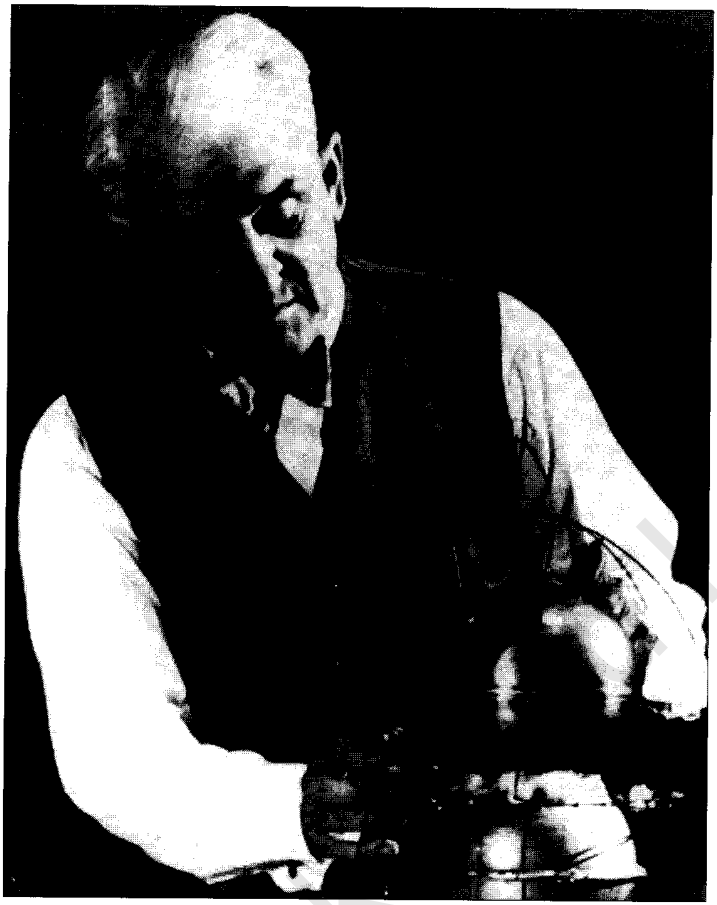
الفصل

3

الرابطة

كان الكالتيك مزدهراً، عندما عاد الزوجان بولينغ من إقامتهما الأوروبية في خريف 1927. فعدد طلاب المعهد كان قد ازداد حتى بلغ الـ600، بما في ذلك 100 من طلاب الدراسات العليا، وكان على لوحة الإنجاز مختبر لكل ما يتعلق بعلم الطيران. وكان التمويل قد وُضِع لبناء أكبر مرصد في العالم على جبل ولسون القريب. وكان تيار متدفق باستمرار من العلماء المحترمين من ضمنهم: ويرمز هايزنبرغ، آرنولد سومرفيلد، وآلبرت آينشتين، يزورون المعهد ويبقون الأساتذة والطلاب على صلة مباشرة بآخر المكتشفات العلمية. أما تمويل الأبحاث الأكثر ـ من ـ ملائمة والمقدم من مانحين أفراد ومن مؤسسات خيرية على السواء، فقد ضمنه حضور آرثر نويز ورئيس المعهد، عالم الفيزياء الحائز على جائزة نوبل، روبرت مليكان.

obeikandl.com



عالم الفيزياء الحائز على جائزة نوبل، روبرت مليكان الذي خدم كرئيس للكالتيك أكثر من 20 عاماً. في عهده نما المعهد ليصبح واحداً من معاهد البحث الرئيسية في البلاد.

إنه لمكان مثير بالنسبة إلى الأستاذ المساعد الجديد في الكيمياء النظرية لينوس بولينغ البالغ من العمر 26 عاماً. لقد كان فرحاً منفعلاً لحصوله على مكتبه الرسمي الأول (زاوية في مختبر الأشعة السينية) وطالبه الأول في الدراسات العليا (التكساسي، جـ. هولمز ستورديڤانت الذي سرعان ما صار صديق عمر)، وصفه الأول الذي يدرّسه «مدخل إلى الميكانيكا الموجية مع تطبيقات على

الكيمياء»). لقد كان فخوراً أي فخار بأن يصير زميلاً أكاديمياً لرجال كانوا أساتذته قبل سنتين فقط.

وسرعان ما أثبت بولينغ جدارته. ففي قاعة الدرس، بات يُعرف بالمدرس المثير والمحرض وكذلك كعارض رئيسي لأحدث الأفكار في فيزياء الكم. لكن ميدانه الحقيقي لإثبات جدارته إنما كان البحث. لقد عيّن أستاذه السابق روسكو دكينسون المسؤول عن تنفيذ برنامج علم البللوريات بالأشعة السينية، حيث أطلق ستورديڤانت للعمل في حل البنى البللورية الجديدة. وقد أنجز بولينغ بالاشتراك مع صاموئيل غودسميث، وهو طالب دكتوراه هولندي شاب كان قد التقاه في أوروبا، كتابه عن المطيافية: أي التحليل بواسطة المنظار الطيفي. كما كتب مقالة علمية طويلة حاول فيها تعريف الكيميائيين الأمريكيين بطريقة هايتلر ـ لندن بالنسبة إلى الرابطة الكيمياوية ـ أضاف إليها بعضاً من أفكاره الجديدة.

بذل بولينغ أقصى ما في وسعه كي يطبق أفكار هايتلر ـ لندن على الجزيئات الأكثر تعقيداً، لكن ليجد نفسه مباشرة وجهاً لوجه أمام طريق مسدود رياضياً. فطريقة هايتلر ـ لندن، تعتمد على تطبيق معادلة شرودينجر الموجية الصعبة على كل إلكترون في الجزيء ـ وهي عملية تثبط العزيمة حتى لدى تطبيقها على تفاعل ذرتين بسيطتين فكيف بتفاعل أكثر من ذرتين مركبتين؟ إنها مستحيلة.

مسألة أخرى لفتت انتباهه، وهو يعمل في تلك المسألة، إذ كان من المستحيل أيضاً استخدام علم البللوريات بالأشعة السينية في أي شيء ما عدا أبسط البنى الكيمياوية، نظراً لأن أي شيء أكثر تعقيداً يؤدي إلى أنماط انحراف معقدة للأشعة السينية، بل أنماط أكثر تعقيداً من أن تحل في تلك الأيام السابقة للحاسوب.

في كلتا الحالتين، كان بولينغ بحاجة لإيجاد تقريبات وطرق مختصرة تحدد العون للرياضيات الصعبة. هنا، اكتشف بولينغ الموهبة التي ستكون مفتاح نجاحه كعالم: لقد كان بارعاً جداً في تبسيط الأشياء.

