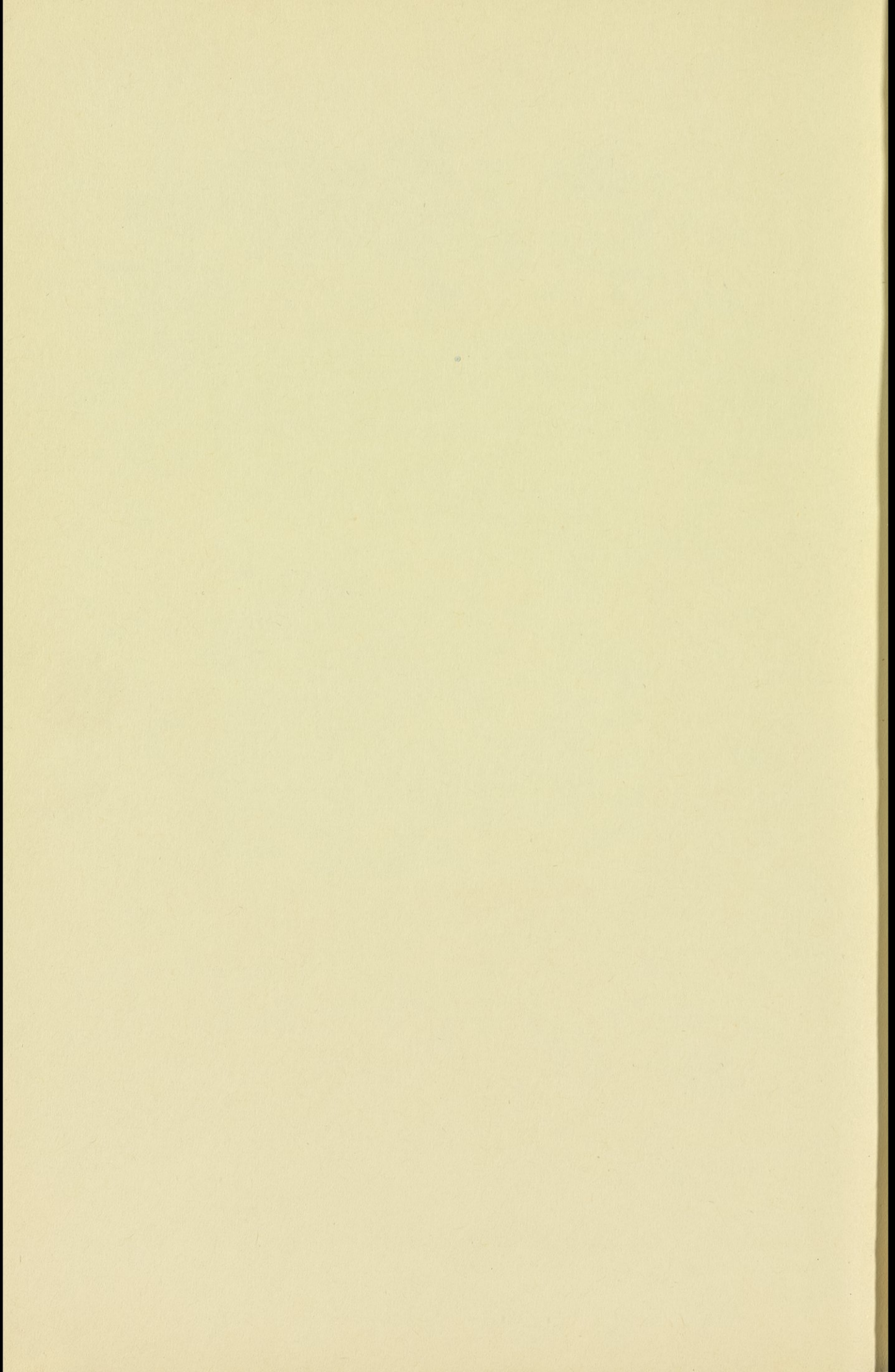
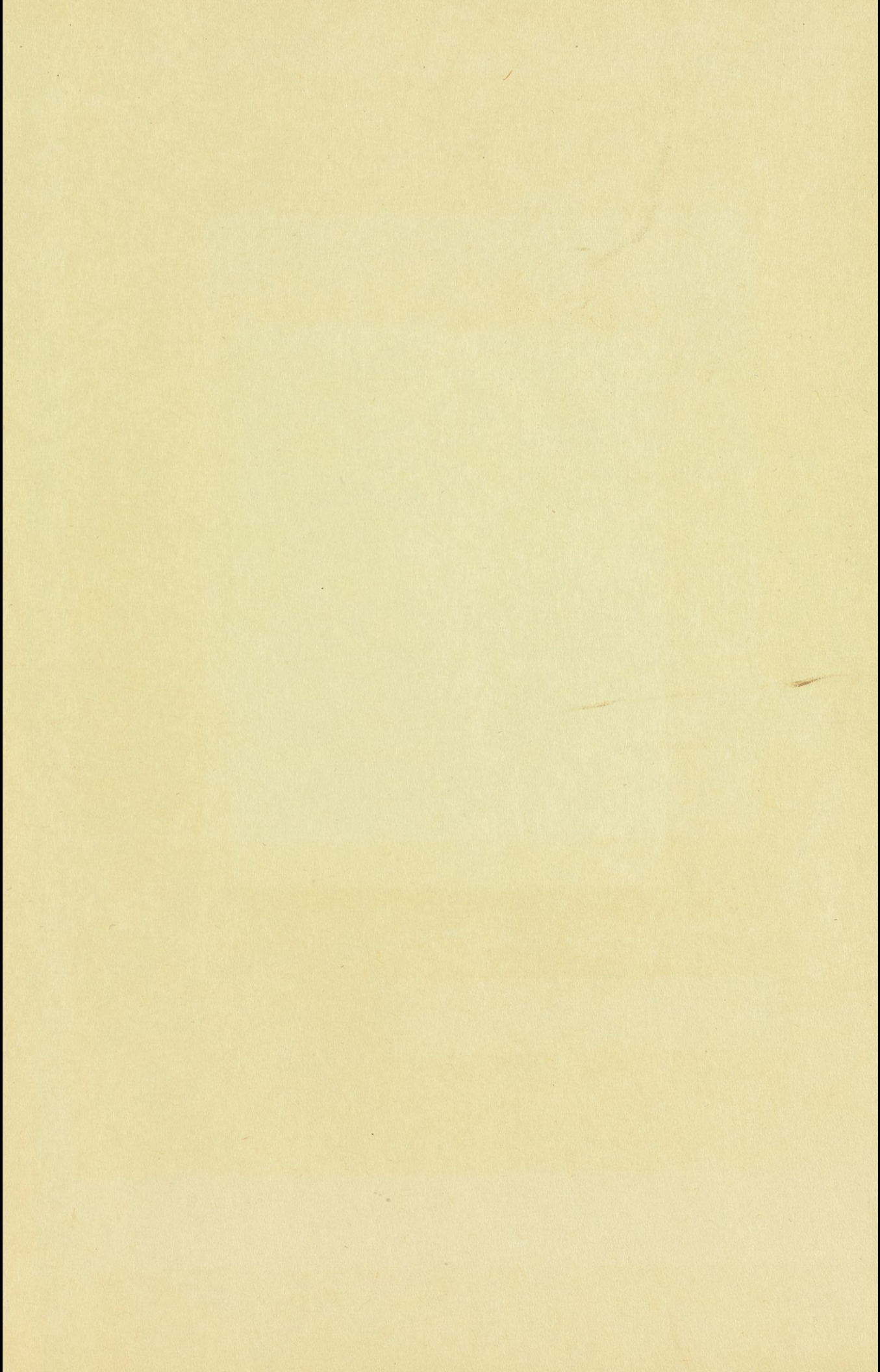


