سيارة أو طائرة ولكن جميع هذه المستنبطات بنيت على أساسه فاذا أزلناه انهار عمراننا كأنه بيت من الورق

ومن الغريب أن يحرز فراڤاي المقام الرفيع الذي أحرزه بين علماء الطبيعة والكيمياء وأن يكتشف مكنشقاته الخطيرة في نواميس الكهربية والمغناطيسية من غير أن يكون بارعاً في العلوم الرياضية . ولا يخفى أن الأمام بهذه العلوم من أمضى الأسلحة في أيدي علماء الطبيعة والكيمياء . لكن عقل فراڤاي بلغ من العبقرية العلمية مرتبة لم يكن معها في حاجة الى استعمال هذا السلاح الماضي . فن العلماء فريق يتخذ من العلوم الرياضية قاعدة لمذهب علمي ثم يحقق هذا المذهب بالتجربة والامتحان والاستمراء . ومنهم فريق يبدأ بالتجارب من غير أن يقصد تحقيق رأي خاص فيوالها ويؤب نتائجها فيستخرج منها أحكاماً عامة . أما فراڤاي فلم يكن من اولئك ولا من هؤلاء لأنه كان ذا نظر نافذ الى طبيعة الأشياء حتى كأن ريشة سحرية كانت تخط على صفحات عقله الآراء المبتكرة فيمتحنها في مختبره ببراعة نادرة المثل وفي الغالب كانت تجاربه تثبت صحتها

ولد في ٢٢ سبتمبر سنة ١٧٩١ في بلدة نيونجتون بيوركشير ، من أصل وضع ، إذ كان أبوه حدثاً آدمياً متقللاً ، واهة أمية ولكنها كانت حكيمة تحب أولادها حباً جماً وتعني بنظافتهم ومعيشتهم على قدر ما تسمح لها الاحوال . ولما كان في الخامسة من عمره أصيب أبوه بداء أقعده عن العمل وكانت الحالة الاقتصادية في انكلترا شديدة الضنك فبلغ ثمن أقة الخنطة نحو جنييه واضطرت أسرته أن تطلب الاعانة من الحكومة فكان نصيبه منها رغبةً في الاسبوع

أما عن تعليمه فهناك ما كتبه بنفسه : كان تعليمي عادياً فلم أتلق سوى مبادئ الكتابة والقراءة والحساب وكنت أقضي الوقت خارج المدرسة لاهياً في البيت أو في الشوارع « وليس فيما كتب عنه في هذه المدة ما يستدلُّ منه على أنه كان ذا مقدرة عقلية فائقة أو رغبة خاصة في التقدم والارتقاء . ولما كان في الثالثة عشرة من عمره استخدمه بائع كتب يدعى جورج ريبو فكان يوصل الصحف إلى المشتركين فيها ويجمعها بملء يدها يتمون قراءتها فسرَّ للمستر ريبو من دقته وأمانته في القيام بأعماله فسمح له سنة ١٨٠٥ أن يتعلم تجاريد الكتب من غير راتب . ووقع حينئذٍ بين يديه كتاب وط في « ترقية العقل » فقرأه وهو يجلده ثم قرأ كتاب مسنر مارست « احاديث عن الكيمياء » ولما كانت يجلده جزءاً من دائرة المعارف البريطانية قرأ فصلاً فيها عنوانه « الكهربية » فأنس من نفسه ميلاً إلى العلم ورغبة في البحث عن حقائقه

فأنفق ما جمعه من الدريهمات القليلة لشترى آلات صغيرة جرتب بها بعض التجارب في بيت أبيه فأدرك وجوب التعلم أولاً ولكن أين يتعلم ؟ لم تكن في بلاد الانكليز حينئذٍ فصول ليلية يدرس فيها الشبان الفقراء الذين يعملون نهارهم لكسب الرزق كما تجد الآن . وحدث حينئذٍ ما فتح امامه باب التحصيل وذلك أنه رأى في نافذة مخزن من المخازن اعلناً عن خطاب يلقها رجل يدعى المستر تاتم في داره تدور على « الفلسفة الطبيعية واجرة السخول شأن عن كل خطبة » فأقترض بعض التقود من اخيه الأكبر وسمع هذه الخطب

وكان في بيت ريبو رئيسه رجل فرنسي يجيد التصوير . فلاحظ هذا الرجل ان فراداي ذكي الفؤاد يميل الى التصوير فكان يطلعه على بعض اسراره ولما حضر فراداي خطب المستر تاتم لخصها في اربعة دفاتر كبيرة وزينها برسوم رسمها لها لتفسير معانيها ثم جادها في اربعة مجلدات وكان يتردد على مكتبة المستر ريبو رجل يدعى المستر دانس وهو عضو في المعهد الملكي فلاحظ تعلق فراداي بالباحث العالمي ورغبته في درسها فعزم ان يدعو الى المعهد الملكي ليسمع خطب السر همفري دايشي . ففعل فراداي في خطب السر همفري دايشي ما فعله قبلاً في خطب المستر تاتم اي أنه دوّنها وزينها بالرسوم التي تفسر معانيها . ثم ارسل هذه المذكرات مع كتاب السر همفري دايشي يطلعه فيه على رغبته في خدمة العلم ويطلب اليه ان يعينه معاوناً في المعهد الملكي . فخار دايشي في أمره لما رآه في هذه الرسالة من الرغبة الصحيحة في البحث العلمي ولهدم وجود مكان له في المعهد الملكي آنذ . فاستشار صديقه المستر پيس Pepys وكان

احد مديري المعهد وهو ابن پيس صاحب اليوميات المشهورة في الادب الانكليزي فقال له « استخدمه لغسل الزجاجات الفارغة فاذا كان فيه خير قبل هذا العمل الحثير . واذا رفض فهو لا يصلح لشيء » . فقال دايشي لا بل يجب ان نستخدمه فيما هو ارقى من ذلك . فكان هذا القرار من مفاخر دايشي العلمية . ولما ارسل اليه رسالة يقول فيها انه سيقابله بعد رجوعه الى لندن لانه كان ملتزماً للسفر منها

وحدث ان خلا حينئذٍ منصب معاون في المعهد الملكي بوفاة الرجل الذي كان يشغله فاستدعي فراداي وعرض عليه المنصب فقبله . وفي مارس سنة ١٨١٣ أبرم مجلس ادارة المعهد هذا العقد معه . وكان عمله في البدء مساعدة المحاضرين في إعداد معدات التجارب العلمية المختلفة لقاء ٢٥ شلناً في الاسبوع أو خمسة جنيهات في الشهر . ولم يلبث أن أثبت مقدرته فصار يساعد المحاضرين في بعض التجارب العلمية الصغيرة واشتغل سكرتيراً للسرهفري دايشي وانضم إلى الجمعية الفلسفية بلندن وصادق بعض أعضائها فألقوا حلقة صغيرة تجتمع عنده للمناقشة في مباحث علمية تعود عليهم بالفائدة

وفي خريف سنة ١٨١٣ رحل السرهفري دايشي رحلة علمية إلى أشهر مدن اوربا فاستصحب فراداي معه معاوناً وسكرتيراً وخادماً وكانت شهرة دايشي قد سبقته فكان يستقبل بالاعجاب حيث حل وفتح له العلماء معالمهم مرحبين به فكان فراداي يساعده في جميع تجاربه العلمية فبقي في هذه الرحلة أشهر رجال العلم في اوربا وصادق بعضهم صداقة دامت مدى الحياة دامت هذه الرحلة الى ربيع سنة ١٨١٥ فلما عادا إلى انكلترا رجع فراداي إلى القيام بأعماله في المعهد الملكي وزيد راتبه خمسة شلنات في الاسبوع لأن مجلس الادارة كان قد توسم فيه خيراً ففعل ذلك تشجيعاً له . وثابر على حضور جلسات الجمعية الفلسفية . وفي ١٧ يناير سنة ١٨١٦ بدأ يلقي خطباً في الكيمياء على أعضائها وفي تلك السنة أيضاً نشر رسالته الاولى في مجلة المعهد الملكي الرسمية وموضوعها « تحليل الكاس (الجير) الكاوي » . وقرأ رسالته الاولى امام الجمعية الملكية في سنة ١٨٢٠ فكان موضوعها « مركبات جديدة من الكلور والكربون ومركب جديد من البور والسكرتون والايديروجين » فكان لها وقع كبير لدى أعضاء الجمعية اشتهرت تلك السنة في تاريخ السكر بانثية المغنطيسية بما كشفته اورستد العالم الدنماركي من الفعل المغنطيسي في التيار الكهربائي وتلت ذلك مباحث امبير الفرنسي وتجارب الميكاتور

ولستن الانكليزي . فخرت هذه المباحث رغبة فراداي في درس هذا الموضوع فدرسه ووضع فيه كتاباً عنوانه « تاريخ المباحث الكهربية المغناطيسية وتقدمها » ورتقي في خلال ذلك إلى رتبة منظر عام في معمل المعهد الملكي وصارت مباحثه وتجاربه في الدرجة الأولى من المقام العلمي فحرب مع المستر ستودارت تجارب في بعض أمزجة الصلب لتقسيمه وحفظه من الصدأ وكان قبلاً قد استنبط بمعاونة رئيسه السير همفري دايفي مصباح دايفي الذي يستعمله المدنون في المناجم ثم جرب تجارب كثيرة في تسهيل الغازات سنة ١٨٢٣ فأثبت أن كل الغازات هي بخارات سوائل تقابلها، ولكن درجة تبخر هذه السوائل واطنة جداً، ومن الغازات التي سيؤها الكلور وغاز الحامض الكربونيك والامونيا والحامض الكبريتوس والحامض الايدروكلوريك

وكان يستعمل في هذه التجارب كثيراً من الآنية الزجاجية فانفجرت احداهما مرة ودخلت في عينه ١٣ شظية زجاج ولكن ذلك كان سائغاً لديه في سبيل العلم فتعدت المصيبة عزمه بدلاً من أن توهنه. وفي سنة ١٨٢٥ اكتشف البنزين باستقطاره من قطران الفحم الحجري. وقد حفظ مقدار البنزين الذي استقطره أولاً في المتحف البريطاني لأنه صار أساساً لكثير من اكبر الصناعات الحديثة

وذاعت شهرته العلمية فانتخب رفيقاً في الجمعية الملكية في ٨ فبراير سنة ١٨٢٦. وما رؤس له أن دايفي كان من معارضي انتخابه ثم رقي إلى رتبة مدير المعهد الملكي في تلك السنة ولما ذاعت شهرته العلمية واشتهرت خبرته في الأمور الصناعية والكيميائية كثرت عليه الطلبات من أصحاب المعامل الكبيرة في لندن وغيرها من المدن الصناعية. اماراتيه مديراً للمعهد الملكي فكان مائة جنيه في السنة عدا اجرة غرفته وما يلزم لانارتها وتدفتها فكان عليه أن يختار بين البقاء في هذا المنصب يتقاضى منه هذا الراتب الضئيل وقبول منصب كمنسشار في بعض شركات صناعية يتناول منه مالاً طائلاً. وقد قال هكسلي بعد ذلك انه لو أراد فراداي أن يستخلم مواهبه ومعارفه في كسب المال لجمع ثروة لا تقبل حينئذ عن ثلاث ارباع المليون من الجنيهات. لكن فراداي اختار اختياراً عاد عليه بالمجد والفخر وعلى الناس والحضارة بالذم الجزيل. وكان كلما كشف حقيقة أساسية من حقائق الطبيعة يترك تطبيقها الى غيره من الباحثين وله في ذلك أقوال ونوادير مشهورة. قيل انه كان مرة يجرب تجربة كهربية في الجمعية الملكية

وبعد ما شرحها التفتت سيدة وقالت اليه « لكن يا مستر فراداي ، ما فائدة ذلك » فاجاب « أنتستطيعين أن تقولي لي ما فائدة الطفل ساعة ولادته » . وقيل ان المستر غلادستون الشهير سألته مثل هذا السؤال في وقت آخر فأجابه « صبراً يا سيدي فقد تجي الحكومة من هذا الاستنباط مبالغ كبيرة من المال »

لفراداي مباحث ومكتشفات كثيرة ذات شأن كبير في الكيمياء والطبيبات يصعب حصرها . ولكن أهم مكتشفاته كان في قوانين الكهربية . ففي سنة ١٨٣١ اكتشف قوانين التيارات الكهربية المؤثرة فوضع الركن الذي تقوم عليه غرائب الكهربية الحديثة . كشف انه اذا أمر سلكاً معدنياً موصلاً للكهربائية امام قطعة مغناطيس حتى يقطع السلك خطوط القوة المغناطيسية تولد تيار كهربائي في الموصل . هذه حقيقة أساسية في عالم الكهربية المغناطيسية وعليها بني المولد الكهربائي ، والمحرك الكهربائي ، وما تفرع عليهما من المستنبطات الحديثة فالتلغراف والتلفون السلكي واللاسلكي ، والنور الكهربائي والوف الآلات الصغيرة والكبيرة التي نستعملها في جميع أحوال المعيشة . ولولا اكتشاف هذه الحقيقة الأساسية ونواحيها المختلفة بالتجربة الدقيقة ، لبقيت أفعال الكهربية سرّاً مغلقاً

وتلا ذلك اكتشافه لقوانين الالكتروليسيس Electrolisis أي الفعل الكيمياء الكهربي أو الحل الكهربائي ووضع المصطلحات المستعملة الآن في معظم لغات الأرض كالانود (المصعد) والكاثود (المهبط) وما اليهما وقد بنيت على هذه القواعد صناعة التليس الكهربي والآرنة الكيمياءية الجديدة في بناء المادة الكهربي . وصنع اول آلة دقيقة لقياس الطاقة الكهربية وله مباحث عويصة في علاقة النور الكهربي وطبيعة النور المستقطب ومغناطيسية المواد

ولا يسع الباحث ان يختم الكلام على فراداي وآثاره العلمية الرائعة ، من دون أن يشير الى مقامه بين العلماء والفلاسفة ، في حل مشكلة من اعوص المشكلات العلمية الفلسفية الحديثة ، نعني مشكلة التفاعل بين الأجسام عن بعد ، وفرض الأثير اللازم لذلك . فبحثه في هذه الناحية وبحث مكسول من بعده - خطوة متوسطة بين نيوتن واينشتين . نشأ القول بالأثير عن حاجة الانسان الى تعليل التفاعل بين أجسام بعيدة بعضها عن بعض .