كما كانت ذاكرة بولينغ القوية على نحو غير مألوف تمكّنه من اختزان كميات هائلة من المعلومات بحيث يشيد مكتبات ذهنية ضخمة من الحقائق في ميدان الكيمياء، علم البللوريات بالأشعة السينية، الرياضيات، والفيزياء. وبدلاً من أن يضيع بين أكوام الحقائق والأرقام التي اختزنها في ذاكرته، بدا بولينغ قادراً على التركيز على مسألة عينها، ليستجر المعلومات المتعلقة بها ـ أشبه نوعاً ما ببرامج المعطيات الأساسية لحاسوب هذه الأيام الذي، إذا ما أعطي كلمة المفتاح الأساسية للبحث، يمكن أن ينخل الكميات الهائلة من المعلومات ويستخلص السجلات المطلوبة.

غير أن الوصول إلى المعلومات لم يكن كافياً بحد ذاته، إذ كان على الحقائق المجمعة أن توضع معاً أيضاً

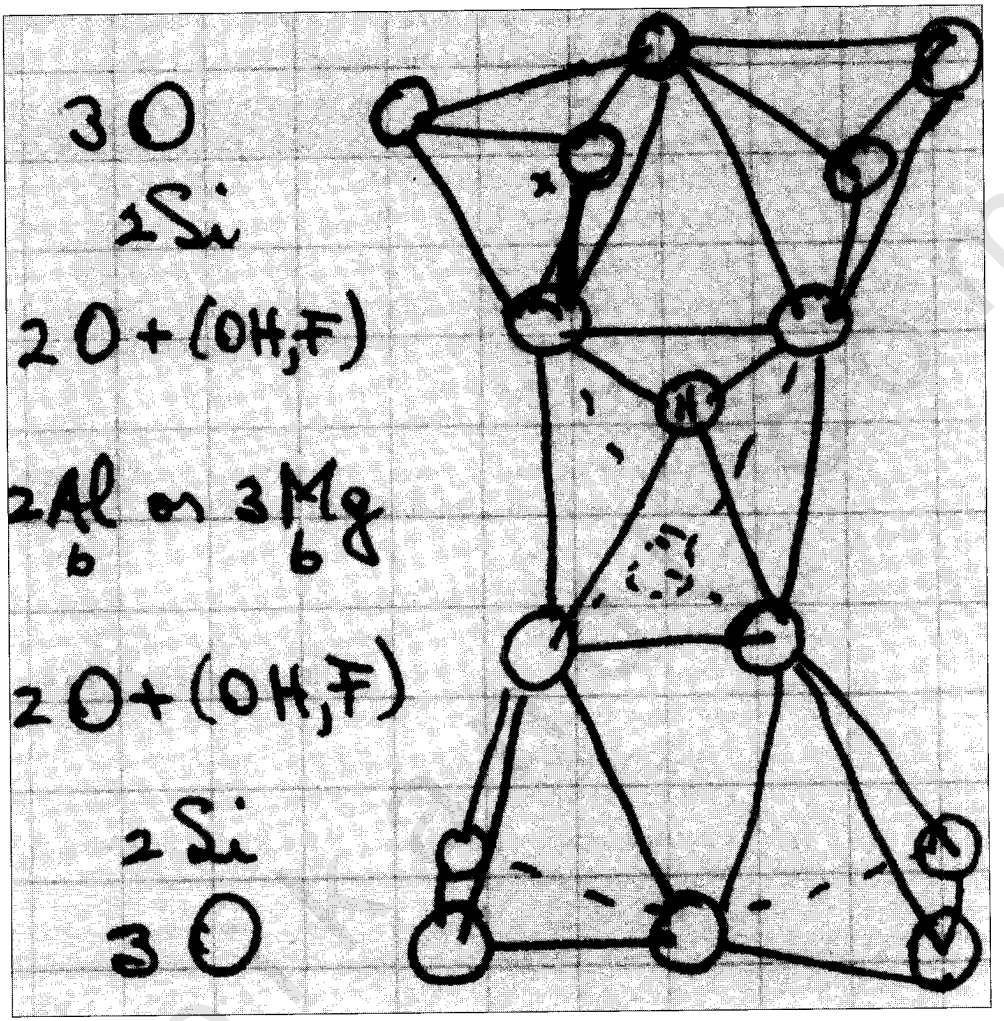
بالطريقة الصحيحة لكي تشكل جواباً. في 1928 كرّس بولينغ نفسه لحل البنى المعقدة لعائلة هامة من المواد المعدنية تعرف بالسليكات، من ضمنها التوباز، الطلق والميكا لقد كان يعلم أن من المحتمل أن تكون هذه المعادن مؤلفة من وحدات أساسية متكررة تتضمن عشرات الذرات وهي مسألة أعقد بكثير من أن تحل مباشرة بعلم البللوريات بالأشعة السينية. وهكذا، بدأ العمل عليها بالطريقة الأخرى، من الأسفل إلى الأعلى، وذلك بعدم التفكير بالبنية ككل ودفعة واحدة، وهو أمر مثبط للعزيمة، بل بتحطيمها إلى قطع أساسية.

كان بولينغ يعلم ماهية الذرات التي يتعامل معها. فالسليكات تتكون في معظمها من السليكون والأوكسجين مع نثار من الذرات المعدنية. وفي بريطانيا، كان أحد رواد علم البللوريات بالأشعة السينية، وليم لورنس براغ، يقوم بدراسة السليكات أيضاً، وكان براغ يفكر بذرات السليكات وكأنها قطع رخام مختلفة الحجوم في علبة، ذرات الأوكسجين والسليكون كبيرة تماماً، فيما ذرات المعدن أصغر بكثير. كذلك فكّر براغ أن ما يحدد بنية السليكات الأساسية هي الطريقة التي تتركب بها قطع الرخام الأكبر معاً، حيث يمكن للذرات الأصغر حينذاك أن تحشر بينها.

قرأ بولينغ ما كتبه براغ وقدره كل التقدير، لكنه فهم أيضاً أن براغ، عالم الفيزياء، قد فاته شيء هام.

فالكيميائيون من نوع بولينغ لم يكونوا يفكرون أن الذرات هي قطع رخام منفصلة يمكن أن ترتب نفسها بأي طريقة بل باعتبارها عناصر تترابط مع عناصر أخرى وفق نسب محددة.