THE LIBRARIES
COLUMBIA UNIVERSITY







عناقر العلم

تأليف
فيليب كين

ترجمة: أديب يوسف

مراجعة: الدكتور عبد الرزاق قردوة

• دمشق ١٩٦٢ •

• سلسلة تبسيط العلوم •

”٢“



وزارة الثقافة والارشاد القومي
مديرية التأليف والترجمة

عناصر العلم

تأليف
فيليب كين

مراجعة
الدكتور عبد الرزاق قدوره

ترجمة
أديب يوسف

الناشر
دار دمشق
للطباعة والنشر والتوزيع

سلسلة تبسيط العلوم

~~956.9~~
~~5/4~~
~~2~~

956.9
Sy 24
2

الرسوم الايضاحية
بريشة الفنان صموئيل نيسنسون

نخالة

صمم الغلاف الفنان : نعم اسماعيل

مكتبة
مفتوحة

مكتبة
مفتوحة

مكتبة
مفتوحة

مكتبة
مفتوحة

الفهرس

الصفحة

٧	١ - فيثاغورس
١١	٢ - اقليدس
١٥	٣ - ابقراط
٢١	٤ - ارسطو
٢٦	٥ - ارخميدس
٣٤	٦ - جالينوس
٣٩	٧ - ليوناردو دافنشي
٤٧	٨ - نيكولاس كوبرنيكوس
٥٥	٩ - اندرياس فيساليوس
٥٩	١٠ - غاليلو
٦٧	١١ - يوحنا كبلر
٧٢	١٢ - ويليام هارفي
٧٧	١٣ - ايفانجيليستا توريشيلي
٨٢	١٤ - روبرت بويل
٨٧	١٥ - كريستيان هاينز
٩٤	١٦ - انطوان فان لوفن هوك
٩٩	١٧ - روبرت هوك
١٠٦	١٨ - السير اسحق نيوتن

الصفحة

١١٤	١٩ - بنيامين فرنكلن
١٢٢	٢٠ - هنري كافنديش
١٣٠	٢١ - جوزيف بريجلي
١٣٧	٢٢ - انطوان لوران لافوازيه
١٤٥	٢٣ - اليساندرو فولتا
١٤٩	٢٤ - ادوار جينتر
١٥٥	٢٥ - بنيامين تومسون ، الكونت رومفورد
١٦١	٢٦ - جون دالتون
١٦٨	٢٧ - آندريه ماري آمبير
١٧٣	٢٨ - اميدو افو غادرو
١٧٨	٢٩ - جورج سيمون اوم
١٨٢	٣٠ - ميخائيل فارادي
١٩١	٣١ - جوزيف هنري
١٩٧	٣٢ - فريديريك وهلر
٢٠١	٣٣ - شارل دارون
٢١٠	٣٤ - جان برنار ليون فوكو
٢١٥	٣٥ - لويس باستور
٢٢٣	٣٦ - جوهان غريغور ماندل
٢٣١	٣٧ - جيمس ماكسويل
٢٣٨	٣٨ - ديمتري مندلييف
٢٤٤	٣٩ - ويلهلم كونراد رونتجن
٢٤٩	٤٠ - ايفان بافلوف
٢٤٥	٤١ - البرت ابراهام مايكلسون