ولم تبد هذه الحاجة مُلحجةً إلا بعد ما استخراج نيوتن نواحيس الجاذبية . ذلك ان وزن الجسم كان الى عهد نيوتن شيئاً مستمراً يتوقف على الجسم وحده دون أي جسم آخر . فلما بين نيوتن ان وزن الجسم يمكن تعاليله بالتعاذب بين كتلتي جسمين ، وان تطبيق هذه القواعد على القمر تعال حركته ، سأل المفكرون كيف يتم هذا الفعل وليس بين الأرض والقمر صلة مادية يصاح ان تكون وسطاً لنقل القوة الجاذبة . ومما لا ريب فيه ان انتقال الحرارة وغيرها من مظاهر الطاقة تحتاج الى وسط ينقلها كذلك

وقال أحدهم : أيستطيع جسم من الأجسام ان يفعل حيث لا يكون الجسم نفسه ؟ فكان الجواب المبني على الاختبار ان ذلك متعذر . فرغبة في توحيد القوى الطبيعية ، قيل أن الجاذبية تفعل في الظاهر دون وسيط ، ولكنها في الواقع تنتقل عن طريق وسط متصل بدلاً الكون ، لا انفصال فيه ولا انقطاع ، ودعي هذا الوسط ، الأثير . ولكن لم يشر احد الى تصرف هذا الوسط في نقل القوة الجاذبة . بيد ان نيوتن لم يعلق به شأنًا كبيراً ، لانه كان يراة استنتاجاً محضاً ، لا عاملاً أصيلاً في نظريته في الجاذبية

وكانت الخطوة التالية في نظرية الأثير ، اخراج النظرية الموجبة للضوء على يد العلمائتين هوجنس وينغ . وموداها ان الضوء ظاهرة موجبة ، ذات نبضات مستطيلة . وكانت هذه النظرية في حاجة الى وسط تنقل بواسطته طاقة الشمس ضوء وحرارة ، اذ المعروف ان ضوء الشمس وحرارتها يجتازان الفضاء بين الشمس وسياراتها ، فاذا كان ضرباً من الامواج وجب ان يكون هناك شيء في ذلك الفضاء يستطيع ان يتوجج

وتلا ذلك تكهن العلماء بخواص هذا الوسط : فقيل اولاً انه شفاف جداً جداً اي ان الطاقة التي تخترقه لا تفقد شيئاً من قوتها ، والألما استطعنا ان نرى النجوم والسدم القصية ، لأن ضوءها لا يتبدد في اختراق مسافات شاسعة من الأثير . ثم قيل ان من خواصه ان الاجرام لا تمتص به خلال اختراقها اياه والألما استطاعت ان تنضي في افلاكها من دون عائق يعوقها

ولما كان الأثير ، ينقل امواجاً مستطيلة ، فيجب ان يكون سائلاً او من قبيل السائل ولكن لا يمكن ان يكون لزجاً لان الزوجة تقتضي الاحتكاك بين الأثير والاجرام . واما نقله الحركة الموجبة بسرعة عظيمة هي سرعة الضوء فيقتضي ان يكون شديد المرونة

هذه هي الخواص التي كانت تستند الى الأثير لما اعلن فرنل Fresnel الفرنسي (١٧٨٨)

(١٨٢٧ -) مباحثه في الضوء المستقطب polarized التي اثبت بها ان الضوء امواج مستعرضة transverse لا مستطيلة longitudinal فاقضى هذا التعديل في نظرية الضوء الموجبة تمديلاً يقابله في الاثير الناقل للضوء . فالقدرة على نقل امواج ما على الاطلاق يقتضي مرونة ، ولكن نقل امواج مستعرضة يقتضي مرونة من ضرب خاص ، هي المرونة الخاصة بالأجسام الجامدة ، او مرونة الشكل . وبكلمة اقضى اكتشاف فرنل ان يكون الاثير جامداً وعرناً في آن

ثم تباحث العلماء في موضوع حركة الاثير ، او حركة بعض اجزائه ، وخرجوا من مباحثهم الى انه لا بدّ للاثير من ان يكون مستقراً ، وشرح الحاسبون يحاولون ان يقرروا هذه الخواص تقريراً رياضياً . فقالوا ان كثافته تفوق كثافة الرصاص ١٠ ملايين مرة ، وان قصور inertia سنتمتر مكعب منه ، يفوق قصور سنتمتر مكعب من الماء مليون مليون ضعف . وقالوا كذلك انه لما كان الاثير ينقل امواجاً مستعرضة بسرعة الضوء فيجب ان يكون جسماً جامداً صلابته تفوق صلابة الفولاذ مليون مليون مرة

هذه هي الاركان التي قامت عليها صورة الاثير في أذهان علماء القرن التاسع عشر الى مطلع نصفه الثاني ، وقد كانوا يظنون ان معرفتهم بالاثير وخواصه تضاهي معرفتهم بالمادة وخواصها ولكن هؤلاء العلماء كانوا في مأزق . فليس من المستطاع ان تنتقل طاقة الضوء والحرارة في الفضاء من دون وسط تتمثل فيه . ولكن انتقالها امواجاً مستعرضة ، اقتضى في هذا الوسط خواصاً عجيبة تناقض الخبرة الانسانية

كان الطبيعىون الى هنا ينظرون الى الاثير نظراً الى المادة ، فوجدوا ان هذه النظرة تقضي عليهم باسناد خواص الى الاثير ، لا تنفق وخبرتهم العملية ، فحماهم ذلك على القول بأن خواص الاثير لا يمكن ان تحدد بما حددت به خواص المادة

فلما خابت النظرة المادية الميكانيكية الى الاثير ، تطلخوا الى ميدان الكهربية والمغناطيسية وأول من أدخل الاثير في هذا الميدان من ميادين البحث كان فراداي . وقد كان علماء الكهربية الى عهده يقولون بشيء يدعو الشحنة الكهربية تستقر على الجسم المكهرب وتؤثر في الأجسام المكهربة ، البعيدة عنه ، على نحو ما تؤثر الاجسام بعضها في بعض بفعل التجاذب . بل كانوا قد افرغوا تلك القوة الكهربية في مادلالات رياضية . ولكن فراداي لم ترقه فكرة التفاعل عن بعد . وقد أشار مكسويل في مقدمة كتابه (رسالة في الكهربية والمغناطيسية) الى

فراڊاي فقال : ان فراڊاي رأى بهين عقله خطوط القوة تخترق الفضاء ، حيث رأى الرياضيون مراكز القوة تتفاعل عن بعد . ففراڊاي رأى وسطاً حيث لم يروا هم الا مسافة . وفي نظر فراڊاي كان هذا الوسط الذي ينتقل الكهربية . ولما كانت القوى الكهربية تنتقل في الفراغ فرض فراڊاي ان الوسط الذي تنتقل فيه هو الاثير ، وان خواصه تتغير بوجود المادة فيه وبهذا يعمل تقص القوى الكهربية بين جسمين مكهربين اذا توسط بينهما لوح من الزجاج وعلى هذا النحو فسُـرَّت الظاهرات المغنطيسية . وقد جاء مكسول بعده فأنم هذه النظرية التي توّجت تنويرياً عملياً باكتشاف هرتز للامواج الكهربية

واعانت صحته بين سنة ١٨٣٨ وسنة ١٨٤١ فلذهبت به زوجته سنة ١٨٤١ الى سويسرا للاستشفاء فمضى فيها سنتين استرد فيها شيئاً من قوته وعاد الى وطنه لمتابعة مباحثه وكانت جمعيات العالم العلمية قد انتخبته عضواً شرف ومنحته أوسمتها وانمالت عليه القاب الشرف من الجامعات والحكومات والملوك . ولكنه كان وديماً متواضعاً لم يسع الى واحد من هذه الأوسمة والألقاب . حتى انه رفض رئاسة الجمعية المالكية بلندن وكاد يرفض معاشاً قطعت له الحكومة الانكليزية في وزارة السرروبرت بيل لولا أن اقنعه اصدقائه ان هذا المعاش ليس احساناً بل مكافأة على خدمته للعلم . ولكن السير روبرت تخلى عن منصبه قبل ان يبت في الأمر فخل محله لورد ملبورن ولما كان يجهل قيمة مباحث فراڊاي ككل كلاً جرح كرامته فخرج غاضباً من حضرته ، لانه كان يعتقد انه دعاه ليكرم العلم في شخصه . ولقت نظر الوزير الى هذا الحادث فندم على ما فعل ، وجربت سيدة ان تصلح ذات البين بينها فرفض فراڊاي ان يتزحزح عن الموقف الذي اتخذته فقالت له السيدة ، ولكن ماذا تطلب ؟ قال « اطلب ، الا انتظر تحتيته ، اطلب اعتذاراً خطياً من الوزير » فاعتذر الوزير اعتذاراً خطياً يسعاً بالفخر ، له ولفراڊاي وبعدها قبل فراڊاي المعاش الذي قطعت له الحكومة له





فرادای



دهار

وهلر

لا اثر لها في الجوامد . وكان الناس يمتدحون ان المواد التي تتركب منها النباتات تختلف عن المواد التي تتركب منها الاجسام المعدنية في ان الاولى لا يمكن تركيبها تركيباً صناعياً في معامل الكيميائيين . واذن كان من المستحيل على الانسان في رأي ذلك العصر ، ان يجاري هذه القوة الحيوية في ابداعها .

حتى لقد ظن بعضهم ان هذه المركبات العضوية لا تخضع لنواميس الكيمياء . ذلك كان رأي الدوائر العلمية في سنة ١٨٢٨

بل كان برزيليوس نفسه ، قد أشار في بعض

ما كتب وحاضر ، الى الهوة التي لا يمكن ردمها بين المواد العضوية والمواد غير العضوية . وكان ليوبولد جملين ، استاذ وهلر في جامعة هيدلبرج ، ثابت اليقين في أن المواد العضوية لا يمكن تركيبها تركيباً صناعياً . ولكن وهلر كان شاباً . وفي اندفاع الشباب شك في كل ما يقال . ولذلك فضل أن

من نحو مائة سنة حدث حادث خطير ، في معمل كيميائي ألماني ، كان لا يزال في العقد الثالث من عمره . ذلك ان فردريك وهلر كان قد عاد حديثاً من استوكهولم عاصمة السويد حيث تلمذ للكيميائي السويدي العظيم برزيليوس . وفي خلال طلبه للمعلم في المانيا والسويد كان قد سمع في الدوائر

العلمية التي زارها ، بحديث قوة حيوية خفية ، تتخلل الاجسام الحية ، فحمله ذلك على التفكير . وما هو ذا في منصبه الجديد يدرس في مدرسة التجارة الجديدة ببرلين ، وفي ثنايا ذهنه

فكرة ، كأنها بذرة في تربة خصبة تستعد للانتعاش

كان الرأي السائد حينئذ ، ان في اجسام النبات والحيوان ، شعلة قوة حيوية خفية ، تمكن هذه الاجسام من بناء مركبات معقدة كاصناف السكر والنشاء والزال ، من مواد بسيطة التركيب . وان هذه القوة الخفية

FRIEDRICH
WOEHLER

١٨٨٢ - ١٨٠٠

يجاري قول الكيميائي الفرنسي شفرول في أن القول بوجود فارق مطلق غير قابل للتغيير مناقض لروح العلم . بل كان في قرارة ذهنه يعتقد أن عبارة « القوة الحيوية » ليست إلا مستمراً لما نجهل ، وان التسليم بها تسليماً مطلقاً يهين الكيمياء عن الارتقاء
ففضي وعلم يبحث ويجرب في معمله ، وهو لا يكل ولا يمل . وكأنه كان يقول في نفسه :
آه لو تمكنت من تركيب إحدى هذه المواد التي لم يؤثر تركيبها قبلاً إلا في الجسم الحي ! انه
لو استطاع ذلك لضرب الفكرة السائدة ضربة قاضية ، أقوى من الضربة التي دالها لافوازييه
فغكرة الفلوجستون !

كان فردريك وهلر قد طالع مؤلماً جديداً لشفرول أثبت فيه أن كثيراً من الأدعان التي
تكوّن في أجسام النبات تماثل الادهان التي في أجسام الحيوان . وكذلك أزال الحاجز الفاصل
بين النبات والحيوان من هذا القبيل ، وكان ملماً بما بحث رول Ronelle معلم لافوازييه في كيمياء
أجسام الحيوان

كان الفرض الذي وضعه نصب عينيه جليلاً أخذاً يستهوي الأفتدة . فضي يجرب
تجربة أثر تجرية وهو لا يبلغ منها أبانة ما . ولكنه مضى في تجاربه أربع سنوات متوالية . وفي
ذات مساء حدثت الأعبوبة !

تصوّر مبلغ دهش هذا الباحث الفتى ، وقد وقع بصره على مركب عضويّ صنعته في انبيق
من مواد غير عضوية . ها هو ذا يرى في انبيقه ما وزنه غرام من باورات بيض مستطيلة كالأبر ،
وكان رول معلم لافوازييه قد وجدها قبل خمسين سنة في البول ودعاها فور كروي « يوريا » (١)
لم يعرف من قبل أن هذا الملح الأبيض يمكن أن يركب خارج الجسم الحي !

ولم يكن غريباً أن يدرك وهلر طبيعة هذه الباورات عند مشاهدتها . ذلك انه كان قد بدأ
دراسته العلمية طالباً للطب . واذ كان يكتب رسالة عن نفايا الجسم في البول اتصل علمه
« باليوريا »

فتحمس لما شاهد . بل انه رأى نفسه بهين خياله واقنناً على عتبة عصر جديد في الكيمياء

(١) مادة بيضاء يمكن بلورتها توجد في البول والدم والسفنا . وهي المادة النتروجينية الرئيسية في البول

وقد قضى بتجربته على نظرية جميلة ولكنها لا تقوم على أساس . لقد أدرك في الحال ، انه كان أول من صنع مادة عضوية خارج الجسم الحي . فتمثل لنفسه الميادين الواسعة والآفاق الجديدة التي يمهّد السبيل اليها هذا المركّب الصناعي . ولكنه ظلّ محتفظاً برباطة جأشه لأن معامه برزيليموس كان قد حذّره من التعجّل . فخال المادة التي بين يديه ليتثبت من انها وبورات اليوريا التي تركيبها « القوة الحيوية الخفية » في الجسم ، شيء واحد

فلما ثبت من ذلك كتب الى برزيليموس فقال : يجب علىّ أن أنهي اليك انني استطيع ان اركب « اليوريا » من دون ان احتاج الى كلتي انسان او كلب . فتحمس السويدي لهذا النبأ الخطير وأخذ يذمّه في الدوائر العلمية ، فسرت رعدة كهربائية فيها . ولما تنهى النبأ الى شفرول رحّب به أعظم ترحيب . ها هوذا وهلم قد ركّب « اليوريا » من مواد غير عضوية فماذا يمنة ، ويمنع غيره من العلماء ، ان يركّبوا السكر أو الزلال او حتى البروتوبلازما نفسها أساس الحياة الفروي ؟ ولكن دعاة المذهب « الحيوي » اعترضوا على كل ذلك ، فقالوا لعلّ « اليوريا » مادة متوسطة بين المواد العضوية والمواد غير العضوية . ثم ان تركيب اليوريا يقتضى استعمال الامونيا . والامونيا من اصل حيوي . فانكار القوة الحيوية خطأ ، لانها كامنة في الامونيا التي صنعت « اليوريا » منها . ولكن همس الحيويين ضاع بين صيحات الاعجاب والتمهيل المرتفعة من كل حدب وصوب ، بأن عصرًا جديدًا قد أهلّ على عالم الكيمياء

ونشر وهلم مذكرته عن تركيب اليوريا سنة ١٨٢٨ وبعد انقضاء قرن كامل عاينها ، فاز الاستاذ بيكته Pictet وهانز فوغل من اساتذة جامعة جنيف بتركيب سكر القصب . فأخذ بيكته الايدروجين وثاني أكسيد الكربون وصنع منهما الكحول الخشب ثم حوّل هذا الالكحول الى مادة الفورمدهيد^(١) ، ومن هذه المادة استخرج الفلوكوز^(٢) ومن الفلوكوز استخرج السكروز وهو قصب السكر . فلما تمّ له ذلك كان قد انقضى نصف قرن والعلماء يبحثون عن اسلوب لصنع قصب السكر بالتركيب الصناعي

(١) غاز مركب من الكربون والايديروجين والاكسجين (ك يد ٢ ك) يصلح للتطهير محلوله سائل طيار لالون له

(٢) سكر العنب ويوجد في الدم والاعضا وفي بول المصابين بداء السكر

كان السير جيمز كولوهورن ارثين وكييل جامعة سانت اندروز الاسكتلندية قد قضى عشرين سنة يعالج هذا الموضوع وكاد يفوز بجنيته . فلما أتاه نبأ فوز بيكته قال لتلاميذه : « يؤسفني ان لا يكون هذا التركيب قد تم في معامل جامعتنا . ولكن يسرني أن يجوز بيكته هذا المنحصر . انه لنصر عظيم ، وانه لخطوة خطيرة في الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية »

ما أحفل القرن الذي انقضى بين « يوريا » وهار « وسكروز » بيكته ، بالمعانيب ! لقد تم تركيب ٤٠٠ الف مركب جديد في هذا الفرع من الكيمياء ، والعلماء يضيفون اليها ما متوسطه ٤٠٠٠ مركب جديد كل سنة !