فالسليكون، كما كان بولينغ يعلم، يشابه الفحم من نواحٍ كثيرة، بما في ذلك قدرته على الترابط مع ذرات أخرى. وقد دعا الكيميائيون قدرة الذرة على الترابط بالتكافؤ. وقد وجدوا أن لكل من الفحم والسليكون تكافؤاً أساسياً هو أربعة ـ أي يحتمل كثيراً أن يترابط، وبطريقة مستقرة، مع أربع ذرات أخرى في آن واحد. كما كان بولينغ يعلم أيضاً أن الفحم عندما يترابط مع أربع ذرات أخرى فإنه يفعل ذلك بطريقة تشكل هرماً رباعي الجوانب يدعى رباعي السطوح، ذرة الفحم في الوسط منه فيما الرؤوس في أعلى الهرم وقاعدته تشكلها الذرات الأربع الأخرى. وكان ثمة أدلة على أن السليكون يتشكل وفق الشكل ذاته: كذلك كان بولينغ يعلم أن ذرات الأوكسجين في البللورات غالباً ما تتشكل ثمانية ـ الأسطح، وهو الترتيب ذو الشكل ـ التكعيبي، مع العناصر الأخرى. لهذا، وبدلاً من فكرة قطع الرخام في العلبة، شرع بولينغ يفكر بالأهرام والمكعبات. بعدئذ فكّر، وفي ذهنه تلك الأشكال الأساسية، كيف تتركب تلك الكتل معاً وما الذي يبت في مسألة ما إذا كانت تتشارك بجانب واحد أو برأس فقط أو بوجه كامل. ثم بدأ يرسم عابثاً بعض الصور، ثم، بمساعدة آڤا هيلين،



هذا المخطط من دفاتر أبحاث بولينغ يري البنية المقترحة لبلورة سليكات، وهي نموذج البنية الجزيئية المعقدة التي كان من المستحيل حلها قبل تطوير بولينغ للطريقة الجديدة.

شرع يطوي الورق وفق أشكال ثلاثية ـ الأبعاد ويخيطها معاً. ولقد ساعدته مساعدة هائلة تلك النماذج الورقية: فقد بات باستطاعته أن يرى بأم العين ما يركب وما لا يركب. ثم يحاول صنع تركيبات جديدة المرة تلو المرة.

لقد صنع نماذجه وفق مجموعة محددة من القواعد.

إذ كان على حجوم الذرات والشوارد ذات العلاقة أن تتطابق مع القيم المعروفة، كما أن على أطوال الروابط ومواقعها بين الشوارد أن تتعالق بصورة معقولة وفق ما كان معروفاً من علم بللوريات الأشعة السينية عن الجزيئات الأبسط، كذلك كان على الشحنات الكهربائية السالبة والموجبة للشوارد المجاورة أن تكون متوازنة. وإلى ذلك، أضاف بولينغ مزيداً من القواعد التي اكتشفها بنفسه حول كم من الكتل يمكن تركيبها في زاوية أو على طول حافة.

لقد بدا ذلك أشبه بلعبة، وقد وجد بولينغ، من خلال قيامه باللعب بصورة حسنة، وخياله يسيطر عليه سيطرة شديدة القواعد الكيمياوية التي كان يعرفها من قبل، أن باستطاعته أن يبني نماذج نظرية للسليكات التي بدت وكأنها تضاهي معطيات الأشعة السينية المعقدة. لكن تلك العملية كانت أشبه بالعمل رجوعاً إلى الوراء، بالطبع - إنه نمذجة شيء ما يحتمل أن ينتج نمط أشعة سينية بدلاً من استخراج نمط الأشعة السينية لتحديد النموذج - لكن بصنعه لذلك وبتوافق شديد مع ما كان معروفاً من الفيزياء والكيمياء، وبالتزامه بالقواعد المعقولة التي كان قد وضعها، وجد بولينغ أن باستطاعته أن يتوصل إلى بنى بدت منطقية بل بدت، بالحقيقة، وكأنها البنى الوحيدة المعقولة.

لقد تبين أن بولينغ على حق. فجمعه بين وضع

القواعد وصنع النماذج أتاح له إمكانية تحطيم بنى الميكا، الطلق، التوباز ومعادن أخرى كانت تبدو وكأنها غير قابلة للحل. ثم جاء نشره سنة 1928 لـ«دليل بولينغ» لحل السليكات والبللورات الأيونية الأخرى علامة لأول انتصار علمي عظيم له على المستوى الدولي. فقد كانت قواعد بولينغ، كما باتت تعرف، تبسّط ميداناً معقداً وتري الباحثين الآخرين طريقة جديدة لحل أكثر البنى البللورية تعقيداً، كما جعلت بولينغ، وهو في سن الـ27، مشهوراً بين علماء البللوريات، فقد اعترف لورنس براغ نفسه بحق بولينغ وامتيازه في تطوير «المبدأ الأساسي للكيمياء المعدنية».

وكانت تلك خطوة رائعة إلى الأمام في حياة بولينغ المهنية، وهي خطوة ربما كانت تكفي لإرضاء الكثير من الكيمياويين الشبان. بيد أنها لم تكن لتكفي بولينغ. لقد ألقى بكل ثقله بعد ذاك لتوسيع مفهوم هايتلر ولندن عن الرابطة الكيمياوية بحيث يشمل كل الكيمياء. قام بولينغ بمحاولات متكررة لحل المسألة لكن لأكثر من سنتين ظل الجواب يروغ منه. فانتقل ذهنه، الأكثر قلقاً من أن يبقى في أية مسألة زمناً طويلاً، إلى مسائل أخرى. لقد حل أكثر من عشر بنى بللورية ونشر وجهة نظر مهمة في الطريقة التي تدور بها الجزيئات داخل البللورات. كما سافر هو وآفا هيلين مرة ثانية إلى أوروبا ولعدة أشهر لكن هذه المرة أخذا معهما لينوس الصغير. مع تزايد شهرته، جاءه عرض لتعيينه في القسم ذي المكانة المعتبرة في

هارڤارد، لكنه رفضه. إذ لم يكن يشعر بأنه في الوطن على الشاطئ الشرقي، فكما قال «إنه المكان الذي يوجد فيه مقدار كبير من الناس المهمين، والذين هم مهمون فقط بسبب مكان ميلادهم. إن لديهم المال والمكانة ليس بالاستناد على قدراتهم، لذا فكرت أنني سأكون مواطناً من الدرجة الثانية في هارڤارد». لقد كان بولينغ غربياً حتى لب العظم، مولعاً بالأرض التي تحدد قيمة المرء فيها بما يعمل وليس بالحسب والنسب.