الصفحة

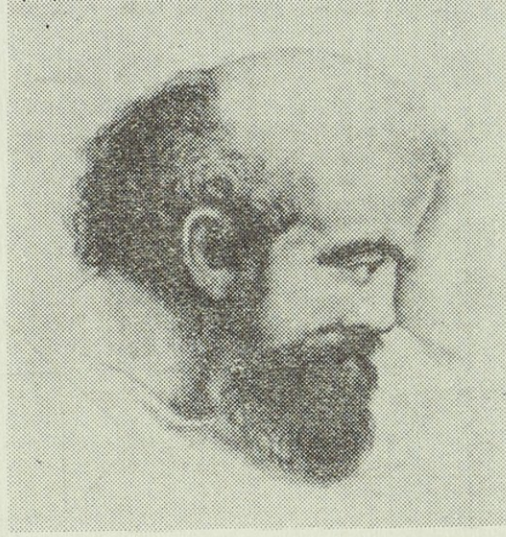
٢٦١	٤٢ - جوزيف جون طومسون
٢٦٨	٤٣ - هنريخ هرتز
٢٧٤	٤٤ - ماكس بلانك
٢٨٠	٤٥ - ماري كوري
٢٨٩	٤٦ - همفري ديفي
٢٩٥	٤٧ - ألبرت أينشتاين
٣٠٢	٤٨ - اسكندر فليمنغ
٣١٠	٤٩ - نيلز بور
٣١٧	٥٠ - آنريكو فرمي



أوحت بهذا الكتاب كلمة لاسحق نيوتن :
« إذا كنت قد نظرت إلى أبعد
فذلك لأنني وقفت على أكتاف
العالمقة . »

اسحق نيوتن

فيثاغورس

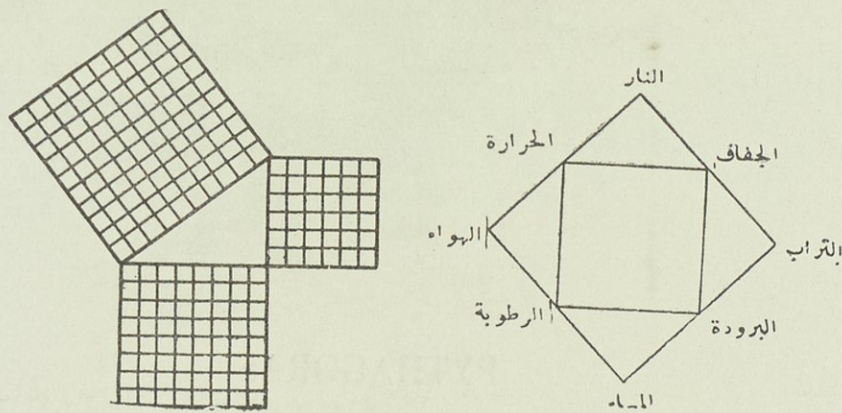


PYTHAGORAS

لعل نظرية فيثاغورس قد نالت من الشهرة أكثر مما نالته أية فكرة رياضية تظاهيها في العمق . وقد استعملت أول ما استعملت ، في حدود علمنا ، من قبل المصريين من دون أن يكون لديهم أي برهان رياضي على صحتها . وأول من قدم البرهان الدقيق على هذه الفكرة الرياضية الرائعة هو فيثاغورس .

ونظرية فيثاغورس هذه ، التي هي حجر الأساس لكل التكنولوجيا ، أثبتت أن مجموع المربعين المتشأنين على الضلعين الأصغرين في مثلث قائم الزاوية يساوي المربع المنشأ على الوتر . (المثلث قائم الزاوية يحوي زاوية واحدة ذات ٩٠ درجة ، « زاوية قائمة » .)

ومن بين المثلثات قائمة الزاوية ذات الأهمية في تاريخ القياس ، المثلث الذي أحد ضلعيه القائمين ٣ وحدات ، والضلع الآخر ٤ وحدات ، والوتر أو الضلع المقابل للزاوية القائمة ٥ وحدات . إن المربعين المنشأين على الضلعين يحويان ، كما تشاهد في الرسم ، ٩ مربعات صغيرة و ١٦ مربعاً صغيراً . أما المربع المنشأ على الوتر فيحوي ٢٥ مربعاً صغيراً . ومن هذا يتبين لنا أن ٣×٣ و ٤×٤ تساويان معاً ٥×٥ . ويصدق هذا على أي مثلث آخر قائم الزاوية . وبلغ من اهتمام الرياضيين بهذه المسألة الهندسية أن عدد البراهين على نظرية فيثاغورس تجاوز مائة برهان من ضمنها ذلك البرهان الذي قدمه الرئيس غارفيلد .



ولد فيثاغورس حوالي عام ٥٨٢ ق . م في بلدة ساموس اليونانية . ولا يُعرف أي شيء عن حياته الشخصية . ولعله تجول عبر البحر الأبيض المتوسط وزار مراكز العلم المصرية . وفي عام ٥٢٩ ق . م . نفاه الملك الطاغية بوليكرت من اليونان إلى جنوبي إيطاليا ، فأسس مع أتباعه ما يشبه جماعة دينية كان اهتمامها منصباً على الرياضيات بالإضافة إلى الدين والفلسفة . كان أعضاء جماعة فيثاغورس كلهم من الطبقة الأرستقراطية وأقسموا على إبقاء أمرهم سراً ، لذلك كانت عامة الشعب تنظر إليهم بمنظار الريبة .