ولد فردريك وهار في مستهل القرن التاسع عشر على مقربة من مدينة « فرنكفورت اون ماين » وكان والده اوغست متهماً في العلم والفلسفة . فتلقى فردريك مبادئ العلم من والده ، فحبب اليه درس الطبيعة ونشأه على الميل الى الرسم وجمع نماذج من المعادن . فكان فردريك يتبادل مع رفاق صباه نماذج المعادن كما يتبادل بعضهم طوابع البريد الآن . وحافظ على هذه الخطة مدى حياته . وقد اتي بفضلها غوته في شيخوخته اذ كان الشاعر العظيم يفحص بعض حجارة مدينة في دكان بفرنكفورت . يختلف اليه وهار

ثم ما لبث ان اضاف الكيمياء الى الامور التي يهوى متابعتها . واتصل عن طريق ابيه بصديق للأسرة يملك خزانة كتب غنية ومعملاً كيميائياً خاصاً ، فأذن له في أن يختلف الى الخزانة للمطالعة والى المعمل لتجربة التجارب ، فبنى اعمدة كهربائية فولطائية من الواح من الحارصيني (الزنك) وبعض النقود الروسية النحاسية التي جمعها . واهدى اليه مدير ادارة سك النقود بألمانيا ، فرنجاً ليستعمله في تجاربه فحرق اصابعه بالفصفور مرة ، وكاد يقضي عليه مرة أخرى لما تحطم بين يديه وعاء زجاجي يحتوي على غاز الكلور السام

بعد ذلك ذهب الى جامعة ماربورغ حيث تلقى ابوه العلم . فانتظم في سلك طلاب الطب ونال جائزة على رسالة وضعها في « نفايا البول » . ومما يؤثر عنه انه جرب تجارب خطيرة في كلبه وفي نفسه وهو معني باعداد تلك الرسالة . ولكن الكيمياء كانت لاتزال الموضوع الذي فتن له . فابنى معملاً كيميائياً صغيراً خاصاً به ، وحضر فيه « يودور السيانوجن » فكان أول من حضره . فلما جاء بهذا المركب الى استاذة فرزر ائبه لانه يضع وقت في التجارب الكهربائية

بدلاً من الانصراف الى دروسه الطبية . فامتعض الفتي لهذا التأنيب ولم يحضر بعد ذلك محاضرات استاذِهِ

وكان في جامعة هيدلبرج عالم مشهور يدعى ليوبولد جهاين Gmelin فرغب في أن يتلقى العلم عليه ، فانتظم في جامعة هيدلبرج حيث آتم دروسه الطيبة ونال شهادته منها ، وأعدَّ معداته لزيارة اشهر المستشفيات في عواصم اوربا قبل ممارسة صناعة الطب . ولكن جهاين كان قد راقبه يجرب التجارب في العمل الكيميائي . فقال له في أحد الأيام انه من العيب ان يُعدَّ دروسه لأن البحث في المعمل الكيميائي اجدى عليه . ولما قدم التلميذ لمعلمه رسالته في تحضير « الحامض السيانيك » قرأها هذا معجباً بها ولكنه لم يخطر له حينئذ ان هذه الرماله ستفضي به بعد بضع سنوات الى تركيب اليوريا فتنفتح عهداً جديداً في علم الكيمياء . بيد ان « جهاين » عزم حينئذ ان ينظم وهار في سلك خدمة الكيمياء . فحدثه في الموضوع باسطقاً ما في عمل الكيميائي من اللذة والفتنة . وكان وهار لا يحتاج الى بلاغة للاقتناع بذلك لانه كثيراً ما اغرى بترك الطب لكي يتفرغ لدراسة الكيمياء . وذكر له استاذهُ اسم برزيليبوس وما احرزهُ من شهرة في اوساط اوربا العلمية . فتحمس وهار ، على امل ان يقبله برزيليبوس في عداد تلاميذه ومساعديه . فكتب الالماني الى السويدي في ذلك فردَّ برزيليبوس وفي رده تجلّى وداعة العالم الحقيقية فقال : « ان من درس الكيمياء على جهاين قلما يستطيع ان يتعلم مني شيئاً . ولكنني أرغب في معرفتك فتعال متى شئت » . فطرب وهار لذلك . وخفَّ الى استاذهُ ليطاعه على كتاب برزيليبوس وشرع توثاً يمد المهدات للسفر الى عاصمة السويد

فلما وصل الى نُغرلوك على بحر البلطيق قيل له إنه لا بدَّ من الانتظار ستة اسابيع قبل اقلاع السفينة الى استوكهلم فضاق صدره بذلك ، ولكنه تمكن بواسطة صديق له كان يتبادل واياه نماذج المعادن ، من الأتصال بمعمل كيميائي هناك حيث حاول ان يكشف اسلوباً متقناً لتحضير مقادير كبيرة من البوتاسيوم وهو العنصر الذي كان السر هفري دايفي قد اكتشفهُ واستفردهُ قبيل ذلك

ولما نزل من الباخرة الى البر السويدي ، وعرف مأمور الجوازات انه قادم من المانيا لتلقي العلم على برزيليبوس رفض ان يأخذ منه الرسم المؤلف وقال : « ان احترامي للعلم

ولمواطني الممتازين أبي علي أن آخذ مالا من رجل حمله حبه للعالم ان يرحل هذه الرحلة الشاقة للدرس عليه «

وصل الى استوكهولم ليلاً ، فما صدق ان طلع الصباح حتى «رع الى بيت برزيليوس . قال : « وفي الصباح وقفت وقفي . فوافق امام بابي اقرع جرسه ، ففتح لي الباب رجل بدين قوي البنية ، وكان هو برزيليوس نفسه فلما تقدمني الى ممره تصورت اني في حلم «

وفي الحال اعطى الاستاذ تلميذه الحديد بوتقة من البلاطين ، وزجاجة ، وميزاناً ، وعهد اليه في دراسة بعض المعادن . فلما تهجى وهلر في العودة الى استاذ له ليطلع على النتائج التي حصل عليها قال له الاستاذ محذراً « امرعت يا دكتور ولكنك لم تُجِدْ » . فلم ينس وهلر هذا التحذير طول حياته . وبعد تحليل المعادن عاد ففني بالحامض السيانك (cyanic) فحضر منه « سيانات الفضة »

وكان في خلال ذلك الوقت شاب الماني آخر يدعى لبيغ ، منتظماً في معمل غاي لوساك الكيمياء بباريس ، ومنصرفاً الى البحث في المفرقات الكيميائية

وفي خلال مجيئه ركب مادة كيميائية غريبة كانت العناصر التي ركب منها هذه المادة نفس العناصر التي ركب منها مادة « سيانات الفضة » التي ركبها وهلر وفي نفس المقادير . ولكن مركب لبيغ كان يخالف في خواصه الطبيعية والكيميائية عن مركب وهلر . فظن اولاً ان وهلر على خطأ فيما قال ، ولكنه بعد الامتحان الدقيق ثبت له انه ووهلر على صواب . فكتب اليه في ذلك مستظماً رأيه ، فسأل وهلر استاذ برزيليوس ، فكان هذا السؤال مبدءاً للكشف عن ظاهرة « الايسومتري » في الكيمياء وهو ما يمكن ترجمته « بظاهرة النظائر » اي المواد الكيميائية التي تشابه تركيباً كيميائياً ولسكنها تتغير في خواصها

وقد اجتمع وهلر وليبيغ بعد عودتهما الى المانيا وتوثقت اواصر الصداقة بينهما ، وكثيراً ما كانا يجتمعان ويتناقشان في الموضوعات الكيميائية التي تدور عليهما بجهتهما واشتركا في بحث بعض المسائل واصدار مذكرات علمية باسميهما معاً . وبلغ الاخاء العلمي بينهما أعلى ما يمكن أن يبلغه الاخاء الحقيقي ، فلم يضمن لبيغ على صديقه باسناد كل الفضل اليه في جميع بحوثهما المشتركة قال : « يعود الفضل في بحثنا الحامض البوليك وزيت اللوز المر اليه . سرنا معاً يدي بيده .

لا غيرة ولا حسد . وكثير من الرسائل التي حملت اسمينا مما كانت من عمله وحده «
وفي سنة ١٨٣٥ توفيت زوجة وهلم ، بعد انقضاء سنتين على زواجهما . فحزن حزناً شديداً
حتى ظن أن حزنه قد يحول دون مضيه في بحوثه . ولكن ما لبث أن وجد في معمل صديقه
ليبيغ بلسماً لجرحه . فأكباً مما على بحث زيت اللوز المر ، وبعض المركبات المولفة من كربون
وايدروجين واكسجين ، واتجها خاصة إلى درس خاصتها النورية وهي انها لا تتغير بتغير المواد
التي تدخل هي في تركيبها . فأطلقا عليها اسم « بنزويلات » (جمع بنزويل Benzoyl) فلما قرأ
برزيابوس بحثهما هذا رأى فيه فجر يوم جديد في علم الكيمياء ، فأطلق على هذه الطائفة من
المواد اسم بروينات (جمع بروين Proin) ومعنى اللفظ المفرد « النجر »

بعد ذلك عاد وهلم إلى مسقط رأسه ، حيث تزوج ثانياً ، ولكن شهرته كانت قد ذاعت
فلما توفي الأستاذ « شترومر » كاشف عنصر الكاديوم ، اختير وهلم ليحل محله استاذاً
للكيمياء في جامعة غوتنجن . وكان ليبيغ من الذين ذكروا لهذا المنصب ، فلما عين صديقه فيه
بعث اليه تهنئة حارة



شيد وهلم في غوتنجن معمل كيميائياً كبيراً ، فطارت شهرته في جميع الآفاق ، وهرع
طلاب الكيمياء إلى تالي العلم عليه . ومن هؤلاء اميركي يدعى جوت داورت استاذ الكيمياء
في كلية اوبرلين الاميركية . فلما عاد جوت الى اميركا حمل معه نبأ الكشف عن معدن
الألومنيوم الفضي السيف الوزن . كان جوت يميل الى التحدث مع طلابه عن هذا المنصر
المجيب ، والمقادير الكبيرة منه في صخور الأرض ، والثرة العظيمة التي يمكن جنبها من
استنباط وسيلة رخيصة لتحضيره . وإذا كان يقول هذا القول في أحد الأيام ، غمز أحد
الطلاب رفيقه وقال : « معرف يكون تحضير الألومنيوم بفتي » . كان هذا الطالب هو تشارلز
مارتن هول . وفي ٢٣ فبراير ١٨٨٦ أتى الفتى هول الى استاذو بحبه من معدن الألومنيوم
المحضر بطريقة كهربائية رخيصة كان قد استنبطها . فكان ذلك مفتتح استعمال معدن الألومنيوم
في مئات الأغراض الصناعية ، وبنى هول الثروة العظيمة التي تبدأ بها استاذ جوت وهلم
مليونى جنبه منها في وصيته ، للمعهد الاميركية في الشرق الأدنى

وكذلك ربط سلك العلم بين وهلم الألماني وطالب العلم في الشرق الأدنى عن طريق جوت وهول الاميركيين !

من الغريب أن ليبج ووهلم، انصرفا عن ميدان العلم الجديد الذي فتحوه ، بعد أن أحرزا انتصاراتهما المظيمة الأولى . فأتجه ليبج الى كيمياء الزراعة وتبنيه في ذلك السر جون لوز الكيمياء الزراعي البريطاني ، وأسس محطة روثامستد للتجارب الزراعية ، وهي أشهر محطة في العالم من هذا القبيل . وانصرف وهلم إلى دراسة المعادن التي استهوت به في حدائقه فاستفرد البريليوم واليتريوم بعد استفراده الألومنيوم في صباه . وكاد يكشف الثناديوم ولكن الباحث سنستروم سبقه اليه فكتب اليه برزيلبوس في هذا الصدد . . . « ان الكيمياء الذي استنبط طريقة لصنع مادة عضوية لم تصنع قبلاً إلا في جسم حي ، يسهل عليه أن يتنازل عن شرف السبق إلى كشف عنصر جديد . فن المستطاع كشف عشرة عناصر جديدة من دون الاحتياج إلى ذرة من العبقريّة »

وفي خلال ذلك كانت الكيمياء العضوية تسير بخطوات الجبار إلى الامام . فذهب مرسيلان برتياو الفرنسي إلى النيلة وتعلم سرها ، إذ ركّب في معمله الحامض التمليك formic acid وهو من المواد العضوية ، وحضر كولب Kolbe الحامض التمليك من دون الاستعانة بالبكتيريا التي تحدث التخمير الحلي ، وصنع بركن الانجايزي صبغ « المرّف » أي البنفسجي ، فكان الأول في سلسلة الاصباغ العجيبة المستخرجة من قطران الفحم الحجري ، وكشف كيكوله عن تركيب البنزين ، ونفذ فون باير الألماني ، الى سر الصبغ النيلي ، فركبه تركيباً صناعياً ولا شرعت شركة الباديش في صنعه صنماً تجارياً ، قضت على زراعة النيلة في الهند

واطرد هذا التقدم واتسع بعد وفاة وهلم في سنة ١٨٨٢ . بل ان وهلم عاش حتى شاهد بأمر عينيه بعض العجائب في تركيب المواد العضوية التي تلت التركيب «اليوريا» . وحديث هذا التقدم شبيه بصفحات متزعة من غرائب الف ليلة وليلة . ففي ألمانيا قام أميل فشر ، بعد أن رفض العمل في تجارة الحطب بحسب طلب أبيه ، وركّب عشرات من المواد العضوية المعقدة في معمله الكيمياء . وقد كتب فشر عندما فاز بجائزة نوبل الكيمائية ، معرباً عن أسفه أن والده لم يعيش ليرى ابنه الخيالي ، فأزاً بهذه الجائزة

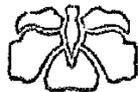
وفي سنة ١٩١٠ عرض كيميائي ألماني في نيويورك نموذجاً من «مطاط» مركباً صناعياً ولكن صنع المطاط صنفاً تجارياً لم يتمّ بعد . ولا تزال الجائزة التي عرضت حكومة السويد في سنة ١٩٢٨ أن تمنحها لمن يستنبط طريقة تجارية لصنع «المطاط» بالتركيب الصناعي ، محفوظة في خزنتها

ولم يحجم الكيميائيون العضويون فتقدموا لمباراة الاعضاء الحية في تركيب مفرزاتها ودرسوا مفرزات بعض الغدد الصم وركبوا الاينفرين (الادرينالين) سنة ١٩٠٦ والثيروكسين (افراز الغدة الدرقيّة) من قطران الفحم الحجري ، والانسولين (افراز الغدة الحلوة اي البنكرياس) الذي كشفه بانتنج ومكاود في جامعة تورنتو سنة ١٩٢٢ وعشرات بل مئات من العقاقير الجديدة التي كان صنعها وقفها على اجسام الحيوان والنبات

ان العقل ليقف حائراً امام مبدعات الكيمياء العضوية . فقد كانت الكيمياء قبل وهار وخلال حياته وبميدها وصينته الصناعة ، فأصبحت سيادة الطب ، وقد تكون سبيلنا للنفوذ الى سرّ النمو وربما الى سرّ الحياة نفسها