بين 1928 و1930، راح بولينغ يعود المرة تلو المرة إلى مسألة كيف يجعل المعادلة الموجية تعمل بالنسبة إلى الجزيئات الأكبر. على أنه لم يكن وحده يفعل ذلك، فقد كان هايتلر ولندن يحاولان توسيع عملهما أيضاً على الرغم من أنه كان يعيقهما معرفتهما المحدودة بالكيمياء. كما كان هناك فيزيائي شاب لامع في معهد ماساشوسيتس هو جون سليتر، يعمل على المسألة أيضاً وفي 1930، وجد طريقة بسيطة نسبياً وذكية للاستفادة من المعادلة الموجية في وصف شكل الأنماط التي تصنعها الإلكترونات في الذرات الكبرى كالفحم مثلاً. بالنسبة إلى عمل سليتر على الفحم، فإن المناطق التي كانت تتركز فيها إلكترونات معينة ـ مداراتها ـ ليست فضاءات كاملة بل هي تبرز من النواة الذرية مثل أذرع مقطوعة.

اكتشاف سليتر هذا حث بولينغ على القيام بمحاولة أخرى باتجاه إيجاد الجواب في خريف 1930. وطوال

أسابيع، ظل يجلس على كرسيه في مكتبه الصغير في منزله ويسوّد الصفحة تلو الصفحة بالمعادلات، محاولاً أن يجد شيئاً تقريبياً، طريقة مختصرة لجعل الرياضيات قابلة للعمل. وكان الإحباط هو الجواب الوحيد.

في أواخر ليلة من ليالي كانون الأول جاء الاختراق. فقد كان يعمل على مفارقة في ذرة الفحم، محاولاً أن يشكل صورة عنها بتجميع المعادلات الموجية الخاصة بالذرات المنفصلة. ذلك أن للفحم ستة إلكترونات يكون اثنان منها، طبقاً لقوانين فيزياء الكم، مقترنين في المدار القريب للنواة، وغير متاحين لأي تفاعل. فيما الأربعة الأخرى تنشطر على المدارات المختلفة: اثنان أقرب إلى النواة، والآخران في المدارات التي تشكل الأذرع المقطوعة التي تحدث عنها سليتر. هذه الأربعة كلها متاحة لتشكيل روابط مع الذرات الأخرى. لكن نظراً لأن هناك نمطين من المدارات ذات العلاقة، يتوقع أن تكون الروابط مختلفة أيضاً. مع ذلك، كان الكيميائيون يعرفون أن الفحم غالباً ما يشكل أربع روابط متماثلة مع الذرات الأخرى كي يشكل رباعي ـ أسطح كاملاً. ترى كيف يمكن لروابط الكيميائيين المتماثلة الأربع أن تتشكل في حين يقول الفيزيائيون إنه ما من أربعة إلكترونات في الفحم متماثلة؟

في ذلك المساء الكانوني، كان بولينغ يحاول حل اللغز باستخدام فكرة هايتلر ولندن المتعلقة بتبادل

obeikandl.com

الإلكترونات. وفي اعتقاده أن الطاقة المكتسبة من التبادل حين ترتبط ذرة الفحم بذرات أخرى يمكن أن تكون كافية لتفكيك إلكترونات الفحم الخارجية من مستوياتها الطاقية الأصلية ودمجها في أشكال جديدة، هي التي يمكن أن تفسر الارتباط رباعي ـ الأسطح للفحم. وقد دعا هذه الأشكال المختلطة الجديدة بالمداريات الهجينة.

وكان ذلك حسناً نظرياً، بيد أن بولينغ كان بحاجة للرياضيات كي يثبتها. إذ كان، طوال أشهر، قد عمل في جمع معادلة شرودينجر الموجية الخاصة بإلكترونات الفحم المنفصلة كي يصنع مداريات الهجينة، لكن عبثاً، فالجواب الصحيح لم يظهر. جرب طرقاً مختصرة، تبسيطات، تقريبات ـ لكن لتؤدي كلها إلى طرق مسدودة وأجوبة خاطئة. غير أنه في تلك الليلة وجد المفتاح. ففي آخر محاولة لتبسيط الرياضيات، ارتأى أن يترك جزءاً من المعادلة الموجية افترض أنه هو نفسه تقريباً بالنسبة إلى كل المداريات، مفكراً، أنه إذا كان شيء ما هو نفسه في كلا طرفي المعادلة، فإن بإمكانك أن تخرجه كعامل.

وهكذا، أسقط بولينغ قسماً من الرياضيات، ووجد الطريقة التي كان بحاجة إليها. وبذهاب تلك الطبقة من التعقيدات، بدأت المعادلات تسلس قيادها. إذ راح يخربش ويمحو ثم يخربش أكثر وأكثر ويمحو، إلى أن جاء الجواب فجأة. فمن مبادئ ميكانيكا الكم ومعادلاتها، كان قد توصل إلى وصف ارتباط الفحم

رباعي ـ الأسطح وكل شيء كان قد حسبه، قام بجمعه: زوايا الرابطة، الأطوال، القوى، فدفع مفهوم هايتلر ولندن إلى مستوى جديد.

غير أن بولينغ لم يتوقف هنا. إذ كان باستطاعته، من خلال استخدامه للطريقة المبسطة أن يضيف المزيد من الإلكترونات لحساباته ويستمد منها المزيد من الجزيئات المعقدة. «كنت منفعلاً وسعيداً جداً. وأظن أنني سهرت طوال الليل، قائماً بالتدوينات، حالاً المعادلات التي صارت بسيطة جداً إلى حد أنني بت قادراً على حلها في بضع دقائق». تذكر بولينغ «إذ كنت أحل معادلة، أحصل على الجواب، بعدئذ أحل أخرى... فقط كي أصير منتشياً أكثر فأكثر والوقت يمر».

بعد شهرين، أرسل بولينغ نتائجه إلى «جريدة الجمعية الكيميائية الأمريكية» لقد أوضح بحثه، وكان بعنوان «طبيعة الرابطة الكيمياوية»، للكيميائيين، وللمرة الأولى، كيف يمكن لميكانيكا الكم الجديدة أن تجيب عن الأسئلة المتعلقة بالبنية، الخصائص المغناطيسية وقوى روابط الجزيئات. ولقد لفت نشر هذا المقال سنة 1931 اهتمام العالم ثانية لبولينغ وبيّن لهذا العالم أنه لم يكن عالم بللوريات خارقاً للعادة وحسب بل هو عالم كيمياء مكتمل. في أواخر ذلك العام، منحته الجمعية الكيميائية الأمريكية جائزة لانغمويز باعتباره أفضل عالم كيمياء شاب في البلاد، وهو شرف عظيم توجّه آرثر أموس نويز

شبه التجريبي

بعد الانتهاء من بحثه الأول حول طبيعة الرابطة الكيمياوية سنة 1931، توقف لينوس بولينغ عن اعتماده على البراهين الرياضية. إذ فهم أن الكيميائيين ليسوا مدربين على إعطاء الرياضيات الصعبة لفيزياء الكم حق قدرها. ولكي يتواصل معهم، طور أسلوبه النظري الخاص، جمع معاً أجزاء متساوية عن التطبيق الواسع لميكانيكا شرودينجر الموجية، ومن المعطيات البنيوية لعلم البللوريات بالأشعة السينية، إضافة إلى نتائج مخبرية أخرى مستمدة من حقل الكيمياء ومن وجهات نظر بولينغ الخاصة ونفاذ بصيرته.