كان فيثاغورس وأتباعه يعتقدون أن الروح الإنسانية خالدة ، وأنها ترجع إلى

الأرض المرة تلو المرة في عدد من الأشخاص المختلفين . وكانوا يعتقدون أن بين الحيوانات والبشر رابطة قرابة ، وأن الروح البشرية يمكن أن تولد في حيوان . وكان فيثاغورس يقول إن في وسع المرء أن يتجنب هذا إذا عاش عيشة طاهرة . وقد أدى ذلك إلى أن غدا النظام في المجتمع قاسياً جداً ، وصارت فضائل النظام الذاتي والطهر والاعتدال والطاعة شعارات للناس ومثلاً عليا .

أعطى الفيثاغوريون إلى كوبرنيكوس الإشارة الأولى إلى أن الشمس مركز الكون . إذ كان فيثاغورس يعتقد أن مدارات الكواكب لا بد أن تكون دائرية . لأن الدائرة هي المدار الأكمل . وكان يقول إن الأرض والنجوم والكواكب والكون بجملة كلها كروية الشكل ، لأن الكرة هي أكمل الأشكال الجسمة .

وكانت جماعة فيثاغورس تضم بالإضافة إلى علماء الفلك والرياضيات علماء الحياة والتشريح الذين اكتشفوا الأعصاب البصرية و « قنوات اوستاكيوس » (١) .

ونقل الفيثاغوريون رياضياتهم إلى الموسيقى . فقالوا إن النغمة الموسيقية صوت يسرّ الأذن . وإن بعض طبقات الصوت إذا عزفت مجتمعة تكون سارة ، بينما هناك مجموعات أخرى منها تحدش الآذان . واكتشف فيثاغورس أنه إذا كانت النسب بين أطوال الأوتار التي تعزف عليها النغمات نسباً بسيطة فإن النغمات تكون منسجمة . مثال ذلك ، إذا كان طول أحد الأوتار ضعف طول وتر آخر (وكلاهما من السمك ذاته ، وشدّاً بدرجة واحدة) ، فإن الأصوات التي تنشأ عنها تكون سارة . ويصدق هذا أيضاً إذا كانت الأطوال : وحدتين ، و ٣ وحدات ، أو ٤ وحدات و ٣ وحدات . وفي الاصطلاح الموسيقي ٢ إلى ١ تمثل الثمن ، و ٣ إلى ٢ تمثل الخمس الكامل ، و ٤ إلى ٣ الربع الكامل . ويعرف الموسيقيون

(١) قناة تصل ما بين الأنف والأذن والبلعوم .

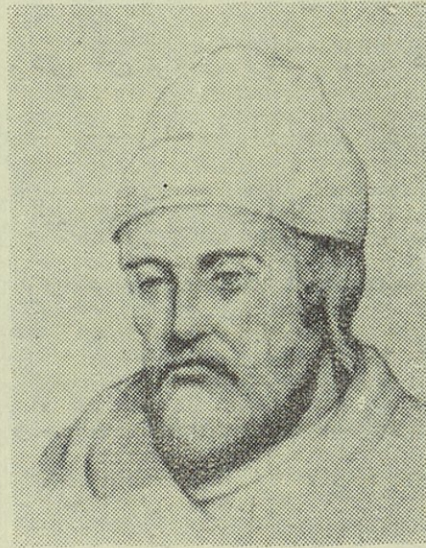
أن هذه المجموعات من النغمات هي أسمى النغمات .

وبعد مائتي عام تكلم أرسطو العليم عن الفيثاغوريين فقال : « انصرفوا إلى دراسة الرياضيات وكانوا أول من دفع ذلك العلم إلى أمام . ولما كانوا قد نشأوا فيه فقد ظنوا أن مبادئه يجب أن تكون مبادئ جميع الموجودات . »
ولا يزال علماء الوقت الحاضر يحاولون إخضاع الكون إلى حتمية الصيغ الرياضية .



إقليدس

EUCLID



« من لم يستهوّه هذا الكتاب في صباه لم يخلق ليكون من العلماء الباحثين
النظريين . » إن طلاب المدارس الثانوية إلى يومنا هذا يدرسون هذا الكتاب بعد
مضي ألفي سنة على تأليفه . « هذا الكتاب » الذي أشار إليه أينشتاين هو كتاب
« المبادئ » الذي ألفه إقليدس ، والذي تُرجم إلى كل اللغات المعروفة . وقد
ظهرت أول ترجمة انكليزية له عام ١٥٧٠ عن ترجمة لاتينية لترجمة عربية عن
الأصل اليوناني الذي أُلّف حوالي ٣٠٠ ق.م .

كان إقليدس الاسكندراني معلماً وعالمًا رياضياً يونانياً ، غير أنه لا يُعرف

في الحقيقة أي شيء عن حياته الشخصية . ولم نتمكن من العثور على أية وثيقة تشير إلى موطن ولادته وزمانها . جل ما نعرفه تقريباً أنه كان يعلم الرياضيات في المدرسة الملكية في الاسكندرية في مصر ، وأنه ألف كتاباً ربما تجاوزت الذخ التي بيعت منه ما بيع من أي كتاب آخر بعد الانجيل .

ويدعى إقليدس بحق أبا الهندسة ، لأنه جمع كل الأفكار الهندسية المعروفة ، وكل أجزاء المعلومات التي لا ترتبط في الظاهر بأية رابطة ، والتي نشأت تلبية للحاجة العملية ، فجعلها في نظام مرتب جميل مفهوم مترابط . وقد رتب المواد ثم قدم الخطوات التي تؤدي من برهان رياضي إلى برهان آخر ، واستكمل البراهين والنظريات الناقصة بأسلوب يثبت قدرة الانسان العجيبة على التفكير .