* * *

توفي وهار في السنة الثالثة والثمانين من عمره ، بعد مرض دام ثلاثة أيام فدفن في غوتنجن ، ونقش على قبره ، وفتحاً لرغبته هذه الكلمات : « فردريك وهار : ولد في ٣١ يوليو سنة ١٨٠٠ وتوفي في ٢٣ سبتمبر سنة ١٨٨٢ » . وقد كان مصاب العلم في تلك السنة مزدوجاً لأن تشارلز دارون صاحب مذهب النشوء والتطور كان قد سبق وهار الى دار البقاء قبل خمسة أشهر



مكسول

الطريق التي اختطها لها نيوتن، كان علماء الطبيعة يتصورون أن المادة حقيقة وان لا شيء فيها يتغير إلا حركتها. وان هذا التغير لا يطرأ عليها إلا في فضاء. فالحركة والمكان والزمان كانت دقائق الطبيعة الأساسية. لذلك أسند نيوتن الى المكان والفضاء صفة «الاطلاق» وفي النظام الكوني الذي ابتدعه نص على حقيقة أخرى هي التوى الحركة التي ينحصر فعلاً بين دقائق المادة، وحسب أن هذه القوى متصلة اتصالاً لا انفصام له بدقائق المادة وانها موزعة في الفضاء وفق ناموس لا يتغير

اما علماء القرن التاسع عشر فحسبوا أن هنالك نوعين من هذه الدقائق، الأول دقائق المادة المعروفة، والثاني دقائق الكهربائية، وحسبوا أن دقائق المادة، يفعل بعضها ببعض بقوة التجاذب وفقاً لنااموس الذي استخرجه نيوتن. وحسبوا كذلك أن دقائق الكهربائية يفعل بعضها ببعض بقوة

تحدّر مكسول من الناحية العلمية، من صواب فراداي، ثم اتصل عن طريق هرتز ولُدج بماركوف، وعن طريق ميكلسن ومورلي باينشتين. فلم الطبيعة الحديث لا يمكن أن يفهم إلا بمعرفة أهم الآثار التي خلفها هذا العبقرى. فهو في رأي أهل الرأي من أعظم علماء الطبيعة الرياضية

Mathematical Physics

في جميع العصور

روى الذين زاروا اينشتين في داره ببرلين، قبل هجره لها في اليهود الأخير، انه علق في صدر الحجرة التي يشتغل فيها، ثلاث صور هي

صور نيوتن، وفراداي، ومكسول. وما بقي من جدران الحجرة عاطل. والراجح انه اختار هؤلاء الثلاثة، لأن مباحثهم الطبيعية والرياضية تمثل الخطوات الثلاث التي خطتها الفلسفة الطبيعية قبل اخراجه نظريته النسبية وكانت السبل المؤدية اليها لما كانت الفلسفة الطبيعية سائرة في

J. CLERK
MAXWELL

١٨٧٩ - ١٨٣١

٥٧٥





تختلف كمكثف مرَّع المسافة . وكان نيوتن لا يميل إلى القول بالتفاعل بين الأجسام عن بُعد ، فاستنبط مذهباً ذرياً للضوء ، وقال ان الضوء ذرات أو دقائق صغيرة تنطلق من الجسم المضيء . ولكن علماء القرن التاسع عشر ، عرفوا أن سرعة الضوء واحدة لا تتغير ، وهذا لا يتفق ونواميس النظام النيوتوني ، لأنه نصّ فيه على ان الدقائق المتحركة مختلفة باختلاف القوى التي تحركها . فلماذا تشدّد دقائق الضوء عن هذا النظام ؟ لذلك استنبط المذهب التوجي في طبيعة الضوء وقيل ان أمواج الضوء ليست إلا تموجات في الفضاء . ثم فرض الأثير على انه الوسط الذي يتوجّج فلما جاء فراداي أدرك ينبوعه ، بل أحسّ بذلك الاحساس المرهف الذي يكشف الخفي ، وينفذ إلى المحجّب ، انه يتمدّد على القوى الطبيعية ، أن تفعل فعلا مباشراً بالأجسام البعيدة . فاذا دفع جسم مكهرب جسماً مكهرباً على مسافة منه . فهذا الدفع في نظره لم ينتج عن فعل الجسم الأول بالجسم الثاني مباشرة ، ولكنه حصل بواسطة ، فالجسم الأول يفعل بالفضاء حوله فعلا يمتدُّ أثره فيه إلى جميع الجهات . وحالة الفضاء هذه دعاها « الحقل الكهربائي » (electric field)

ثم جاء مكسول فابتدع المعادلات الرياضية التي بنت الجسر بين مذهب التموج في الضوء ومذهب التموج الكهربائي المغنطيسي الذي نصّ عليه فراداي ، فأصبح الضوء تموجات كهربائية مغناطيسية (كهرطيسية) . وظلّ هذا القول قولاً نظرياً إلى أن أثبت هرتز ولدتج وجود تموجات كهرطيسية وطريقة تبيينها ، وهي الآن أساس جميع المنون اللاسلكية

كان جيمز كلارك مكسول ، عالماً يجمع بين خيال لا يفوقه خيال فراداي ، وتبحر في الرياضة العالية - وهي لغة العاوم الطبيعية - قلّ من بدّه فيه . وقد نشأ نشأة تخالف كلّ المخالفة نشأة فراداي . فقد ولد وترعرع في بيت فضل وعلم وجاه ، وتلقى العلوم في جامعتين هما جامعة أدنبره وكمبرج . وظهرت عليه مخايل النبوغ وهو لا يزال فتى لا يعدو الخامسة عشرة من العمر ، إذ جعل ينشر باسمه رسائل علمية تنطوي على كثير من الابتكار ويحضر اجتماعات الجمعية الملكية الاسكتلندية في مدينة أدنبره

وكان من أساتيد رجل يدعى فوربز ، فأدرك أن الفتى مكسول من نوادر الدهر ، ففتح له أبواب عمله ، وأتاح له تجربة التجارب فيه ، فاغتنم الفتى هذه الفرصة وأضاف إليها مطالعة

كل كتاب علمي في مكتبة استاذة وفهم معانيه ، فلما كان في الخامسة والمشرين من العمر عين استاذاً في كلية مارشال في مدينة ابردين ، فأستاذاً في كلية الملك في لندن ، فأستاذاً في جامعة كبرج ، ومديراً لمعمل كافندش المشهور فيها بل هو الذي أنشأ بهبة من دوق ديفونشير واختط له السبيل

كان مكسول أول عالم ادرك قيمة الصورة التي ابتدعها فراداي لما دعاه بخطوط القوة (lines of force) ففسرها على نحو كان فراداي يعجز عنه ، لانه كان يجهل الرياضيات . أما مكسول فكان من أسيادها ، فافرح صورة فراداي في قباب رياضي . ويقال عن مكسول انه كان يقرأ وصف التجارب التي قام بها فراداي لاثبات التأثير الكهروطيسي ، بشيء من الخشوع الديني . وقد كتب عنه مقالاً للطبعة التاسعة من دائرة المعارف البريطانية ، اجمع العلماء على حسابها ابغ ما كتب في وصف ذلك العالم العظيم ومباحثه

واذ كان مكسول يشتغل بالناحية الرياضية من مكتشفات فراداي ، تبين له انه لا بد ان تحدث اضطرابات كهروطيسية في الفضاء ، في شكل أمواج . ثم ما لبث هذا الرأي حتى صار عنده بمثابة العقيدة ، فأمدّه علمه الرياضي بالوسيلة الى اقامة الدليل النظري على صحة ما يعتقد

كان مكسول يجاري فراداي ، ونيوتن من قبلهما ، في انه لا يميل الى القول بأن الأجسام تتفاعل عن بعد . وفي أول رسالة كتبها في هذا الصدد ، وصف تجربة صغيرة أصبحت مألوقة عند طلاب الطبيعة في هذا العهد ، إذ يأخذون قليلاً من برادة الحديد وينشرونها على ورقة رقيقة ثم يضعون تحتها مغناطيساً ، فتتنظم البرادة خطوطاً في شكل معين على سطح الورقة . فقال مكسول بعد ما وصف هذه التجربة : ان هذا الدليل على وجود القوة المغناطيسية يحدانا على الظن بأن خطوط القوة هي شيء حقيقي وانها اكثر من مجرد تفاعل بين قوتين مركز احدهما بعيد عن مركز الاخرى . ولا يسعنا الا الظن بانها حيث توجد هذه الخطوط لا بد من وجود حالة طبيعية او فعل طبيعي على جانب كافٍ من الطاقة لاجداث هذه الظاهرة (أي ظاهرة انتظام برادة الحديد)

من المعروف ان كل جسم مكهرب يحيط به مجال مكهرب او حقل كهربائي . وهو مجال

أو حقل يخالف الحقل المغناطيسي . فأخذ مكسول مباحث فراداي أساساً وشيّد عليها صرحاً عظيماً ، أو بالحري بنى لصرح فراداي أساساً من المعادلات الرياضية . فرض مكسول ان التيارات الكهربائية لها وجود مستقل في الفضاء . والمواد المعزولة . وكان هذا الفرض لاندحة عنه . واسند الى هذه التيارات كل الخواص التي تسند الى التيارات الكهربائية التي تجري في دورات كهربائية مغلقة closed circuits واذن فيجب ان تتصف هذه التيارات بقدرتها على احداث « حقل مغناطيسي » و « تيارات مؤثرة » induced علاوة على « حقلها الكهربائي » electric field

أخذ مكسول هذا الفرض أساساً فاستنتج منه بالأساليب الرياضية الدقيقة وجود الأمواج الكهربائية . قال ، اذا تغيرت قوة « الحقل الكهربائي » تغيراً دورياً في السمة والاتجاه كان لابد من حدوث موجة كهربائية . ثم طبق هذا الأسلوب من التفكير على الحقل المغناطيسي فترصّل الى القول بحدوث أمواج مغناطيسية . ثم بين ان كل موجة كهربائية يجب أن تصحبها موجة مغناطيسية وان كل موجة مغناطيسية يجب ان تصحبها موجة كهربائية ، فالواحدة مستحيلة من دون الأخرى . ثم اثبت بعد ذلك ان قوة الحقل الكهربائي عمودية على قوة الحقل المغناطيسي وان كليهما عموديتان على اتجاه التيار . واذن فهذه الأمواج مستعرضة تشبه أمواج الضوء وتغاير الأمواج الطولية الخاصة بالصوت ثم ظنير من البحث الرياضي ان السرعة النظرية لهذه الأمواج في الفضاء الفراغ هي سرعة أمواج الضوء

وقد كان هذا الاستنتاج الأخير ذا شأن خطير جداً لانه حمل مكسول على القول بان الضوء قد يكون شكلاً من أشكال الطاقة الكهربائية هنا بحث جايلز ، نظري كلّ النظري ، ولكنه اذا صحّت النتائج التي اسفر عنها ، يفضي الى اتساق عجيب في الظواهر الطبيعية التي كانت حتى عهد مكسول متعارضة متنافرة . وقد بسط كلّ ذلك في مؤلفه الكبير « المغناطيسية والكهربائية » الذي نشره سنة ١٨٧٣

فلنراجع الآن ما كان يعرف عن الضوء وطبيعته من الناحية النظرية ، لكي ندرك قيمة البحث الذي تمّ على يدي مكسول

كانت نظرية هو جنس الموجية في الضوء قد تنبأت على نظرية نيوتن الذرية Corpuscular. ففي تامليل استقطاب الضوء ، كان لا بد أن تكون موجات الضوء التي نصت عليها نظرية هو جنس موجات مستعرضة . ولكن الغازات والسوائل تتميز عن نقل الأمواج المستعرضة الأ على سطوحها ، لأنها لا تستطيع ان تنقل تحت السطح الأ ، راجعاً طولية والوسط الذي يستطيع أن ينقل امواجاً ايأ كان نوعها ، يجب ان يتصف بالمرونة . ولكن نوعاً خاصاً من المرونة يعرف بمرونة الشكل - وهي خاصة تتصف بها الجوامد - يصلح لنقل الأمواج المستعرضة . وهذا حمل السلامة فرال الفرنسي على القول بان الأثير يتصرف كأنه جسم جامد مرين

والاعتراض على هذا القول واضح لذي بصر . اذ كيف يمكن ان نملاً رحاب الفضاء بوسط من قبيل الجوامد المرنة ، من دون أن يعيق حركة الاجرام السماوية . فوقع العلماء في مأزق لا يعرفون كيف يخرجون منه . إن العقل لا يسأم بأن طاقة الضوء وطاقة الحرارة تنتقلان في الفضاء من دون وسط تنتقلان به . ولكن انتقالها امواجاً مستعرضة كان يقتضي ان يتصف هذا الوسط بخواص لا يسلم بها العقل كذلك

هنا دخل مكسول الميدان . فذا صحت نظريته في الأمواج الكهربية ، اصبح القول بوجود موجات ميكانيكية تنتقل في جوامد مرنة من نوافل القول ، اي اذا أخذ العلماء بنظرية مكسول بمد تهمةتها ، وجدوا فيها مخرجاً من ذلك المأزق

على ان مكسول لم يبلغ الأثير في نظريته ، لانه كان يحتاج الى وسط ينقل الامواج . وانما نصت على ان ما يشتمله الأثير ليس طاقة ميكانيكية ، بل طاقة كهربية ، ومما أبد قوله ان البحث الرياضي في نظريته اقتضى ان تكون امواجه الكهربية امواجاً مستعرضة ، اي من قبيل امواج الضوء

الآن ذلك لم يحل مشكلة الأثير . بل ان مكسول نفسه رأى بذكائه العجيب ، انه اذا كان للأثير وجود حقيقي فيجب ان يكون في وسع الباحثين استنباط طريقة لتبينه . وقد كتب مكسول قيسل وفاته كتاباً الى الاستاذ طُد (على ما جاء في عدد نايتشر ١٢ ابريل ١٩٣٠) قال فيه ان رصد أقمار المشتري من الأرض حين يكون المشتري في مواقع مختلفة قد يبين لنا هل تختلف سرعة الضوء في جهات مختلفة بسبب سير النظام الشمسي في بحر الأثير . وقد

اعترف مكسول في رسالته هذه بأنه ليس من علماء الفلك وأعرب عن ريبه في ضبط اوقات الرصد ضبطاً يكفي لتحقيق الغرض المقصود . ثم أعرب عن شكّه كذلك في فائدة التجارب التي تجرب على سطح الأرض لقياس الكمية الدقيقة التي يراد قياسها . وقد كانت هذه الرسالة التي تلاها الاستاذ ستوكس في الجمعية الملكية في ٦ يناير سنة ١٨٨٠ بهيئد وفاة مكسول ، الباعث الذي حمل الاستاذ ميكلصن على كتابة مقالة في المجلة العلمية الاميركية في اغسطس ١٨٨٠ مثبتاً فيها ان قياس هذه الكمية الدقيقة مستطاع بتجارب تجرب على سطح الارض . فجرب تجرّبه المشهورة باسم تجربة ميكلصن مورلي فأثبتا فيها ان لا فرق بين سرعة النور في اتجاه سير الارض وسرعته في اتجاه معاكس للاتجاه الأول

لنعد الآن الى امواج مكسول الكهرومغناطيسية

في تاريخ العلوم الطبيعية ثلاث نبؤات علمية كبيرة أو أربع ، حققت بالتجربة أو بالمشاهدة . فإكتشاف السيار نبتون ، وتمييز مرقمو ، وكتلتو ومساره ، على أيدي لثرييه وادمز قبل رؤيته في كبد الفلك احدها . واكتشاف بعض العناصر المجهولة وفقاً لما اقتضاه جدول مندليف الدوري وجدول الأعداد الذرية الذي وضعه روزلي ثانيها . والثالثة هي اكتشاف الامواج الكهرومغناطيسية التي اشار اليها مكسول . أما تحقيق النبؤات الخاصة بنظرية النسبية فراهها وهو قريب العهد منا . ونحن يهمننا الآن اكتشاف الامواج الكهرومغناطيسية ، لانه أيد نظرية من ابداع النظريات العلمية الحديثة ، كما أنه أفضى الى الفنون اللاسلكية على تنوعها وغرايتها وفائدتها