لقد أطلق المراقبون على نهج بولينغ مصطلح «شبه التجريبي»، ويعنون بذلك أنه ليس بالنظري الخالص، ولا بالتعميم البسيط لنتائج المختبرات. وأياً كان، فقد كان ناجحاً نجاحاً هائلاً. لقد استطاع بولينغ، باستخدامه، أن يجيب عن الأسئلة طويلة الأمد المتعلقة بطبيعة الجزيئات، وأن يبين أن الروابط الكيمياوية موجودة في نطاق من الأشكال لم يتصوره أحد من قبل، وكذلك أن يعيد بناء الكيمياء على أساس جديد قدمته ميكانيكا الكم.

وحده من علماء العالم جميعاً، استطاع بولينغ في ثلاثينيات القرن العشرين، أن يركّب معاً أجزاء اللغز تلك كلها. وعندما توصل إلى فكرة جديدة عن الرابطة الجديدة، استطاع مباشرة أن يختبرها من خلال مقارنة البنى التي كان يفكر بها مع البنى الحقيقية التي اكتشفها في مختبر بللورياته. وعندما اقترح عالم البللوريات البنية الجديدة، كان باستطاعة بولينغ أن يرى إن كانت معقولة أم لا، طبعاً لقوانين ميكانيكا الكم. لقد كان باستمرار يدقق أفكاره النظرية الجديدة ويعيد تدقيقها وتمحيصها وفقاً لخصائص الجزيئات

المعروفة، درجات انصهارها وغليانها، قابليتها للتفاعل وسلوكها الدينامو حراري.

وكان يهدي بولينغ في عمله إيمانه الشديد بأن بنية الجزيء هي التي تفسر وظيفة الجزيء. فالجزيئات لها معماريتها الخاصة، التي تقاس بأجزاء البليون من الإنش. ودافع بولينغ العظيم هو أن يكون الأول في وصف أكبر قدر مستطاع من تلك البنى ـ وبذلك يتوصل إلى فهم جديد للكيفية التي تسلك بها.

obeikandl.com

بتسميته «أفضل شاب واعد كنت على احتكاك به في سنوات تدريسي الكثيرة». ولإدراك الكالتيك من هو بولينغ بعد أن حصل على الجائزة، فقد رقاه إلى مرتبة أستاذ ذي كرسي، وهو في سن الثلاثين، كما زاد راتبه.

تلك الثقة التي وضعها الناس في بولينغ كان يماثلها ثقة بولينغ بنفسه فقد بات يعتقد أن باستطاعته أن يعيد بناء الكيمياء، على أساس جديد، مستخدماً المعادلة الموجية واعتقاده بالبنية الجزيئية لاختبار النظريات القديمة، القيام بتجارب جديدة والتوصل إلى نظريات جديدة. ولقد فعل ذلك تماماً خلال السنوات الخمس التالية، مقدماً نتائجه في سلسلة من الأبحاث المزلزلة حول طبيعة الرابطة الكيمياوية.

غير أن أبحاثه التالية كانت مختلفة. فقد ابتعد بولينغ، فيها، عن البراهين الرياضية الجامدة لأفكاره، معتمداً بدلاً من ذلك على فهمه الفطري للفيزياء والكيمياء كدليل له. لقد طور أسلوبه الخاص، مستخدماً أفضل ما في نظرية الميكانيكا الموجية إضافة إلى صلب المعطيات المتعلقة ببنية الجزيء والمستمدة من علم البللوريات بالأشعة السينية.

وحده من علماء العالم جميعاً، استطاع بولينغ في تلك المرحلة من ثلاثينيات القرن العشرين أن يأخذ هذين الجزئين من اللغز ويستخدم واحدهما لتوضيح الآخر. وحين توصل إلى نظرية جديدة حول الرابطة الكيمياوية،

كان بمستطاعه أن يختبرها مباشرة وذلك بمقارنة أفكاره التي - يعتقد - بها مع الحقائق التي اكتشفها في مختبر بللورياته. وحين كان عالم البللوريات يتوصل إلى حل لغز بعض المعطيات العويصة، كان باستطاعة بولينغ أن يقرر ما إذا كان سيبالي بها أم لا وذلك بتمريرها عبر اختبار ميكانيكا الكم. ما من أحد آخر استطاع أن يدمج بين الكيمياء والفيزياء، النظرية والنتائج المخبرية كما استطاع بولينغ، متراقصاً على أروع نحو بين واحدتهما والأخرى. وما من أحد سواه جسّد التوازن الصحيح بين الذاكرة، الفهم، التخيل، والدأب الشديد.

لقد أعطت طريقة بولينغ أكلها على نحو خاص بالنسبة إلى الكيميائيين النافرين - من - الرياضيات. إذ كتب أبحاثه بلا معادلات معقدة، معتمداً بدلاً من ذلك على تطبيق ما كان يعرفه على المسائل التي كان الكيميائيون يرغبون أشد الرغبة في حلها. وكان يقدم أفكاره بطرق تتناسب مع فهم الكيميائي للطبيعة، مستخدماً أمثلة من العالم الحقيقي ومستعيراً بكل حرية ما كان قد تعلمه عن بنية الجزيئات لتمحيص نظرياته والوصول إلى أهدافه.

وفي وقت لاحق سيمنح المؤرخون هايتلر، لندن، سليتر وبولينغ شرف تطوير هذه الطريقة لمعرفة الرابطة الكيمياوية (ولسوف تدعى في السنين اللاحقة، وتكريماً لهم، نظرية هـ ل س ب). لكن معظم الكيميائيين لن يتذكروا إلا بولينغ، ليس فقط لأنه طبقها على جزيئات

أكثر من أخرى، بل لأنه الوحيد بينهم الذي كان كيميائياً قادراً على توصيل نتائجه بالطريقة التي يفهمها الكيميائيون.

بحلول 1936، كان بولينغ قد استخدم طريقته لتفسير كل شيء بدءاً من بنية البنزين وحتى خصائص المعادن، كما شعر أنه فهم تقريباً كل ما كان بحاجة لأن يعرفه حول الرابطة الكيمياوية. ثقته ـ بنفسه، تلك التي كانت قد تناولت مذ ذهب إلى كلية أوريغون الزراعية، باتت ذات أبعاد أسطورية. فقد بات ألمع نجم شاب في عالم الكيمياء، وكان يتصرف على ذلك النحو. كما بات لديه

بولينغ يحاضر في الكالتيك سنة 1935. لقد حازت طريقته في التدريس، تلك الطريقة غير الرسمية والمرحة والمفعمة نشاطاً وحيوية على إعجاب أجيال من الطلاب.