دعت مصر « هبة النيل » لأن مصر القديمة مدينة بالجانب الكبير من عظمتها إلى نهر النيل . فكانت الزراعة ممكنة لأن النيل عندما يفيض على جانبيه كل عام ، يغطي الحقول بالتربة السوداء الخصبة التي يحملها معه من الجبال النائية في أفريقيا . ولكن الفيضانات كانت تؤدّ المشكلات إلى جانب الثروة ، وذلك لأنها تزيل العلامات الفارقة على الأراضي ، ولأن النيل كان يغيّر مجراه كل عام مما يؤدي إلى طمس الحدود القائمة بين الأراضي التي يملكها الأفراد ، وكان لابد من معرفة حدود أملاك الفرد لكي تجبي منه ضريبة الأراضي .

نشأت الهندسة (Geometry) : تعني الكلمة في الأصل قياس الأراضي (تلبية لهذه الحاجة العملية . ويبدو أن المصريين لم يكونوا يوجهون انتباهاً كبيراً إلى الأساس النظري للهندسة التي كانوا يستخدمونها طالما كانت تقدم لهم نتائج على درجة كافية من الجودة . والحقيقة أن جانباً من هندستهم لم يكن دقيقاً . وكانوا يقيسون جميع المساحات غير المنتظمة بتقسيمها إلى مثلثات ثم يحسبون مساحات المثلثات . وكما من مصري كان يدفع ضرائب إضافية عن أرضه لأن المساح كان يستخدم الصيغ الخاطئة السائدة في حساب مساحة المثلث .

وكان المصريون يعرفون كيف يذشئون زاوية قائمة بطريقة لا تزال مستعملة في تخطيط ساحة اللعب أو أساس اصطبل حين لا تتوافر منقلة Transit المساح . كانوا يستعملون مثلثاً من الجبال أطوال أضلاعه الثلاثة : ثلاث وحدات ، وأربع وحدات ، وخمس وحدات . إذا شدوا الحبل بحيث تكون العقد رؤوساً للزوايا كانت الزاوية بين الضلع الذي طوله ثلاث وحدات والضلع الذي طوله أربع وحدات زاوية قائمة . لهذا كان يسمى المساحون المصريون (شدادي الحبل) .

سمع تالس ، عالم الرياضيات اليوناني ، بطرق المصريين الهندسية وتساءل عن سبب صحتها . فكان هذا التساؤل أول خطوة لبناء الهندسة كعلم . لأن تالس أثناء بحثه لإرضاء فضوله أدخل فكرة وجوب استنتاج الحقائق من المبادئ المعروفة فقط ، ثم تتبّع هذه الأفكار إلى أبعد ما توصلنا إليه . هذا ولم ينس تالس أن الهندسة علم تطبيقي ، وأن من الممكن استخدامها في الملاحة والفلك كما تستخدم في مسح الأراضي وبناء الأهرامات .

أما الخطوة التالية في تطور علم الهندسة فقام بها فيثاغورس وأتباعه . وذلك حينما فصلوا الهندسة عن جميع تطبيقاتها العملية وقصروا اهتمامهم على إيجاد البراهين المنطقية للحقائق الهندسية . هذا إلى أنهم طوروا طريقة التفكير التي صمدت لاختبار الزمن ليس في الهندسة فحسب بل في سائر الميادين التي يستخدم فيها الإنسان عقله . هذه الطريقة العظيمة تدعى المحاكمة الاستنتاجية Deductive reasoning .

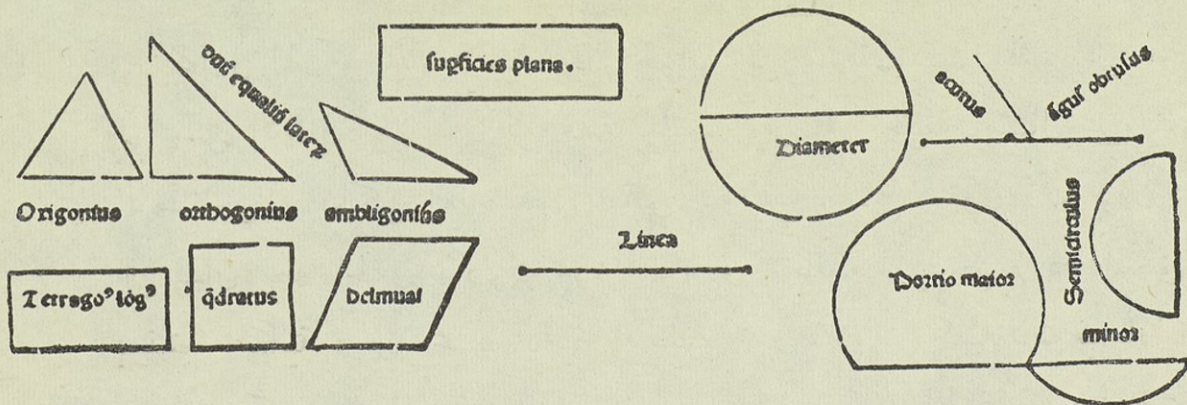
تحاول المحاكمة الاستنتاجية إيجاد جواب عن مسألة بالاعتماد فقط على الحقائق التي سبق الاتفاق عليها . وكل قصة بوليسية هي في الحقيقة مثال على التفكير الاستنتاجي . ولكن العلم أعظم النص البوليسية إطلاقاً . يقول آرثر كونان دويل على لسان بطله الخيالي شرلوك هولمز : « من نقطة ماء يستطيع ذو المنطق أن يستنتج إمكانية وجود محيط كالمحيط الاطلسي ، أو شلالات كشلالات نياجارا ، من دون أن يكون قد شاهدها أو سمع بها من قبل . لهذا كانت الحياة أشبه بسلسلة عظيمة