والرجل الذي يعرود اليه معظم الفضل في ذلك هو هينريخ هرتز الالماني

كان هرتز تلميذاً لملهميز العظيم . فاقترح الاستاذ على تلميذه في أحد الايام ان يحاول ان يثبت بالتجربة صحة الفرض الذي فرضه مكسول . فكان هذا الاقتراح يقتضي من هرتز أن يثبت وجود امواج كهرومغناطيسية متمصفة بالخواص التي اسندتها اليها نظرية مكسول

ذكر هرتز وهو مقدم على تجاربه ان جوزف هنري وهلمهانز كانا قد كشفا في العقد الخامس من القرن التاسع عشر ، ان تفرغ جرة ليدن (جهاز فيه كهربائية عملاً ويفرغ ويحدث شرارة لدي إفرغو) يحدث في ذبذبات سريعة متوالية . وكان فليكس سافاري قد سبقتها الى الاشارة الى هذا ، وتلاههما لورد كلفن فأثبت ان البحث من الناحية الرياضية يقتضيه . واذن

فتفريغ ملف تأثيري يجب ان يتم على منوال جرة ليدن في ذبذبات متوالية سريعة . فاذا كان هناك امواج كهروطيسية ، فتفريغ جرة ليدن او تفريغ ملفات تأثيرية يجب ان يولدها . فعمد هرتز الى تجريب التجارب بجرار ليدن والملفات التأثيرية

وكان هرتز جالساً ذات يوم في سنة ١٨٨٦ يجرب التجارب في معمله بمائتين من الاسلاك المعزولة واذ هو يجرب لاحظ انه اذا افرغت جرة ليدن في احد الملفين احدث فراغها ، تأثيراً في الملف الآخر ، البعيد عنه . فدهش لذلك أشد الدهش . ومضى في التجربة للتحقق ، فثبت له ان التأثير في الملف الثاني لا يقع إلا اذا كان في حاقمة الملف الأول فراغ صغير بين طرفيه - أي اذا كان الملف كالحاتم وقد احدثت فيه ثغرة صغيرة . ثم ثبت له كذلك ان فراغ جرة ليدن في الملف الأول يحدث تأثيراً في الملف الثاني ، ولو ابعد عنه بسداً لا بأس به . ثم نوع التجربة فأحدث ثغرة في الملف الثاني كالثغرة التي في الملف الأول ، ثم افرغ جرة ليدن في الملف الأول فقفزت شرارة بين طرفيه (عند الثغرة التي فيه) وقفزت كذلك شرارة مثابها عند الثغرة في الملف الثاني ، مع انه لم يكن ثمة أي اتصال سلكي بين الملفين . ثم جعل ينوع طول الثغرة في الملفين فوجد ان الملفين تجاربا في التأثير . فقفز الشرارة بين طرفي الحاقمة الاولى احدث اضطراباً ما أو ذبذبة ما في الفضاء ، فانتقل هذا الاضطراب أو هذه الذبذبة الى الملف القابل او اللاقط فأحدث فيه تياراً كهربائياً وثراً - اي قفز شرارة بين طرفيه الممزول احدهما عن الآخر فكان هذا الجهاز الاسلكي الاول

وكانت الخطوة التالية ، ان عني هرتز بدراسة الاضطراب الذي يحدث في الفضاء ، اي الذبذبات أو الأمواج التي تنتقل من الملف الأول الى الملف الثاني . فأثبت ان هذه الامواج تكسر وتستهطب وقاس سرعتها فوجدتها كسرعة الضوء تماماً . ثم بين أنها تتداخل (interference) كأموال الضوء . ان هذه الأمواج التي تنتقل في الفضاء على اثر تفريغ جرة ليدن تتصف بجميع صفات الأمواج الضوئية ، والفرق الوحيد بينها وبين الأمواج الضوئية ، انها كانت أطول كثيراً من أمواج الضوء . فقد وجد هرتز في هذه التجارب الاولى ان الأمواج الكهروطيسية التي تولد من جهازه طولها مائة قدم . أما امواج الضوء فيختلف طول الموجة منها من ٤ اجزاء الى ثمانية اجزاء من عشرة آلاف جزء من المتر ($\frac{4}{10000}$ الى $\frac{8}{10000}$ من المتر) والبوصة - وهي $\frac{1}{13}$ من القدم - تساوي ٢٥ ملتراً و $\frac{4}{10}$ المتر

وكذلك تحققت نبوءة من أعظم النبوءات العلمية في العصر الحديث ، فأفضى تحقيقها الى تقدم عملي عجيب في الخطابات الالاسلكية ، ثم الى تحول نظري اعجب في نظرية النسبية ومقتضياتها

وُلد جيمز كلارك مكسول في ادنبره في ١٣ يونيو سنة ١٨٣١ وكان ابوه محامياً يتسلى بالتجارب العلمية في اوقات فراغه . وكان الابن في حدائته شديد الحياء يتلمشم اذا وجه اليه المعلم سؤالاً ، فظن خطأ ، أنه بليد العقل ضعيف الفهم ، ولكنه لم يلبث ان تغلب على شدة حيائه فتفوق على جميع اقرانه وفاز بجائزة الرياضيات . فغارب ابوه وصار يصحبه معه الى الاجتماعات التي تعقدتها جمعية ادنبره الملكية . وبدأ الفتى مباحثته العلمية وهو في الخامسة عشر من عمره ، اذ قرأ الاستاذ فوريز في الجمعية المذكورة رسالة مكسول موضوعها « طريقة ميكانيكية لرسم الاشكال الكارتية البيضوية » . ثم عني بدرس استقطاب الضوء . ولبث ان هذا الجهد العقلي الكبير ، مضافاً اليه جهد القيام بما يطلب منه كتلميذ حمالاً جسمه مالا يستطيعه فاعتات صحته . ولما كان في السادسة عشرة من عمره ، بدأ الخلاف بينه وبين والده ، فقد كان هو يرغب ان ينقطع للمعلم وكان والده يريد ان يحمله على تعلم الحمامة . فغاز الابن وأرسل سنة ١٨٥٠ الى جامعة كمبردج . وفيها وقف معظم وقته على مساعدة رفيق له كانت تجاربه في الضوء قد كفت بصره ، فغاز الطالب في امتحانه ولكن الجهد أضعف مكسول فأصيب بحصى دماغية دامت شهراً كاملاً

ودخل بعد ذلك كلية ترنثي وخاض الميدان الذي اكتشف فيه اعظم مكتشفاته -- نعني الامواج الكهربية المغنطيسية - وكان قد أخرج درسه للكهربائية حتى ترسخ قدمه في الرياضيات فبدأ بعد دخوله كلية ترنثي يدرس مباحث فراداي ، وأخذ يرأسه ليفوز منه بكل ما يعرف عن الموضوع . وكان له في كمبردج مثقف خاص يدعى هبكنز ، فادرك كما أدرك فوريز من قبل ، ان هذا الفتى ، الغريب الاطوار ، عبقرى ولا بد ان يرقى الى مصاف العظماء من العلماء . وقد وصفت به قوله : « يتعذر عليه أن يفكر تفكيراً غير سليم في موضوعات الطبيعة »

ومن المباحث العلمية التي خاضها قبلما تعرّض لبحثه العظيم ، موضوع حلقات زحل فأثبت انها ليست مناطق جامدة أو سائلة بل هي مؤلفة من نيزكات ، وكان وهو في كمبردج يعني

كثيراً بفهم أفعال الأحياء من ناحية قواعد الحركة و يروى عنه أنه كان يرمي الهرة من النافذة لينهم السبب في سقوطها على أقدامها . ولما اجتمع مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٦٠ قرأ رسالة عظيمة الشأن في نظرية برنولي القائلة بأن الغازات مؤلفة من دقائق عديدة متحركة متصادمة . فأثبت مكسول في رسالته ان سنتمتراً مكعباً من الهواء على درجة عادية من الحرارة يحدث فيه ثمانية آلاف مليون اصطدام بين دقائقه . و يروى انه حضر يوماً اجتماعاً للجمعية الملكية ، فلاحظه فراداي وهو خارج إذ رآه سعيّاً واجههور يزعم الباب فقال له مشيراً الى بحثه في دقائق الغازات « اذا كان ثمة من يستطيع ان يتبين طريقة في جهور مزدحم فهو أنت » . وله مؤلف عظيم الشأن في الحرارة ومباحث وتجارب بديعة في « اللون والالوان الأساسية في الطبيعة » منح عليها مدالية ومفرد من الجمعية الملكية

فما تقدم يتبين لنا أن عبقرية مكسول العالمية لم تكن عبقرية محدودة بل انه أضاف الى ابتكاره العجيب في العلوم ، مقدرة عجيبة على تبسيط بعض نواحيها تشهد بذلك محاضراته في مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٧٣ وكان موضوعها « الجزئيات » ، ومحاضرة ريد التي القاها في كبردج قبيل وفاته في « التلفون » ، وكتابه الصغير الذي عنوانه « المادة والحركة » وفي سنة ١٨٦٦ دعي لاقاء الخطبة البيكرية فجعل موضوعها « لزوجة الغازات » وكان الى ذلك متمكناً من الآداب القديمة ، وله في ميدان الشعر الانكليزي قصائد وشذور لا بأس بها

واعملت صحته في سنة ١٨٧٧ فقضى سنتين يتقلب على فراش الألم صابراً مطمئناً قبل أن تُدرسته الوفاة في كبردج سنة ١٨٧٩



ميكلسون

عينين براقبتين ، وذقن مربعة وجبهة عالية هادية الطبع ، وديم النفس خجولاً ، تكاد تحسبه موسيقياً أو مصوراً ، بل كان كثيراً ما ينصرف عن دراسة اسرار الطبيعة دراسة علمية الى لوحة يصور عليها بالألوان ما يستهويه من مشاهدتها

كان ميكلسون يشبه اينشتين شهماً غريباً في حياته وسداجته . قيل انه لما منح ميكلسون لقباً فخرياً من جامعة كبرديج صعد الى المنبر ليسلم البراءة فظن الجمهور انه سرف ياتي خطبة علمية رائعتة ولكنه بعد تسليم البراءة تلفت قائلًا ذات

اليمين وذات الشمال قلناً اضطربا وهو لا يدري ما يفعل ، ثم عاد الى كرسيه من دون ان ينبس ببنت شفة . وهذا يذكرنا بما روي عن اينشتين وهو انه كان مرة في ضيافة أحد عظماء الانكليز فوضع هذا خادماً خاصاً تحت تصرف العالم العظيم ، فلم يذعه مرة واحده لمعاونته في شأن من شؤونه . وكانت مداوم

لوم يطلب الى مدرس حديث العهد بالتعليم في معهد انابولس البحري بالولايات المتحدة الاميركية ان ياتي محاضرة في « الضوء » نقضى العلامة ميكلسون ايامه الاخيرة على الارض اميرالاً او ضابطاً بحرياً متقاعداً . ذلك ان جانباً كبيراً من معارفنا الطبيعية الحديثة قائم على التجارب التي جربها ميكلسون في أول عهده بالتعليم في معهد انابولس البحري أو يستند الى آلة « الانتروفرومتر » التي استنبطها ، لقياس اقطار النجوم السحيقة التي لا يمكن قياسها بالأساليب المألوفة . بل

ان نظرية النسبية نفسها نشأت من تجربة ميكلسون مورلي المشهورة . وكل هذا يمكن الارتداد به ، الى تلك المحاضرة الاولى التي طالب اليه القاؤها

ظل ميكلسون حتى وفاته مكباً على البحث الذي بدأ به حياته ، اي قياس سرعة الضوء . كان في شيخوخته ربعة القائمة ، ذا

ALBERT A.
MICHELSON

1852 - 1931

أينشتين قد اصرت عليه ان يأخذ معه صندوقاً لأمتعته عدا حقيبتها المألوفة فأخذه فلما عاد الى داره ببرلين فتحت الصندوق فوجدته على حاله

ولد ميكلسن في بلدة ستروبولو ببولونيا سنة ١٨٥٢ وهاجر والداه الى الولايات المتحدة لما كان في السنة الثانية من عمره ، فقطنا بلدة في ولاية نفاذا وهي من الولايات الغربية ، وتلقى مبادئ القراءة والكتابة في مدارسها ثم انتقل الى مدرسة عالية في سان فرانسكو وكان رئيس تلك المدرسة ممن عرفوا بتوخي الدقة التامة في كل ما يفعله ، شديد الوطأه على تلاميذه في ما يتصل بدروسهم . على انه مال كل الميل الى الفتى ميكلسن اذ توسم فيه النجابة والذكاء فوجه عناية خاصة الى تعليمه مبادئ العلوم وخصوصاً مبادئ الرياضيات

وجاءه في أحد الايام كتاب من ابيه ينبئه فيه ان لولاية نفاذا حقاً في ارسال احد ابنائها لتلقي الدوام في المدرسة البحرية بوشنطن ، وان هذا التعيين يتم المتفوق في امتحانات وضعت خاصة لذلك ، وطلب الى ابنه ان يجيء عاصمة نفاذا ويتقدم لاجتياز هذه الامتحانات لكن الفتى لم يهمه هذا الامر فكتب الى ابيه كتاباً بسط فيه رأيه فكان جواب الوالد تفرافاً موجزاً يأمره فيه بالحضور حالاً

تقدم ميكلسن الى الامتحانات وتفوق فيها مع فتى آخر ، فلم يستطع اولو الامر ان يمينوا احدهما اعتماداً على نتيجة الامتحان لانهما كانا متعادلين فنظروا في الامر من وجه آخر . ذلك ان والد الفتى ندى ميكلسن كان قد خاض غمار الحرب الاهلية ولم يكن في بسطة من العيش تمكنه من الاتفاق على تعليم ابنه التعليم العالي فعيّن ابنه في المدرسة البحرية

على ان والد ميكلسن كان قد وطن نفسه على تعيين ابنه ايضاً فزار عضو ولاية نفاذا في مجلس الشيوخ ، وكان تعيين الطالب من تلك الولاية في يده فقال له هذا ان التعيين قد تم وليس في استطاعه تعيين طالب آخر تلك السنة . لكنه عرض عليه ان يكتب رسالة الى رئيس الولايات المتحدة ، وفي يده تعيين عشرة من الطلبة ، فيحملها اليه ابنه لعلها تعود بفائدة ما

وكان الجنرال غرانت رئيساً حينئذ فقبل ميكلسن البو الرسالة بعد ان قطع بها الولايات المتحدة من غربها الى شرقها فأحسن الرئيس وفادته ولكنه قال له ان الاماكن التي في يده تعيين الطلبة فيها قد وعد بها عشرة من الطلبة . لكنه لم يقطع للفتى حبل الأمل فبعث به الى وزير البحرية لعله يجد له طريقة تمكنه من دخول المدرسة فقال له الوزير انتظر ريثما يتم احد

الطالبة امتحانه . فاذا لم يجزه عينت مكانه . فبقي في وشنطن ينظر ما يكون من امر الطالب وبلغه في أحد الأيام انه رسب في الاستحان لكن المسؤولين أجازوا له ان يتقدم لامتحان ثان ، فجازته وثبت تعيينه . فلم يبق لدى ميكلصن إلا ان يحزم أمتعته ويهود أدراجه . واذا هو يستمدُّ للرحيل وقد ارسل حقيبة أمتعته الى المحطة جاءه ضابط من ضباط وزارة البحرية وأنبأه ان الرئيس قد خرج على التقليد الذي جرى عليه اسلافه وأمر بتعيينه

ترى من يستطيع أن يقيس خسارة العلم لو أن القطار سافر قبل وصول هذا الضابط ، أو لو ان الجنرال غرانت لم يسوغ لنفسه مخالفة ما يجري عليه أسلافه ؟ !