مكتب خاص جديد، مختبر أكبر وأوسع، وضعف عدد طلاب الدراسات العليا وزملاء ما بعد الدكتوراه بالمقارنة مع أي كيميائي آخر في الكالتيك. كما بات غالباً ما يسافر ليدرّس فصلاً واحداً كل سنة في بيركلي (حيث صار صديقاً لـ ج. ن. لويس الذي كانت أبحاه أول ما أثار اهتمامه في ميدان الرابطة الكيمياوية). ويلقي محاضرات في أنحاء البلاد كافة حول ما يدعى الآن «كيمياء الكم».

كان بولينغ دائماً أستاذاً يحسن التعليم، لكنه غدا وكل ما حوله تبجح، إذ وصفه أحد الطلاب وقد رآه خلال زيارة له إلى جامعة شيكاغو في أواسط الثلاثينات بقوله «إنه شاب انبساطي مرح، غير رسمي البتة لا في لباسه ولا في مظهره. إنه يتراتب في الغرفة، مزحوماً تقريباً بحشود من الطلاب التواقين لأن يروا أو يسمعوا الرجل العظيم، كما يبسط جناحيه على طاولة الحلقة الدراسية بجدار السبورة، ممرراً يداه عبر كتلة غير منتظمة من الشعر، مشيراً إلى الطلاب أن يقتربوا منه... لكن ما أن يبدأ الكلام حتى يقفز بولينغ بعيداً عن الطاولة ليكتب بسرعة لائحة من خمسة مواضيع يمكن أن يتكلم عنها جملة وفرادى، واصفاً كلاً منها ببضع جمل بليغة، تتضمن انطباعات لاذعة عن العاملين ذوي العلاقة».

لقد كان يكنى، عبر ذلك كله، تقديراً عجيباً للمساواة بين الناس جميعاً. وقد كان مرحاً، ساحراً، غير رسمي مع الطلاب غاسلي الصحون في المختبر، مثلما هو مع الأساتذة الأجلاء الذين يرأسون الجامعة. لم يكن يميز

obeikandl.com

أبداً بين الناس انطلاقاً من اللقب، بل من الذكاء: فمتطلباته الوحيدة من أجل صداقة سريعة كانت على ما يبدو أن يكون الشخص يقظاً، منفتح الذهن، وسريع البديهة (تقريباً) مثلما كان هو نفسه.

مع ذلك، لم يكن الكل مفتونين به. فصعود بولينغ السريع أثار الضغينة عليه لدى بعض الأعضاء الأقدم في قسم الكيمياء في الكالتيك. فالشاب، ـ الذي كانوا ما يزالون يذكرونه طالباً فقيراً معدماً ـ بدا بالنسبة إليهم وقد صار بمثابة المغنية الأولى في الأوبرا. إن ثقة بولينغ الهائلة بنفسه وحبه الجديد للحفلات والترحال وعادته في ازدراء العلماء الأقل لمعاناً كل ذلك بات جزءاً من المشكلة، كذلك فإن سلوك بولينغ الغائر الذي لا يحمل في طياته الاحترام كان، بالنسبة إلى البعض، غير مشرف. كما كان هناك أكثر من شيء من الحسد في المسألة، لكن ما هو أكثر أهمية في الأمر أن بولينغ لم يكن لاعب فريق. فخلال الأزمة المالية أيام الكساد الكبير، حين بات من الصعب أن تجد المال في الكالتيك، بدا بولينغ مهتماً فقط بتأمين الأرصدة لمختبره الخاص المتوسع بسرعة، دون التفكير بحاجات القسم ككل.

على أن الاهتمامات المضادة لبولينغ بلغت الذروة، عندما ظهر لدى نويز مرض السرطان في ربيع 1936، حاملاً معه مشكلة الخلف. فـ«الملك آرثر» كان يعتقد أنه لدى اختيار رئيس لمجموعة الأبحاث، ينبغي أن تكون إمكاناته العلمية أهم من قِدمه. ومن كل قسمه، كان

يعتقد أن بولينغ وحده هو من يمتلك الشرارة الإبداعية لفتح ميادين جديدة للبحث، والموهبة لجذب أرصدة جديدة، الحاجة ماسة إليها، والطاقة للاستمرار في دفع قسم الكيمياء في الكالتيك إلى صدارة العلم الأمريكي، علماً أن نويز لم يكن أعمى لا يرى أخطاء بولينغ ـ فقد دعاه بـ«القلق، الطموح والباحث ـ عن التراث» في رسالة إلى أحد الأصدقاء، لكن كانت كفة الميزان قد رجحت لصالح بولينغ. لقد أراد نويز أن يكون النجم الشاب هو من يخلفه كرئيس لقسم الكيمياء في الكالتيك.

لكن بعد وفاة نويز، بدا صعود بولينغ إلى رئاسة القسم ليس بالنتيجة المحتومة. فأعضاء القسم الأكبر سناً سرعان ما لفتوا انتباه روبرت مليكان، رئيس الكالتيك ـ والذي كان يعتقد أن بولينغ أصغر سناً من أن يكون رئيس في قسم على أي حال ـ إلى «النزعات الدكتاتورية» لدى بولينغ، مؤكدين أن بولينغ كان العضو الوحيد في قسم الكيمياء الذي لم يطلب إليه أن يكون حامل نعش الشرف في جنازة نويز. وهكذا، تأخر تعيين بولينغ في رئاسة قسم الكيمياء أشهراً من الزمن، وهو التطور الذي آذى بولينغ وأربكه. فقد كان ينفق كل وقته لفعل شيء ما من أجل تقديم أفضل البحوث الكيمياوية في العالم. صحيح أنه لم يكن قد أقام صداقات مع كثير من الأساتذة الآخرين، لكن كيف ترى يؤدي نجاحه إلى رد فعل كهذا؟ وهكذا نأى بنفسه بعيداً خلال هذه الفترة، منتظراً أن يقدم له مليكان عرضاً بهذا الخصوص، لكن، وعلى

obeikandl.com

الرغم من رغبات نويز، فقد أبى مليكان أن يعين بولينغ رئيساً للقسم.