يمكن التعرف على طبيعتها إذا تعرفنا على حلقة واحدة منها . وعلم الاستنتاج والتحليل ، كسائر الفنون الأخرى ، لا يمكن اكتسابه إلا بالدراسة والصبر الطويل . « جمع إقليدس جميع مؤلفات تالس وفيثاغورس وأفلاطون وجميع مؤلفات اليونانيين والمصريين الذين سبقوه . والخدمة العظيمة التي قدمها إقليدس ليست ما قام به من حل لمسائل جديدة في الهندسة بل وضعه جميع الطرق المعروفة في عهده في نظام يمكن بواسطته جمع الحقائق المعروفة بشكل يؤدي إلى اكتشاف أفكار جديدة والبرهنة على صحتها ، فقد بدأ إقليدس بتعاريف بسيطة سماها مبادئ أو أوليات Axioms ثم مزجها في أحكام Statements سماها نظريات Theorems يمكن البرهان على صحتها بالمنطق .

أدرك أفلاطون أهمية الهندسة فجعلها مادة امتحان الدخول إلى أكاديميته . وكان يقول : (لا تدعوا أحداً يجهد الهندسة يدخل أبواي) .

وأقر بأهمية الهندسة ابراهام لنكولن أيضاً . فدرس تعاليم إقليدس في سن الأربعين ، لا من أجل الرياضيات ، بل لفائدتها في تدريب العقل على التفكير والمحاكمة .

إن دراسة الميكانيك والصوت والضوء والملاحة ، وعلم الذرة ، وعلم الحياة ، والطب ، وجميع فروع العلم والتكنولوجيا ، تعتمد على تعاليم إقليدس . وسوف يظل العلم يستخدم المحاكمة الاستنتاجية أثناء تقدمه نحو اكتشافات أعظم .



رسوم هندسية ظهرت في الطبعة الأولى اللاتينية من كتاب إقليدس

أبقراط

HIPPOCRATES

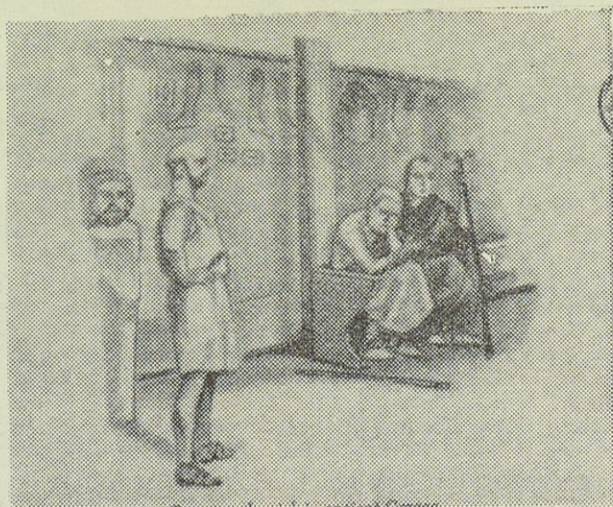


« أقسم إنني سوف أبر بهذا القسم : سوف أستخدم الطب لمساعدة المرضى بقدر ما يسعني عقلي ومقدرتي ، ولن أستخدمه أبداً بقصد الأذى ، ولن أعطي أحداً دواء مميّتاً ، حتى حينما يُطلب إليّ ذلك . ومهما تكن البيوت التي أدخلها ، فسوف أدخل من أجل مساعدة المرضى . ومهما يكن ما أسمع أو أراه أثناء ممارستي لمهنتي فلن أذيعه إذا كان مما ينبغي أن يظلّ طبيّ الكتمان . »

هذه الأفكار نجدها في اليمين التي يحلفها إلى يومنا هذا الطلبة المتخرجون من معاهد الطب . والفقرة كلها ، المعروفة بيمين أبقراط ، مبنية على تعاليم هذا الطبيب اليوناني العظيم .

وكشأن الكثيرين من اليونانيين القدماء الذين نعرفهم من خلال مؤلفاتهم ،
 ليس في الوثائق إلا النزر القليل عن الحياة الشخصية لأبقراط . ففي هذه الوثائق
 أن أبقراط ولد في جزيرة كوس اليونانية حوالي ٤٦٠ ق . م . وكان معبد
 ايسكولابوس يقوم في هذه الجزيرة ، ويظن بأن والد أبقراط كان كاهناً فيه .
 وهناك من يدعي أن أبقراط لم يعيش قط وأن رسائله الطبية السبعين هي
 من تأليف عدد من الرجال . لكن أفلاطون ، الفيلسوف والمؤرخ اليوناني
 الشهير ، يتحدث عن أبقراط كفرد ، ويقول إن أبقراط كان يقوم برحلات كثيرة
 ويدرس الطب أثناء تنقله من مكان إلى مكان . والمظنون أن مدرسة أبقراط
 التي تقوم على جزيرة (كوس) كانت وريثة تلك المدرسة التي كان تالس العالم
 الرياضي اليوناني قد أنشأها في القرن السادس قبل الميلاد ، والتي كانت تعلم طلبتها
 العلاقات الشخصية السليمة بين الطبيب والمريض وتدرّسهم مبادئ الطب .

كانت ممارسة الطب ، حتى مجيء أبقراط ، في أيدي كهنة معبد ايسكولابوس ،
 إله الشفاء عند اليونان والرومان . وكان ايسكولابوس ، حسب زعم الأسطورة ،
 طبيباً على درجة عظيمة من البراعة تمكنه من أن يعيد الميت إلى الحياة .