درس ميكلصن في المدرسة البحرية سنتين أتمَّ فيها دروسه . وكانت المدرسة حينئذ في حاجة الى مدرس يدرس فيها مبادئ الفيزياء . فوقع اختيار الاميرال سمن عليه فكان شأنه في تدريس هذا العلم شأن كل معلم مبتدىء يعين لتدريس فرع من فروع العلم لم يختص بدرسه أو لم يهتم به اهتماماً خاصاً . وعرف ميكلصن موطن الضعف فيه فكان يدرس الدرس كما يدرسه التلاميذ ويقراً بضع صفحات تالية له حتى يكون طرفاً بما سيجيء . ولما كان نظام التدريس قائماً على توجيه الأسئلة الى التلاميذ عن محتويات الدرس المعين لهم سهل عليه السير في عمله . ثم تغير اسلوب التدريس فطاب اليه ان يمدَّ خطباً يلقيها على الطلبة ويذكر فيها ما لم يكن مذكوراً في الكتاب الذي يدرسه ، فحس هذا الطلاب على التوسع في البحث . وفيما هو يعد خطبه هذه استرعت اهتمامه الأساليب التي يستخدمها العلماء لقياس سرعة الضوء فخطر له أن يجرب احداها أمام الطلبة قرناً للعلم بالعمل . ولكن لم يخطر له على الاطلاق مباراة العلماء في ذلك . فأنفق جنينهم من ماله الخاص لشراء بعض المواد لأن ميزانية المدرسة لم يكن فيها مالٌ مخصص لمثل هذه التجارب

جرب اسلوب فوكول بعد ما غير فيه تغييراً يسيراً فوجد ان قياسه هو لسرعة الضوء اكثر ضبطاً ودقة من القياس الذي كان مقبولاً لدى العلماء حينئذ . ونشر نتيجة تجاربه فاذا به في ليلة وضحاها قد ذاع اسمه بين العلماء وقُبات نتيجة تجاربه عندهم . فشجعه هذا على الماضي في عمله ، وكان البحث في الضوء قد فتنه فعزم أن ينقطع له

واستقال من التدريس في المدرسة البحرية سنة ١٨٧٩ وبقي في وشنطن يشتغل بالتقويم البحري ثم سافر الى اوربا في أوائل سنة ١٨٨٢ ف قضى سنتين يدرس ويبحث في جامعات برلين

وهيدلبرج وباريس . واما عاد من اوربا عُين استاذاً للطبيعات في مدرسة كايس للمعلوم العملية
وبقي في منصبه هذا ست سنوات ثم انتقل الى جامعة كلارك ، فبقي فيها ثلاث سنوات استاذاً
للطبيعات أيضاً ثم دعي الى جامعة شيكاغو ليؤسس دائرة المعلوم الطبيعية فيها . وقد استقال من
هذا المنصب سنة ١٩٣٥ وانضم إلى علماء معهد باسادنيا الذي يرأسه ولكن لسكي يشرف على
تجارب ، الغرض منها التدقيق في قياس سرعة الضوء في الهواء والفضاء

وعين سنة ١٨٩٢ عضواً في مكتب الموازين والمقاييس الدولي في باريس . وسنة ١٨٩٧
في مصلحة الموازين والمقاييس الاميركية . وسنة ١٩٠١ رئيساً للجمعية الاميركية الطبيعية . وسنة
١٩١٠ رئيساً لمجمع تقدم المعلوم الاميركي . ونال جائزة نوبل للطبيعات سنة ١٩٠٧ - وهو
أول اميركي نالها - وميدالية كوبلي من الجمعية الملكية ببلاد الانكليز . والوسام الذهبي من
جمعية الفنون بلندن سنة ١٩٢١ والوسام الذهبي من الجمعية الفلكية الملكية بلندن سنة ١٩٢٣

اعلّ غاليليو غاليلي أول من حاول أن يعرف هل سرعة الضوء محدودة أو غير محدودة؛
ولكن الآلات التي استعمالها في تجربته لم تمكنه أن يحكم هل انتقال الضوء من نقطة الى
أخرى يستغرق وقتاً ما . وفي سنة ١٦٧٦ أشار الفلكي الهولندي روير الى أن الفرق بين
دوري خسوف المشتري بأحد اقماره ، قد يكون سببه اختلاف بعد الأرض عن المشتري وهو
اختلاف ينشأ عن شكل فلك الأرض حول الشمس . وعليه فالضوء يستغرق وقتاً في اجتيازه
مسافة ما . وقد حسب روير ان سرعة الضوء هي في حدود ١٩٢ الف ميل في الثانية . ثم جاء
فيزو Fizeau سنة ١٨٤٩ وكورنو Cornu سنة ١٨٧٤ واستعملوا عجلة مسدنة لقياس سرعة
الضوء ، على مسافات قصيرة، وتلاهما فوكول ، فاستعمل طريقة المرآة الدائرة التي أخذها ميكلسن
وانتقنها حتى أصبحت غاية ما يستطيع في دقة هذا القياس . ومبدؤها فيما يأتي :

تُصنع عجلة ذات اثني عشر ضلعاً متساوياً ويقام على كل ضلعٍ مرآة . ثم تُدار العجلة
بسرعة معينة لنقل انهما ٣٥٠ دورة في الثانية فتكون كل مرآة قد انتقلت من مكانها الى مكان
اخرها في جزء من ٤٢٠٠ جزء من الثانية . ثم تقام هذه العجلة على جبل وينصب على جبل
آخر مقابل له مرآة عاكسة . ولنقل ان البعد بين الجبلين ٢٢ ميلاً تقاس بطرق دقيقة بعلمها
مهندسو المساحة . ثم يبعث بشعاع من النور من الجبل الأول متجهة الى الجبل الثاني الذي

عليه المرآة العاكسة . وتكون هذه المعجزة دائرة بسرعتها المعروفة . فذهب الشعاع من الجبل الأول إلى الجبل الثاني اذ تكون المرآة رقم واحد مواجهة للمرآة المقابلة . واذ تقع الشعاع على المرآة الثانية تنعكس عن سطحها إلى المرآة الدائرة فتصيب المرآة رقم ٢ فيها . فتكون الشعاع قد قطعت المسافة بين الجبلين ذهاباً وإياباً في الوقت الذي استغرقه انتقال المرآة رقم واحد من مكانها وحلول المرآة رقم ٢ محالاً أي في جزء من ٤٢٠٠ ، جزء من الثانية . والنتيجة الحاصلة من ضرب ٤٤ ميلاً في ٤٢٠٠ أي ١٨٣٨٠٠ ميل هي سرعة الضوء . هذه هي الطريقة وعمادها ضبط قياس المسافة بين المرآة الدائرة والمرآة الثانية على الجبل المقابل وضبط سرعة المرآة الدائرة . وقد بلغت سرعة الضوء مقيدة بهذه الطريقة سنة ١٩٢٤ - ١٨٦٣٥٩ ميلاً وهذا الرقم يحتمل زيادة يسيرة أو نقصاً يسيراً

اما سرعته في الفضاء فكان ميكلسن يحد لها تجربة قبيل وفاته هي من معجزات الهندسة والعلم . ذلك انه بنى في سنتي ١٩٢٩ و ١٩٣٠ انبوباً ضخماً طوله نحو ميل وقطره ثلاث أقدام ومصنوع من الحديد المنضن (شبيه بالصاج المموج) وهو تسعون قطعة ، طول كل قطعة منها ستون قدماً ، وفي طرفي الأنبوب أربع غرف طول كل منها ست أقدام وعرضها خمس أقدام وعلوها خمس أقدام . والغرض من هذه الغرف إقامة الأجهزة لقياس سرعة الضوء وهي كالأجهزة التي استعملت لقياسها بين قمتي جبلين . وقطع الأنبوب ماحومة احداها بالأخرى لحاماً محكماً ، حتى اذا فرغ الأنبوب لم يتطرق الهواء الى داخله من منفذ ما . وكذلك الألواح التي بنيت منها الغرف . فاذا تم البناء على المنوال المتقدم في مسطح من الأرض افرغ الأنبوب والغرف المتصلة به من الهواء بالآتين خاصتين لهذا الغرض وقيست سرعة الضوء بطريقة المرآة الدائرة لمعرفة سرعته في الفراغ . وكان ينتظر أن يتم بناء الأدوات جميعاً في أوائل سنة ١٩٣١ لما كان اينشتين ضيف ماركس وميكلسن في كاليفورنيا لكي يشرفوا عليها . ولكننا لم نقرأ في الصحف العلمية أن التجربة تمت في وقتها ، ولعل بعض الحوائل الهندسية حالت دون ذلك فبات ميكلسن ولم ينجزها

في بدء المقدم التاسع من القرن الماضي !ا كان ميكلسن يدرس في ألمانيا خطرله أن يبحث في المسألة التالية : هل يبقى الوسط المعروف ، تواضماً ، بالأثير ، والذي تسيير فيه أمواج الضوء

في الفضاء مستقرًا إذ تسير الأرض فيه ، أو هل تهجر الأرض الأثير معها ، كما تهجرُ عربة مسرعة ، غلافًا من الهواء معها ؟

ولقد قلنا من قبل أن وراء الإكتشاف والاستنباط المقدره على تعرف مشكلة تتطلب الحل ، والبراعة في توجيه السؤال على وجه يفضي الى اكتشاف أو استنباط

ومن يُنكر الآن أن ميكلمن بلغ أقصى حدود هذه المقدره في توجيه السؤال المذكور . من ينكر ذلك وقد بُني على المباحث النظرية والعملية التي قام بها هو وغيره من أساطين العلم للإجابة عنه - - وخصوصاً تجريبه المشروقة بتجربة ميكلمن مورلي - بناء علم الطبيعة الحديث وبوجه خاص ناحية النظرية النسبية منه ، ومقتضياتها العلمية والفلسفية

ما كاد هذا السؤال يرتسم في ذهن الأستاذ ميكلمن حتى وضع خطة لتجربة تمكنه من معرفة حركة الأثير اذا كان الأثير يتحرك مع الأرض . ذلك انه قرر أن يتناول شعاعة ضوء ويشقها الى شعاعتين ويبعث بالواحدة في اتجاه سير الأرض ، وبالأخرى في اتجاه معاكس لاتجاه الأولى . ويضع على بُعد معين من نقطة ارسال الشعاعتين مرآتين تردان الشعاعتين الى نقطة ارسالها . والفرض من ذلك أن سير الأرض في اتجاه واحد مع إحدى الشعاعتين يجب أن ينقص سرعة ضوء الشعاعة في ذلك الاتجاه ، بتقدير سرعة الأرض . وسيرها في اتجاه عمودي لسير الشعاعة الأخرى لا يؤثر في سرعة هذه الشعاعة ، أو بالأحرى يؤثر تأثيراً طفيفاً جداً بالقياس الى تأثيره في الشعاعة الأخرى . واذن فيجب أن يكون في استطاعتنا قياس هذا الفرق اذا كان ثمة فرق . وقياسه يقوم بمراقبة هاتين الشعاعتين المرتدتين الى نقطة ارسالها . فاذا وصات إحداها قبل الأخرى حصل معنا ما يسمى في علم الضوء تداخلاً نورياً نستطيع بتعيين مقداره أن نستنتج سرعة الأرض المطلقة بالنسبة للأثير

ولا يخفى أن الضوء يقطع نحو ١٨٦ الف ميل في الثانية فقياس الفرق بين سرعتي شعاعتين تقطعان بضعة أمتار عمل دقيق كل الدقة . ولذلك استنبط ميكلمن آلة سماها الانترفرومتر ليس هنا مجال وصفها ، وهي التي مكنته من ذلك ، وقد كانت في رأيه آيته العلمية الكبرى . وقد حاول أولاً أن يقيس سرعة الأرض في بحر الاثير بهذه الطريقة ، وبواسطة الانترفرومتر ، لما كان يشتغل في معمل هاميلتن الطبيعي ببرلين . ولكن اهتزاز أرض المدينة الناشئ من العربات والقطارات التي تسير في شوارعها جعل نتائج التجربة مما لا يعتمد عليه . فنقل الجهاز الى

بوتسدام ومع ذلك ظلت نتائجه مشكوكاً فيها . فلما عاد إلى اميركا استعان بزميله الاستاذ مورلي وبنى انترفرومترًا كبيراً في مدرسة كايس بمدينة كايفلند اوهايو ، وحرصا كل الحرص على منع الخطأ أن يتطرق اليها فدهشا إذ أسفرت التجربة عن وصول الشعاعتين معاً ، مما يستنتج منه أن سرعة الضوء واحدة في كلا الاتجاهين ، وهذا مخالف لما كان متوقفاً ، جريباً على قواعد العلم المسلم بها حينئذ . وقد أعيدت هذه التجربة بواسطة ملر ومورلي في كايفلند وبواسطة ميكلسن في شيكاغو فكانت كل اعادة للتجربة تؤيد نتائج التجربة الأولى

ومما هو جدير بالذكر أن اللورد كلفن صرح امام مؤتمر علماء الطبيعة الدولي المنعقد في باريس سنة ١٩٠٠ ان « القيمة الوحيدة في سماء نظرية الاثير ، هو نتائج التجربة التي قام بها ميكلسن وأعوانه »

وكان العالمان نورنتز الهولندي ونيكولارد الارلاندي قد أبانوا انه يمكن التعليل النتيجة الغربية التي أسفرت عنها تجربة ميكلسن ، اذا حسبنا أن حركة الأرض (وما عليها) في الاثير تنسب أبعاد الأجسام الممتدة في جهة هذه الحركة - أي تقصر قطر الأرض الشرقي الغربي وطول الأجسام الممتدة شرقاً وغرباً . ولكن قامت في رجه هذا التعليل « التقلعي » صاحب عالمية جهة اضطربت العلماء أن يعدلوا عنه ، خصوصاً وانه بحد ذاته لا يملل إلا هذه الظاهرة وحدها من دون أن يشمل تعليل أية ظاهرة علمية أخرى . وهذا النقص جوهرى في التعليل العلمي إذ ما فائدة تعليل ينطبق على ظاهرة طبيعية فردة فاذا ما أخرجته عنها النية فاحلاً بجهداً .