ولقد اقتضى الأمر، للتخلص من هذا المأزق، تدخل رجل من أقوى رجال العلم. إنه وارن ويفر الذي كان رئيس قسم العلوم الطبيعية في أغنى مؤسسة خيرية في العالم، مؤسسة روكفلر، وهو الموقع الذي جعله كما وصفه أحد المؤرخين «الطرف الرئيسي للعلوم في أمريكا». إذ كانت تبنى بأموال روكفلر الجامعات المهمة، وكانت، خصوصاً في أثناء الكساد الكبير، حاسمة الأهمية في إبقاء الكثير من البرامج العلمية قيد التنفيذ، بما في ذلك برامج الكالتيك.

لقد كان ويفر مهتماً اهتماماً خاصاً ببولينغ، إذ كان على يقين أن قدرات الكيميائي الشاب يمكن أن تساعده في الوصول إلى هدف ثمين: أن يطبق بنجاح تقنيات الكيمياء والفيزياء في ميدان علم الأحياء. وكان ويفر يعتقد أن علم الأحياء مهمل وأنه لا بد من تركيز الدقة الفكرية البالغة والأساليب التجريبية الجديدة على أعمال الجسم الجزيئية. فإذا بات بالإمكان وصف الجزيئات والتفاعلات التي تؤدي إلى الحياة والتحكم بها، بات بالإمكان، كما كان يعتقد، أن نخلق عرقاً متفوقاً من البشر أكثر عقلانية وأكثر ذكاء. بل لقد اخترع عبارة لوصف الميدان الذي كان ينوي تمويله: علم الأحياء الجزيئي.

كان بولينغ قد لفت انتباه ويفر بما قدم من أعمال

باهرة في مطلع الثلاثينيات، وفي الوقت الذي توفي فيه نويز، كان قد استخدم تقريباً مقادير كبيرة من أموال البحث كي يحول اهتمامات الكيميائي الشاب من بنية المعادن إلى جزيئات بيولوجية مهمة، كالبروتين مثلاً، كذلك شعر ويڤر أن بولينغ يجب أن يكون القيّم على برنامج الكيمياء في الكالتيك. وهكذا، بعد مرور أشهر طويلة، قرر ويڤر أن يعالج المسألة بنفسه. استقل القطار إلى بزادينا، تكلم مع كل من مليكان وبولينغ ثم أقنعهما كليهما، لصالح المعهد، بأن يتنازلا قليلاً ويبدآ الكلام واحدهما مع الآخر. وبعد فترة قصيرة من عودته إلى نيويورك، تلقى ويڤر رسالة من بولينغ يقول فيها «بعد حديثي معك، ذهبت إلى الأستاذ مليكان وكلي تصميم أن أصفي سوء تفاهماتنا كلها. ولقد توصلنا بشيء من الصعوبة إلى اتفاق وإني على ثقة أننا جميعاً راضون».

سُمِّي لينوس بولينغ سنة 1937 وفي سن الـ36، رئيساً لواحد من أهم برامج الكيمياء في العالم. وكما تبين، فإن مخاوف أعضاء القسم الأكبر سناً. أثبتت أنها لا أساس لها من الصحة. ففي عهد بولينغ، بدأت مرحلة عظيمة من مراحل الكيمياء في الكالتيك. إذ أصبح هولمز ستورديڤانت، طالبه السابق في الدراسات العليا، ذراعه اليمنى، ليعالج بكل كفاءة أكثر المسائل الروتينية. فيما كان بولينغ يدير اللوحة الكبيرة، السفر، المحاضرات، الحصول على المال، كما يشرف على التوجه العام للأبحاث. كل القرارات الأساسية داخل قسم الكيمياء

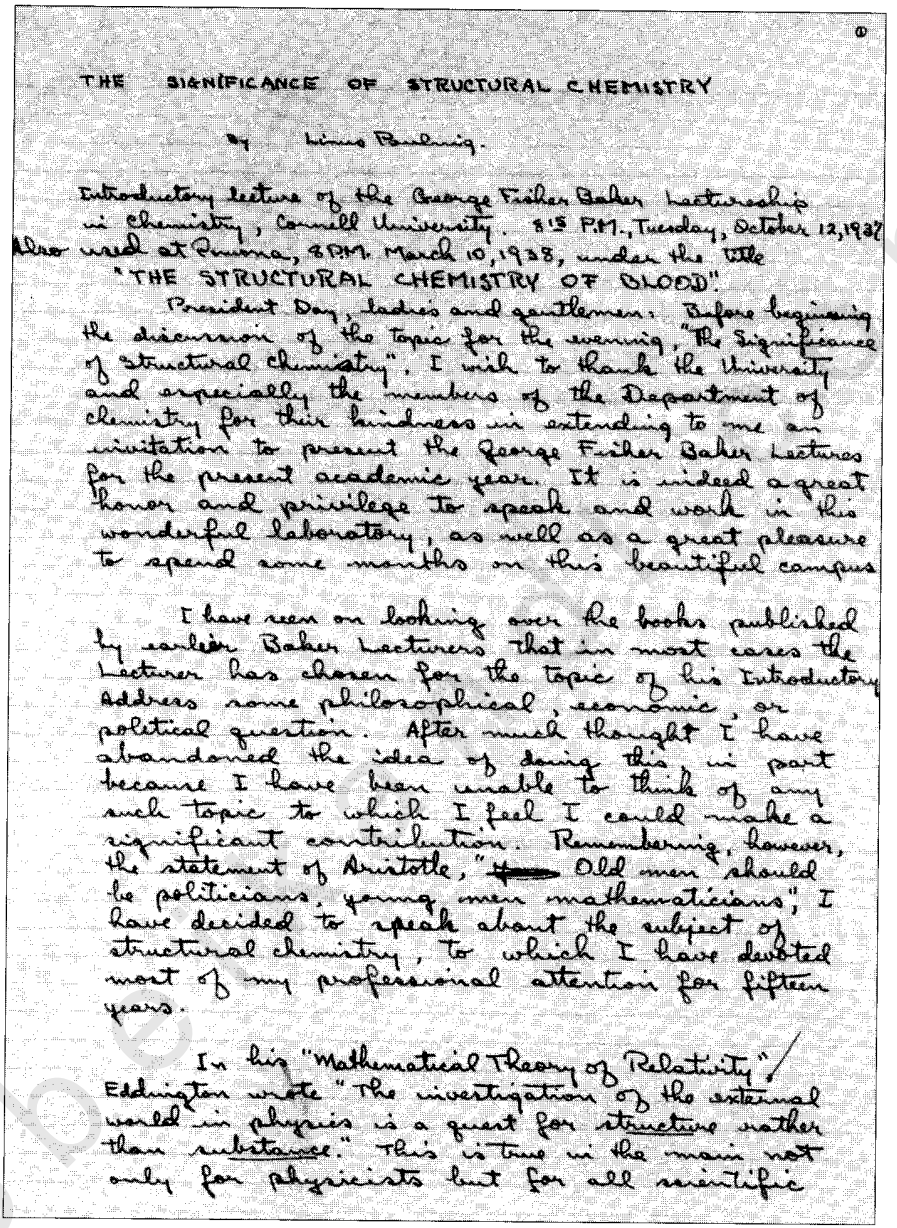
كانت تتخذ بالتصويت وبقرار الأكثرية، مما ضمن أن لا تتحول النزعات «الدكتاتورية» المزعومة لدى بولينغ إلى مشكلة. كما أن صداقته مع ويڤر أبقت أموال روكفلر في حالة تدفق. وهكذا، بدأ الطلاب يأتون زرافات زرافات إلى بزادينا، وكلهم توق لأن يعملوا مع الرجال الذي جعلته إنجازاته واحداً من أشهر الكيميائيين في العالم. وعلى الرغم من تذمر بعض أعضاء القسم، فإن قدرة بولينغ على اجتذاب الأموال وأسلوبه في الإدارة القائم على عدم التدخل، أبقى القسم يسير بسلاسة ويتنامى بسرعة، مع ذلك كله، استمر بولينغ القيام باكتشافات لامعة، سواء بمفرده أو بالاشتراك مع واحد من طلاب دراساته العليا الكثيرين أو زملائه الحاصلين على شهادة الدكتوراه.