(علاج المرضى في بلاد اليونان القديمة)

وكان يُعتقد أن المرض ينتج عن عدم رضا الآلهة عن الإنسان ، لذلك كان يظن بأن طريق الشفاء والعودة إلى الصحة يكون بتقديم الهدايا إلى الآلهة . فكان المرضى (إذا استطاعوا) يقدون إلى معبد ايسكولابيوس يلتمسون من الكهنة أن يشفعوا لهم عند الآلهة . وكان كثير من المرضى يعودون إلى بيوتهم وقد برئوا بفضل قدرة الجسم الطبيعية على مقاومة الداء . وكان كهنة المعبد يقدمون للمرضى بين حين وآخر الأدوية والإسعافات التي قد يكون أو لا يكون لها أي أثر في شفاء المرضى المحظوظين .

لذلك من السهل أن نتصور أن أبقراط ربما كان يُنظر إليه بارتياب منذ أن أخذ ينكر قدرة الآلهة على الشفاء . ولكنه كان أبرع من أن يعارض معارضة تامة شعور الناس إزاء الآلهة ، فقد ورد في مطلع ترجمة قديمة ليمين أبقراط ما يلي : « أقسم بأبولون الطبيب وايسكولابيوس ، والصحة ، وباناسيا ، وبجميع الرباب والأرباب » لكن أبقراط لم يكن يعتقد إلا بالحقائق التي تؤكدها الملاحظة والتجربة . وحاول أن يتغلب على الخرافات الشائعة فيما يتصل بالمرض وشفائه .



(الاطباء اليونانيون القدماء في المختبر)

ذاع صيت أبقراط و كفاءاته في سائر أنحاء العالم المتحضر فقدم له ارتاكسير كس ،

ملكُ الفرس ، كنزَه الذي لا يحصى إذا هو قضى على الوباء الذي كان يحد الجيوش الفارسية . وكانت فارس حينئذ في حالة حرب مع اليونان ، فرفض أبُقراط الكنز مجيباً بأن الشرف يمنعه من مساعدة أعداء وطنه . وهناك لوحة مشهورة تصور هذه الحادثة معلقة في معهد الطب في باريس .

وفي القرون الوسطى أُعيد اكتشاف تعاليم أبُقراط كما فصلها في رسائله الطبية . ولكن هذه الكتب لسوء الحظ قُبِلت على أنها صحيحة وصادقة بصورة كاملة ونهائية ، وعلى أنها الكلمة الأخيرة في الفكر الطبي . لأنه بالرغم من وجود الشيء الكثير في كتب أبُقراط مما قد يكون مفيداً حتى اليوم ، كان هذا القبول الأعمى لطبه سبباً في إعاقة تقدم الطب مئات السنين . وفي عام ٢٠٠ للميلاد خالف جالينوس أبوقراط في كثير من النقاط ، ولكن ذلك لم يضعف الإيمان المطلق في عصمة أبُقراط من الخطأ . ولا يزال الفرنسيون يقولون « جالينوس يقول : نعم ، وأبُقراط يقول : لا » ، إشارة إلى الوجوه المتناقضة لأية مسألة تحتل الأخذ والرد . ولكن هذه ليست الحادثة الوحيدة في التاريخ التي يؤدي فيها التقبل الأعمى لأحد المذاهب ، ولو كان صالحاً ، إلى وضع عثرات في سبيل التقدم . فيجب على العلم أن يكون مستعداً دائماً لإعادة النظر في ماضيه .

• كان أبُقراط يرى أن دراسة التشريح أهم جوانب دراسة الطب . وقد أهملت دراسة التشريح فيما بعد ولم تُبعث إلا بعد أن أخذ فيساليوس يمارسها في أوائل القرن السادس عشر . وفي ذلك الزمن كانت الجراحة في أيدي الحلاقين .

وفي عهد هنري الثامن ملك انكلترا (١٥٠٩ - ١٥٤٧) صدر قانون يحرم على الحلاقين القيام بأية جراحة ماعدا الفصد وقلع الأسنان . وفي الوقت ذاته مُنع الجراحون من ممارسة الحلاقة . ولا يزال عمود الحلاق (في شعار الطب) يُذَكَّر بتاريخ جراحة الحلاقين ، بينما ترمز الشرائط البيض إلى الضمادات ، والشرائط الحمراء إلى الدم .

يُمَيِّز قَسَمَ أَبُقْرَاطِ بَيْنَ وَاجِبَاتِ الطَّيِّبِ وَوَأَجِبَاتِ الْجِرَاحِ « لَنْ أُسْتَعْمَلَ
السَّكِينِ لَكِنِّي سَأَخْلِي السَّبِيلَ لِذَوِي الْخُبْرَةِ لِكَيْ يَسْتَعْمِلُوهَا . » وَقَدْ وَضَعَ
أَبُقْرَاطُ الْجِرَاحِينَ فِي مَنْزِلَةِ أَعْلَى مِنْ مَنْزِلَةِ الْأَطْبَاءِ كَمَا نَفْعَلُ نَحْنُ فِي أَكْثَرِ الْأَحْيَانِ
فِي الْوَقْتِ الْحَاضِرِ .