ومن أجل هذا كاه بنى اينشتين نظرية النسبية سنة ١٩٠٥ إذ قال ان المصاعب التي نشأت من تجربة ميكلسن يمكن اجتيازها بقولنا « ان تحديد السرعة المطلقة في الطبيعة مستحيل بأية تجربة من التجارب » . هذا هو منشأ النسبية وكل ما بني عليها من مباحث اينشتين المتتالية ومباحث أعوانه ومؤيديه . وقد أشار اينشتين إلى ذلك في الخطبة التي خطبها عند زيارته كليفورنيا في أوائل سنة ١٩٣١ ، إذ توجه في أثناء الكلام إلى ميكلسن واعترف له بفضل السبق في مباحث الطبيعة التي أفضت الى نظرية النسبية وما يتصل بها

قلنا ان ميكلسن استنبط الانترفرومتر ليستعمله في معرفة سرعة الأرض في الاثير ولكن لم يلبث حتى استعمله العلماء في قياس أقطار الكواكب البعيدة قياساً مباشراً . فقرن بتاسكوب مرصد جبل واشنطن وقيس به قطر النجمة المعروفة بنكيب الجوزاء في كوكبة الجبار فاذا قطرها

٢٤٠ مليون ميل أي اذا وضع مركز قرصها فوق مركز قرص الشمس وصل محيطها الى فلك المريخ . ثم استعمل في قياس المسافات بين نجمي كوكب مزدوج فثبت أن كثيراً من النجوم التي كانت تحسب منفردة هي في الواقع نجوم مزدوجة

ثم لا يخفى أن المتر المقياس هو المسافة بين خطين مرسومين على قطعة من البلاستيك والاريديوم محفوظة في وعاء زجاجي مفرغ على درجة معينة من الحرارة في بلدة سينتر قرب باريس . ولكي يعين طول هذا المتر تعييناً لا يُدسى ولا يزول مهما تقلب الحوادث على المتر المقياس قضى ميكلفن سنة في باريس يحاول قياسه بأموج الضوء الاحمر المنبعث من طيف عنصر الكاديوم . وفي هذا العمل ما فيه من الدقة المتناهية . فأسفر البحث عن ان طول المتر المقياس يساوي ١٥٥٣١٦٣ و ٥ الموجة من خط خاص في نور الكاديوم الأحمر . والآن قد يسرق المتر المقياس أو قد يصهر في ثورة أو حرب ولكن ذلك لا يهم لأن إعادة بنائه سهلة بناءً على قياس ميكلفن الذي لا يحتمل من الخطأ أكثر من جزء من ثلاثة ملايين جزء

* * *

كتب الاستاذ ميلكن العالم الاميركي الكبير مقالاً عنوانه «قيمة ميكلفن الاقتصادية» أبان فيه أن مباحث ميكلفن لا تقوم بمال، لأن جل فائدتها هو في توجيه الافكار وفتح ميادين جديدة للبحث . وفي مقدمتها ميدان علم الطبيعة الجديد الذي بُني على تجربة ميكلفن مورلي كما بينا سابقاً . ولعلَّ مقام تجربة ميكلفن في تاريخ الفكر لا يقلُّ أثراً عن مذهب كوبرنيكس . فهذا انتقل بالانسان من حسابان أرضه مركز الكون إلى حساباتها سيَّاراً يدور مع سيَّارات أخرى حول الشمس . ومذهب النسبية بعد بالانسان عن حساباته نفسه مدار الطبيعة . فهو بعد اليوم لا يستطيع أن يقول أن المقاييس الطبيعية التي يقوم بها يجب أن تمتدَّ الى كل نواحي الفضاء . بل أخذ يدرك أن جميع المقاييس نسبية ، ولكل عالم مقاييسه الخاصة . وهي فكرة هي تعودناها كانت ذات أثر كبير في اتجاه التفكير العلمي



لنغهيور

ما يصيبه من الحقائق عن القوة الطبيعية التي يتبينها في بيئته . وكان شديد الولع ببناء الأشياء وتفكيكها ثم باعادة بنائها . فلما أرسل الى مدرسة عامة في بروكلن ، نفر من غرفة المدرس ، لأنه كان يفضل أن يعيث في معامله ، أو يقات أخاه بأسئلته الحسائية على الانتظام في فرقة مدرسية

وكان أخوه الأكبر - آرثر - قد تخرج من جامعة كولومبيا ، وقرر أن يسافر الى اوربا وينتظم في جامعة هيدلبرج الالمانية . لتوسع في دروسه العلمية . فعزم الوالدان أن يصحبا ابنتهما الأكبر الى اوربا .

كذلك اتبع لارنغ ، وهو في الحادية عشر السفر الى باريس حيث لبث أخوه في مدرسة داخلية يدرس الكيمياء قبل الانتظام في جامعة هيدلبرج . وكان الفتى يتربص بزيارات أخيه بفارغ صبر ، ليستمع الى قصص البحث العلمي التي تقع له ، فكانت هذه القصص تفتن لبة ، فيجلس في خلال سرد لها مشدوهاً

لما ولد موزلي كان في إحدى ضواحي نيويورك فتى في السادسة من العمر . ولكنه على الضد من موزلي لم ينجب من أسرة اشتهرت بالعلم بل كان والده قسًا هجر اسكتلندا الى كندا ثم هبط منها الى الولايات المتحدة الاميركية . أما أسرة والدته فان تجد فيها لدى البحث ما يحملك على توقع النبوغ العلمي في أخلاقها

وكان لنغهيور في حدائنه يكثر من توجيه الاسئلة الى والديه وأخوته عما يحيط به من الحوادث والأشياء ، ولا يقنع إلا بالجواب الشافي الذي يصيب لب المسألة .

IRVING
LANGMUIR

1881 - 1957

1881

« اذا يغلي الماء في الابريق ؟ » و « لماذا يسقط المطر ؟ » . وكان أخوه آرثر يدرس الكيمياء فكان الفتى ارنغ ينهال عليه بأسئلة فيجيب عن بعضها ويعجز عن الباقي . فلما كان أرنغ في التاسعة من عمره صنع معملًا صغيراً في « طابق » بيتهم الأرضي . وكذلك نشأ الفتى يخزن في عقله ، من أيام طفولته وحدثاته ،

كأنما أخذ بسحر ساحر . فلما كان في الثانية عشرة طلب أن يُمدَّ له مهمل للبحث العلمي ، فسكنه أخوه من تلبية طلبه ، فكان يقضي فيه ساعات متوالية يجرب التجارب المذكورة في كتاب علي اتباعه . وكان الشقيقتان صديقتين . وفي ذات شتاء اصطعبه شقيقته الى سويسرا فتوفلاً احدي قم جبالها ، فاعجب ارفع بهذا الضرب من الرياضة ، وردَّ لو يسمح له ان يتوكل كل القمم التي على مقربة من الفندق . فعارض في ذلك والده اولاً ، ثم اذناً له ، لما وعد ان يسير في سبيل مطروق لا يجيد عنه وان يرسم خرائط ورسوماً لكل ما يشاهد . كذلك صعد هذا الفتى ، وهو في الثالثة عشرة من عمره ، في جبال سويسرا . وكان التصعيد في قمة واحدة ، يقتضي احياناً جهداً كبيراً خلال يومين او ثلاثة ايام فأصاب في ذلك مرانة جسدية وخلقية

عادت اسرته الى اميركا ، بعدما قضت ثلاثة أعوام في اوربا - اتمَّ شقيقته في خلالها دروسه في جامعة هيدلبرج - وشهد ارفع في ختامها ماتم باستور في باريس - فكان ذلك المشهد طبع في ذهنه بخطوط من نور ونار . وانتظم بعد عودته في كلية فيلادلفيا ، فانت لروائيه انه يعرف كل ما يعرف من الكيمياء . ولما عثر في أثناء ذلك على كتاب في « حساب التمام والتفاضل » ، فتحه وطالع فيه فقال لشقيقته ، « انه كتاب سهل » . وفي السنة التالية حضر المدرسة التي كان شقيقته يدرّس فيها الكيمياء ثم تخرج في مدرسة المناجم بجامعة كولومبيا وسافر الى المانيا ليدرس على الاستاذ نرنست Nernst في جامعة غوتنجن التي اشتهرت بافعال وهلمر Weehler في الكيمياء الحيوية . وبعد ما قضى ثلاث سنوات في المانيا ، عاد حاملاً لقب دكتور في الفلسفة ، وجعل يدرّس الكيمياء في معهد هوبوكن على مقربة من نيويورك . وفي صيف سنة ١٩٠٩ ذهب الى مدينة سكنكتدي حيث انشأت الشركة الكهربية العامة « داراً للبحث العلمي » فعزم على ان يقضي عطلة الصيف في هذه الدار

وكان يدير تلك الدار رجل يدعى الدكتور وايس وتني Whitney وهو رئيس سابق للجمعية الاميركية الكيميائية ، ومن رواد البحث العلمي في الشركات الصناعية . كان الدكتور وتني زعيماً غريب المذاهب . ذلك انه لما اقبل لتعمير عليه ، لم يعين له بحثاً معيناً يكتب عليه في الحال ، بل اقترح عليه ان يقضي بضعة اسابيع ، يطوف ارجاء الدار ، ويراقب الباحثين فيها . فتمت لتعمير اذ فعل ذلك . فتمنَّ لأن عيناً بشرية لم تقع على مشاهد اغرب من المشاهد

التي وقمت عليها عيناه . فهنا رجال يحاولون النهوض الى اسرار العلم والصناعة ويرشدهم رجل خبير بأخلاق الرجال ، عالم بأحوال المادة

وفي اثناء تجواله استرعى انتباهه امر معين ، كان يهجر الباحثين ، فمال الى البحث فيه . ذلك ان الباحثين حينئذٍ ، كانوا يحاولون ان يصنعوا من عنصر التنجستن ، السريع التكسر سلكاً ليناً لا ينكسر ، سهل مدّه ، لكي يستعمل في المصابيح الكهربائية . وكانوا قد اعدوا مئات النماذج من سلك التنجستن وكانت كلها الاثلاثة منها سريعة التكسر لا تصلح لهذا الغرض المعين فذهب الى الدكتور وتني وطالب اليه ان يعين له البحث في موضوع هذا السلك . فقد كان غرضه البحث في تصرف الاسلاك متى اُحيت الى درجة البياض في مصابيح مفرغة من الهواء . ما السبب في تكسر كل هذه الاسلاك بعد تجربتها وبقاء ثلاثة منها من دون تكسر؟ وكان لنعميور رأى بين الساحر السر في كل ذلك قبل الشروع في البحث ، فلما شرع في البحث لم يضع الوقت في التنقيب على غير هدى ، بل سار تراً الى صحجة الصواب . ذلك انه حسب ان بعض الغازات التي تمصها الغازات هو منشأ ضعفها . فقبل وتني اقتراح لنعميور وجعل في متناول يده كل وسائل الدار العلمية والصناعية . لأنه ادرك بنظرته الثاقبة ان هذا المعلم رجل من جبلة غير عادية

وأقبل لنعميور على البحث ، وقد استخدمه الفرح بتحقيق الاحلام . ما اعظم الفرق بين عمله هنا وعمله الصغير الذي انشأه في حدائمه بمساعدة شقيقه ! بل ما اعظم الفرق بين هذه المعامل الحديثة والمعامل التي في جامعة غوتنجن ! ان هذه الدار معقل - بل هي حرم للعلم ! كان لنعميور ينتظر ان يرى - بحسب نظريته في ان الغازات هي مصدر ضعف التنجستن - مقدراً يسيراً من الغاز يخرج من الاسلاك المحمية في المصابيح الزجاجية . ولكن الذي بهته على الدهشة العظيمة ان مقادير كبيرة جدا من الغاز خرجت من اسلاك التنجستن لدى احاطها في مصابيح مفرغة . وكان كثير المطالعة ، يماثي العلم في سيره الخيبي ، فتذكر ما قرأه لطمسن - مكتشف الالكاترون - عن مقدرة بعض الغازات على امتصاص الغازات واطلاقها متى اُحيت . وهذا سلك التنجستن يخرج لدى احاطه غازاً يزيد مقداره سبعة آلاف ضعف على حجم السلك الذي خرج منه

وانقضت عطلة الصيف ، ان عمله في المدرسة يوجب عليه الخروج من هذا الفردوس العلمي

والعودة الي فرقة التدريس مع ان بحثه لم يطل زمنًا كافيًا لاثبات صحة ما ذهب اليه . ولكنه كان على الطريق

وكان الدكتور وتني يزور لنغميور بالما ، ويراقبه في خلال البحث ، فمجب لما يبدو في بحثه من توفد ذهن وسرعة خاطر ومرونة اصابع . ورأى فيه مقدرة ، كأنها الوحي ، تسير به توفًا الى صميم الموضوع . كانت براعته في التصور والتخييل المبنيين على الحقائق المشاهدة من وراء العقل البشري العادي . بل انه كان يستطيع ان يتصور نتائج البحث ، قبل أن يتناول الأدوات الممدة للتجربة !

فقال وتني في نفسه : « من الحسارة أن تتخلى عن رجل يستطيع أن يبدي النظريات من دون أن يفقد تقديره للحقائق المثبتة » . فلما آن وقت الرحيل ، عرض عليه أن ينتظم في سلك الباحثين في تلك الدار . لأن مكانه في المدرسة يملؤه معلم آخر . فتردد لنغميور أولاً رغبة في ان يكون منصفًا لرئيس المدرسة قبل ان يقبل عملاً يحقق مئتي شابه ! وتردد كذلك لأنه لم يدر هل من الانصاف أن ينفق مال شركة كبيرة في بحث علمي قد لا يقضي إلى شيء عملي ؟ وكاشف وتني بذلك فرد عليه : « ان بقاءك لا يقتضي أن يفضي ببحثك الى نتيجة عملية » . فعزم لنغميور في الحال ان يقبل ما عرض اليه ولبث في سكنكتدي

كان الدكتور وتني يعتمد ما يستفاده المهندسون الأمريكيون المشتغلون بصناعة المصابيح الكهربيّة ان صنع المصباح الأمثل يتم بالحصول على اكل فراغ ممكن داخل المصباح . ولكن لنغميور لم يسلم بذلك . بل على الضد منه ، جعل يملأ مصابيح التجارب بغازات مختلفة ليدرس فعالها في السلك ، لانه يهتدي الى الباعث على قصر حياة المصابيح الكهربيّة بوجوه عام . واستخلص من ذلك مبدأ عامًا في البحث جرى عليه : قال : « اذا ظننت انه يمكن الحصول على نتيجة طيبة باجتناّب بعض عوامل مفسدة ، وكان اجتناب هذه العوامل متعذرًا أو صعبًا كل الصعوبة ، فيحسن أن تقوي فعل هذه العوامل حتى تزيد علمًا بها وفعالها »

فاخرج لنغميور كل الغازات التي كان سلك التنجستن قد امتصها ، ولكنه بدلًا من ان يفرغ المصباح من أي غاز فيه حتى لا يكون هناك اكسجين يحرق السلك ، ملأه بغازات غير فعالة . واختار النتروجين والارجون لذلك ، لأنهما لا يتحدان بعنصر التنجستن ولو بلغت الحرارة درجة البياض . كذلك قضى لنغميور سنوات يجرب التجارب في مصابيحها ، وفي تناول يده

ما يشاء من مال وأعوان . لأن مدير الدار كان يعتقد ان كل تطبيقات العلم نشأت من الرغبة في الاطلاع على ما هو خفي . وتاريخ العلم في نظره دليل مسلسل للحوادث يثبت ذلك . ومن أشهر حوادثه ، اشتغال مكسول بالضوء من الناحية الرياضية الفلسفية وصكيف أفضى الى التطبيقات اللاسلكية في هذا العصر

انقضت ثلاث سنوات ، ولم يخرج لنفميور أي تطبيق عملي ، يستحق أن يذهب به الى رئيسه قائلاً « ان هذا الاستنباط يوفي الشركة الأموال التي أنفقتها في تجاربي » . ولكن وتني لم يسأله في ذلك ، ولا الشركة طالبت وتني به . فمضى لنفميور في بحثه حتى أتقن المصباح الكهربائي اللامع الحديث ، الذي سلكه من فلز التنجستن ولبوسه مملوء بغازي النتروجين والارجون فوفر بذلك نحو مليون ريال كل ليلة على الأمة الاميركية مما تنفقه على الاضاءة فقط ؟ فلما وصف مباحثه لارباب العلم التطبيقي قال : ان استنباط المصباح المملوء بالغاز كان نتيجة مباشرة للتجارب التي جرتها في درسي للايدروجين في حالته الذرية . فاني اذ احميت أسلاك التنجستن في غازات على ضغط عادي لم يكن لي أي غرض غير هذا البحث النظري «

• • •

ومع ذلك فان درسه للايدروجين في حالته الذرية في خلال ١٥ سنة مكنته في سنة ١٩٢٧ من استنباط « شعلة الايدروجين الذري » للحم الفلزات التي لا تصهر الا على درجات عالية جداً من الحرارة