في خريف 1937، غادر الرئيس الجديد وآڤا هيلين برزادينا لقضاء أربعة أشهر في جامعة كورنيل في إيثاكا، نيويورك، حيث طلب إليه أن يلقي محاضرات في «جورج فيشر بيكر». هذا التعيين المشرف كان يشتمل على إلقاء سلسلة من الأحاديث حول موضوع واحد، نشرت بعدئذ كمجلد في سلسلة بيكر. وقد حققت محاضرات بولينغ حول الرابطة الكيمياوية نجاحاً عظيماً بعد عودته إلى الكالتيك في مطلع 1938، قضى الأشهر القليلة التالية وهو يعيد العمل على ملاحظاته ويوسعها.

وكانت النتيجة أن نشرت سنة 1939 تحت عنوان

سنة 1937، سمي بولينغ (الصف الأمامي، وسط) رئيساً لقسم الكيمياء في الكالتيك، رغم أن بعض أعضاء القسم الأكبر سناً كانوا يعتقدون أن بولينغ أصغر سناً من أن يستلم منصباً كهذا.

«طبيعة الرابطة الكيمياوية وبنية الجزيئات والبللورات: مدخل إلى الكيمياء البنيوية الحديثة». ولسوف يصبح أهم كتاب محاضرات نشرته مؤسسة بيكر وواحداً من أكثر النصوص العلمية قراءة في التاريخ. لقد غيّر هذا الكتاب، بطريقة أساسية جداً، مسار الكيمياء، فللمرة الأولى، جرى تفسير النظام ليس كمجموعة من الحقائق ترابطت معاً بالتطبيق العملي في المختبر، بل كحقل توحده نظرية فيزيائية أساسية: أفكار بولينغ المتعلقة بميكانيكا ـ الكم حول الرابطة الكيمياوية. وبتوضيحه كيف كانت الفيزياء الحديثة تفسر الرابطة الكيمياوية وكيف تفسر تلك الروابط بنية الجزيئات، وتفسر بنية الجزيئات سلوكها، بيّن بولينغ، للمرة الأولى، كما قال ماكس بيروتز، حامل جائزة نوبل، أن «الكيمياء يمكن فهمها بدلاً من حفظها».



THE SIGNIFICANCE OF STRUCTURAL CHEMISTRY

by Linus Pauling.

Introductory lecture of the George Fisher Baker Lectureship in Chemistry, Cornell University. 8:15 P.M., Tuesday, October 12, 1937. Also used at Reed, 8 P.M. March 10, 1938, under the title "THE STRUCTURAL CHEMISTRY OF BLOOD".

President Day, ladies and gentlemen: Before beginning the discussion of the topic for the evening, "The Significance of Structural Chemistry", I wish to thank the University and especially the members of the Department of Chemistry for their kindness in extending to me an invitation to present the George Fisher Baker Lectures for the present academic year. It is indeed a great honor and privilege to speak and work in this wonderful laboratory, as well as a great pleasure to spend some months on this beautiful campus.

I have seen on looking over the books published by earlier Baker Lecturers that in most cases the Lecturer has chosen for the topic of his Introductory Address some philosophical, economic, or political question. After much thought I have abandoned the idea of doing this, in part because I have been unable to think of any such topic to which I feel I could make a significant contribution. Remembering, however, the statement of Aristotle, "~~Young~~ Old men should be politicians, young men mathematicians", I have decided to speak about the subject of structural chemistry, to which I have devoted most of my professional attention for fifteen years.

In his "Mathematical Theory of Relativity" Eddington wrote "The investigation of the external world in physics is a quest for structure rather than substance." This is true in the main not only for physicists but for all scientific

ملاحظات بولينغ التي دونها بخط يده لسلسلة من المحاضرات ألقاها في جامعة كورنيل، 1937، نشرت هذه المحاضرات سنة 1939، بعنوان «طبيعة الرابطة الكيمياوية»، وهو الكتاب الذي يعتبر الآن واحداً من أهم الكتب العلمية في القرن العشرين.

لقد جاء رد القراء حماسياً وفورياً، وكانت تعليقات ج.ن. لويس نموذجية، وإن كانت بشكل من الأشكال أكثر جذلاً من معظم التعليقات. لقد كتب لبولينغ «ها أنذا عائد لتوي من عطلة قصيرة كانت الكتب الوحيدة التي أخذتها فيها معي هي نصف دزينة من القصص البوليسية وكتابك «الرابطة الكيمياوية». فوجدت أن كتابك أكثر إثارة من كثير من تلك القصص البوليسية. بدأ أساتذة الكيمياء يوصون بذلك الكتاب لطلابهم في الدراسات العليا. وفي الحال ارتفعت مبيعاته وظلت تتزايد عقوداً من الزمن بحيث طبع الكتاب طبعات كثيرة وأصدر ثلاثة إصدارات. وخلال العشرين سنة التالية سيصبح «طبيعة الرابطة الكيمياوية» من الكتب الكلاسيكية.

obeikandl.com

بولينغ مع زوجته آڤا هيلين وأولادهما الأربعة على درج منزلهما في بزادينا، قبل فترة وجيزة من اندلاع الحرب العالمية الثانية. إن مقتضيات عمل بولينغ قد اضطرته للبقاء أبعد من أن يكون أباً راعياً وحميماً.