بدأ لنفميور مباحثه العلمية في دار تابعة لشركة صناعية - ولا يزال فيها حتى الآن - وكان الغرض الأول ايجاد طريقة تمنع تكسر سلك التنجستن . على أن النتيجة العملية التي وصل اليها لم تكن الا فرعاً للمباحث النظرية التي كانت تسترعي كل عنايته . ففي خلال المباحث النظرية في الغازات كان لنفميور مهتماً كل الاهتمام بما يقال عن بناء الذرة . وكان يماشي التقدم في هذه الناحية من علم الطبيعة بدقة وعناية . بل انه يحسب ان تاج مباحثه هو نظريته في شكل بناء الذرة ، التي نسمجيا من خيوط معارفه الكيميائية والطبيعية الواسعة

كانت طبيعة تركيب الذرة مجهولة في ذلك العهد ، وكانت طائفة من العلماء قد حاولت انتزاع هذا السر من صدر الطبيعة فبات بالفشل . كان لورد كافن - بعد اكتشاف الالكترتون - قد تصور الذرة عدداً من الالكترونات المتحركة في كرة من الفضاء المكهرب كهرة

موجبة . وجري طمس على الفكرة نفسها : فحسبها تدور في دوائر متمركزة حول النواة ولكن الصورة التي وضعها لم تفـ بالفرض لأن العلماء لم يتمكنوا من أن يملأوا بها بعض الظواهر المتناقضة . ثم تلا ذلك رأي رذرفورد في ان الذرة كالنظام الشمسي ، فالنواة في المركز هي الشمس والالكترونات تدور حولها كالسيارات وهو أفلاك اهلياجية . فلم يلبث العلماء حتى صدقوا عنها لتقصها وجودها

ان في تاريخ الارتقاء الانساني ازمنة تقود فيها الطبيعة العقل البشري الى الاعتقاد بأنها قد اسفرت له عن محيائها وباحث له بأسرارها ، فإذا هي وقد هزأت منه واختفت وراء نقاب كثيراً ما يكون شفافاً ، فكأنها كانت تغريه حتى ينفضي اليها الركائب ويرهف كل قواه للتنسيق بين أسرارها المتنافرة

بين الذين سمعوا الصوت الذي بعثته الطبيعة ، لما أخفق كلمن ، وطمس ، ورذرفورد ، في ستباط صورة للذرة اتى بما تطلبه الحقائق النظرية والمشاهدة ، فتى "دماركي" اسمه نياز بور Bohr كان ابوه عالماً وشقيقة رياضياً . فحسب من الدمارك الى كبردج ، ودرس على طمس ثم انتقل الى منشستر ، ودرس على رذرفورد ، وفي سنة ١٩١٣ نشر مقالة في المجلة الفلسفية عنوانها « بناء الذرات والجزيئات » خرج فيها على النظام العلمي القديم ، وسلم بمذهب بلانك بان الطاقة ذرية البناء كالمادة Quantum theory ، ورسم للذرة صورة تجمع بين صورة رذرفورد ومبدأ بلانك . قال ان ذرة الايدروجين مثلاً هي الكترون واحد يدور حول نواة في فلك اهلياجي فاذا أقلق هذا الالكترون في أثناء دورانه ، بفعل قوة خارجية - كأشعة المهبط او الاشعة السينية او حرارة عالية - قفز من فلكه الى فلك اقرب الى النواة . وفي أثناء قفزه تشع الذرة ، قدرأ يسيراً من الطاقة ، فكل ذرة في حالة استقرار لا يبدو منها ما يبين وجودها ، فاذا زالت حالة الاستقرار قفزت الالكترونات من افلاكها فتشع *

وقد شبه الدكتور فري هذه الصورة بما يأتي : قال لنفرض اننا خارج ملعب رياضي وان منطقة المدو حول الملعب مقسمة الى أربعة مسالك وان بين المسلك والآخر حول الملعب حاجزاً خشبياً عالياً . ثم لنفرض اننا وضعنا جواداً في المسلك الخارجي وأطلقنا له العنان فجعل يعدو ، ولكننا لا نراه لانه يعدو بين حاجزين . ثم نراه فجأة وقد قفز فوق الحاجز الى المسلك الثالث وعدا فيه ، ثم قفز الى المسلك الثاني وعدا فيه . ثم قفز الى المسلك الاول وعدا فيه .

فتمحن لا نراه الا قافزاً فوق الحاجز الخشبي . وكل قفزة تمثل في الذرة قفز الكترون من فلك الى فلك وكل قفزة تمثل اشعاع قدر يسير من الطاقة

بهذه الصورة للذرة الايدروجين عُلِّ « بور » الظاهرات الغريبة التي كانت مستمرة عن افهام العلماء ، وأيده في ذلك الباحثون ، فقال الجزء على بحثه جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩٢٢ وكان في اميركا عالم متوقد الذهن واسع الاطلاع يدعى لوس - جابرت نيوتن لوس - وُلد في ماستشوستس ودرس في جامعات نبراسكا ، وهارفرد ، وليبتزج ، وغوتنجن . في سنة ١٩٠٢ - اي قبل ان يخرج طمس صورة الذرة التي رسم فيها الالكترونات في حلقات متمركزة حول النواة - تصور لوس الذرة شكلاً مكعباً . وكان لوس من العلماء الذين يميلون الى التلاعب بالآراء والصور الخيالية ، فوضع ، في سنة ١٩١٦ قبل سفره الى فرنسا رئيساً لقسم الحرب الكيميائية في الجيش الاميركي ، رسالة تحسب الآن أساساً لبناء الذرة المستقر الذي توسع فيه لنغميور وعدله من بعد . قال لوس : في كل ذرة نواة لا تتغير ، وحول هذه النواة مكعبات تحتوي على عدد متباين من الالكترونات ، في أماكن معينة . وكل ذرة تميل الى ان يكون لها الكترون واحد على كل زاوية من مكعبها . والذي جعل لوس على اقتراح هذه الصورة لبناء الذرة معارفه الواسعة في الالفة الكيميائية والبناء البلوري كانت معرفتنا ببناء الذرة ، على ما تقدم ، لما اقبل لنغميور غازياً لهذا العالم الصغير . فقد كان ثمة تناقض عظيم بين الصورة التي رسمها بور للذرة والصورة التي رسمها لوس . فعلماء الكيمياء لم يروا في صورة بور ما يكفي لتعليل الظاهرات التي يمالجونها هم . لانهم يطالبون ذرة تمكثهم من تفسير الظاهرات الكيميائية كالالفة والكفاءة Valence وغيرها . فلما انقضت الحرب وضع لنغميور نظرية جديدة ، وفق فيها بين الرأيين

حاول لافوازييه ، الكيميائي الفرنسي الشهير ، من مائة وخمسين سنة ان ينفذ الى السبب في اختلاف تصرف العناصر . لما اذا نرى عنصر الكالور شديد الفعول حالة ان النروجين والذهب لا فعل لها ، او ان فعلها ضئيل جداً ، حتى على درجات عالية من الحرارة . ولكن لافوازييه خاب في تحقيق ما يصبو اليه . ثم عمد الى ذلك برزيابوس وغيره ، وظلت المسألة سرّاً مغلقاً الى العصر الحديث

على ان لنفيمور ، المهندس وصاحب الرؤى العلمية ، رأى في الصورة التي رسمها لوس
مخرجاً من هذا المأزق وتعميلاً لمسألة الالفة الكيميائية . فوجد في الغازات التي تناولها في بحثه
لدى معالجة مسألة التنجستن والمصباح الكهربائي خير معوان له على حل المقدمه . كان عنصر
الهلبيوم - عدده الذري ٢ - والنيون - عدده الذري ١٠ - عنصرين مستقرين استقراراً كيميائياً
اي لا فعل كيميائي يذكر لهما . واذن فالالكترونات خارج النوى في ذرات هذين العنصرين
يجب ان تكون مركبة تركيباً مستقرًا يجهل فعل العنصرين الكيميائي ضميماً او معدوماً . فتصور
لنفيمور ذرة الهليوم مركبة من نواة (بروتونات والكترونات في كتلة واحدة) وحولها الكترونات
يدوران في كرة مفرغة حول النواة . والمسافة بين الكرات المفرغة المختلفة في الذرات الممتدة
جانبها مساوية للمسارات بين الافلاك في ذرة بور .

فذهب لنفيمور الى ان ذرة لها الكترونات يدوران حول نواتها في كرة مفرغة هي ذرة
مستقرة . اما الايدروجين فليس له الا الكترون واحد في ذرته ، فهي اذاً تميل الى ان تكمل
بناءها حتى يصبح مستقرًا فتجذب الكترونات من ذرة اخرى . وهذا سرُّ فعل الايدروجين
الكيميائي . كذلك النيون . ان ذرته مركبة من كرتين مفرغتين (الكرة المفرغة في صورة الذرة
تخيالية إما تستعمل لتبين ان الاالكترونات التي تدور في داخل الكرة المفرغة تدور في مستوى
واحد حول النواة) ففي الكرة الداخلية الكترونات - وهو بناء مستقر - واما الكرة
الخارجية ففيها ثمانية الكترونات وهو بناء مستقر كذلك . فذرة النيون مستقرة ليس لها
الفة كيميائية او فعل كيميائي . اما العناصر التي أرقامها الذرية بين اثنين وعشرة فهي عناصر غير
مستقرة ، وهي لذلك عناصر فعالة ، وشدة فعالها مختلفة باختلاف عدد الاالكترونات في كرتها
الثانية . فعنصر الليثيوم مثلاً رقمه الذري ٣ أي له ثلاثة الكترونات خارج نواته ، اثنان منهما
في الكرة الأولى وواحد فقط في الكرة الثانية . فذرة الليثيوم تميل أن يكون بناؤها الخارجي
مستقرًا ، فتنخلى عن الكترون واحد لذرة أخرى تتحد بها وتبقى هي وحول نواتها الكترونات
- وهو بناء مستقر . وميل الليثيوم الى فقد الكترونه الخارجي يجعله من العناصر الكيميائية
الفعالة . كذلك الفلور - ورقم الذري ٩ أي ان له تسعة الكترونات خارج نواته - له
الكترونات في كرتيه الداخلية وسبعة في كرتيه الخارجية ، فهو اذاً تميل الى استكمال كرتيه
الخارجية بأخذ الكترون من أي عنصر آخر ، وهذا يجعله شديد الفعل الكيميائي

قلنا ان الهليوم هو العنصر المستقر الأول وبيننا طريقة بنائه بحسب مذهب لنغميور . وان النيون هو العنصر المستقر الثاني وبيننا طريقة بنائه كذلك . والعنصر المستقر الثالث في قائمة العناصر بحسب جدول موزلي ، هو عنصر الارجون ورقه الذري ١٨ . قال لنغميور : لذرة العنصر ثلاث كرات ، في الداخلية منها - أي اقربها الى النواة - الكترونان ، وفي الثانية ثمانية الكترونات وفي الثالثة ثمانية الكترونات كذلك - وكل من هذه الكرات بناء مستقر لا يميل إلى الأخذ ولا إلى العطاء . وإذا فالعنصر نفسه غير فعال من الناحية الكيميائية

فالالفة الكيميائية في نظار لنغميور ، ترتبط بحالة الكرة الخارجية ، التي تحيط بنواة ذرة ما وعدد الالكترونات التي فيها . والعدد الكامل في اية كرة خارجية - عدا الكرة الأولى - يجب أن يكون ثمانية . فإذا كان عدد الالكترونات في الكرة الخارجية قليلاً فالذرة تتخلى عنها في طلب الاستقرار . وإذا كانت أكثر فانها تتطلب ما يكملها حتى تصبح ثمانية . فهي في الأولى تمير غيرها الكتروناتها وفي الثانية تستمير الكترونات من غيرها . وفي الحالتين تكون من العناصر الفعالة اما الغازات فمن الطائفة الأولى وأما غير الفلزات فمن الطائفة الثانية . لذلك يتحد عنصر فلزي بعنصر غير فلزي ، فيتولد من اتحادهما مركب كيميائي مستقر

وكان لنغميور أصاب عدة عسافير بحجر واحد . فالصورة التي رسمها للذرة لم تفسر الالفة الكيميائية فقط ، تفسيراً مقبولاً بل فسرت كذلك الكفاءة الكيميائية وهي الغضة استعمالها أولاً الكيميائي الانكليزي فرنكلند في منتصف القرن الماضي ، للدلالة على مقدرة العناصر المختلفة على الاتحاد بغيرها . فكأنه تصور ذرة العنصر الفمالي لها اذرع كأذرع الأخطبوط تمسك بها بذرات العناصر التي تتحد بها ، وان لذرة العنصر الواحد ذراعاً واحدة ولذرة العنصر الآخر ذراعين ولذرة عنصر ثالث ثلاث اذرع . وقد ظل علماء الكيمياء محيرين في تمايل هذه الظاهرة الى ان عالمها لنغميور اذ قال ان مقدرة كل ذرة على الاتحاد بغيرها (أي كفاءتها الكيميائية) متوقفة على عدد الالكترونات في كرتها الخارجية . فالكلور - وفي كرتها الخارجية سبعة الكترونات يحتاج الى الكترون واحد لا كمال كرتها - فكفاءته الكيميائية واحد ، وهو الواقع . والايديروجين كفاءته الكيميائية واحد كذلك . وعليه فمن أسهل ما يكون ان تتحد ذرة ايديروجين بذرة كلور ومن اتحادهما يتولد الحامض الايدروكلوريك

ثم ان صورة لنغميور لتركيب الذرة التت ضواً كشافاً على معنى النظائر Isotopes وهي العناصر التي تتشابه في صفاتها ومكانها من الجدول الدوري ، ولكنها تتخالف في وزنها الذري فثمة عنصر الرصاص رقمه الذري ٨٢ ووزنه الذري ٢٠٧٫٢ وثمة رصاص ينشأ من الراديوم بعد ما يتم اشعاعه ورقم الذري ٨٢ ولكن وزنه الذري ٢٠٨ فهذان النوعان من الرصاص متشابهان في خواصهما ومكانهما من الجدول الدوري وانما هما مختلفان في وزنها الذري . وقد ثبت في السنوات الأخيرة ان لكثير من العناصر نظائر . فلعنصر الكلور نظيران والاكسجين ثلاثة وهم جراً . فلما نظر لنغميور في الموضوع عرف ان النظائر يجب أن تتشابه في عدد الالكترونات التي خارج النواة . واذن فيجب أن تتخالف في عدد البروتونات والالكترونات التي تتركب منها النواة . فلعنصر الكلور نظيران لكل منهما ١٧ الكترونات خارج النواة . أما النواة في أحدهما فتتركب من ٣٥ بروتوناً و ١٨ الكتروناً وفي الآخر من ٣٧ بروتوناً و ٢٠ الكتروناً . وهذا يعال الفرق في وزنها الذري

ولنغميور الآن مساعد لمدير ومامل البحث التي تجلّي نبوغه فيها . وقد تخلى رئيسه عن منصبه فرفض تولي منصب اداري لثلاثاً يلهو بتبعاته عن بهشه العائلي . انه يؤمن بقول هكسلي اذ قال : لو استطعت لمهدت امام العالم سبيل الاستعداد التام لعمله وانني لأزن كلماتي إذ أقول « انه اذا أتيح للأمة أن تشتري فتىً قد يصبح مثل وط او دايشي أو فرادي ، بمائة الف جنيه لكان رخيصةً كل الرخص » . وهذا لنغميور نفسه يوفر يبحث واحد من مباحثه ٢٠٠ الف جنيه على الأمة الاميركية كل ليلة . ولقد أعرب الرئيس هوفر عن مثل هذه الفكرة إذ قال : « ان علماءنا أغني مقنناتنا القومية التي نملكها ، كل مبالغ من المال ضئيل ازاء عمل هؤلاء الرجال . اننا لا نستطيع أن نقيس ما عملوه لترقية العمران ، بكل ارباح البنوك في جميع انحاء المعمورة... »