يَعُدُّ أَبُقْرَاطُ أَبَا الطَّبِّ الْحَدِيثَ لِأَنَّهُ بَحَثٌ عَنِ تَعْلِيلِ لِلْأَمْرَاضِ ، فِي الْعَالَمِ
الَّذِي يَحِيطُ بِهِ وَلَيْسَ فِي أَهْوَاءِ الْآلِهَةِ . وَكَانَ يُوصِي الطَّيِّبَ بِوَجُوبِ مَلَاخِظَةِ
الْمَرِيضِ بِدَقَّةٍ وَتَسْجِيلِ أَعْرَاضِ الْمَرِيضِ . فَهَذِهِ الطَّرِيقَةُ يَسْتَطِيعُ الطَّيِّبُ أَنْ يَكُونَ
سَجَلًا يَسَاعِدُ فِي إِبْضَاحِ الطَّرِيقَةِ الَّتِي قَدْ تَشْفِي الْمَرِيضَ . ثُمَّ وَضَعَ طَرِيقًا لِمَلَاخِظَةِ
الْمَرِيضِ : مَظْهَرِ عَيْنِي الْمَرِيضِ وَجِلْدِهِ ، حَرَارَةِ الْجِسْمِ ، الشَّهِيَّةِ ، الْبِرَازِ ، التَّبَوُّلِ .
وَكَانَ يَلْحَقُ عَلَى تَسْجِيلِ مَذَكَّرَاتِ يَوْمِيَّةٍ وَالْإِحْتِفَازِ بِبَطَايِقَةِ طَبِيَّةٍ تَبَيَّنَ تَقَدُّمَ الْمَرِيضِ .
وَلَمْ يَفْتَهُ تَأَثِيرَاتِ الْمَنَاحِ وَتَبَدُّلِ الْفُصُولِ فِي مَخْتَلَفِ الْأَمْرَاضِ ، مِثْلَ كَثْرَةِ حَالَاتِ
الْإِصَابَةِ بِالزُّكَامِ فِي الشِّتَاءِ . وَقَدْ كَانَ هَذَا هُوَ السَّبَبُ الَّذِي رَبَطَ مَا بَيْنَ الطَّبِّ
وَعِلْمِ الْفَلَكَ - مَا دَامَ عِلْمُ الْفَلَكَ هَامًا لِمَعْرِفَةِ الْفُصُولِ الْمُخْتَلِفَةِ - فَبَقِيَ طَلِبَةُ الطَّبِّ
يُدْرَسُونَ خِلَالَ قُرُونِ عِلْمِ الْفَلَكَ بِدُونِ مَبُورٍ وَجِيهِ .

انْتَبَهَ أَبُو قِرَاطٍ إِلَى تَأَثِيرِ شَخْصِيَّةِ الطَّيِّبِ وَإِلَى ضَرُورَةِ كَسْبِ ثِقَّةِ النَّاسِ
بِالطَّيِّبِ . فَكَانَ يَنْصَحُ الطَّيِّبَ بِأَنْ يُخْبِرَ الْمَرِيضَ بِسَيْرِ الْمَرَضِ الْمُنْتَظَرِ لِأَنَّهُ إِذَا
تَنَبَّأَ الطَّيِّبُ تَنْبُوءًا صَحِيحًا « فَسَوْفَ يَزْدَادُ اعْتِقَادَ الْمَرِيضِ بِقُدْرَتِهِ عَلَى فَهْمِ الْمَرَضِ ،
وَلِذَلِكَ سَوْفَ يَتَقَدَّمُ النَّاسُ إِلَيْهِ ، بِمَزِيدٍ مِنَ الثِّقَّةِ ، لِتَطْيِيبِهِمْ . »

إِنَّ كَثِيرًا مِنَ الْأُمُورِ الَّتِي دُونَهَا أَبُقْرَاطُ تَبَدُّوْا بِنْتِ هَذَا الْعَصْرِ ، مِثْلَ قَوْلِهِ :
- إِنَّ الْأَشْخَاصَ الَّذِينَ هُمْ سَمَانٌ بِطَبِيعَتِهِمْ يَكُونُونَ عَرِضَةً لِلْمَوْتِ بِصُورَةِ أَبْكَرِ
مِنْ أَوْلَئِكَ الَّذِينَ هُمْ بِطَبِيعَتِهِمْ نَحَافُ الْجِسْمِ .

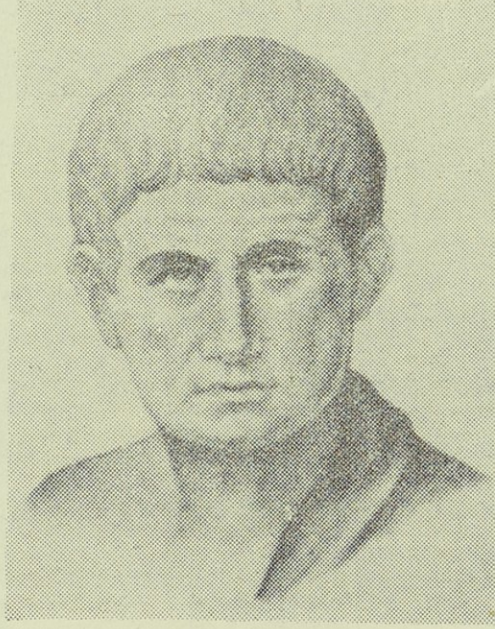
- الْأَشْخَاصَ الَّذِينَ هُمْ أَكْبَرُ سِنًا يَحْتَاجُونَ إِلَى غِذَاءٍ أَقْلَ مِمَّا يَحْتَاجُهُ أَوْلَئِكَ
الَّذِينَ هُمْ أَصْغَرُ سِنًا .

- كلُّ أكثر في الشتاء ، وكلُّ أقلِّ في الصيف .
- الأشخاص النحاف يستطيعون أن يتناولوا كميات قليلة من الطعام ولكن يجب أن تكون من الدهن ، والأشخاص السمان يمكن أن يتناولوا الكثير من الطعام لكن يجب أن يكون بلا دسم .
- للتخلص من الهم والتعب والبرد اشربْ بعض الخمر ممزوجاً بمقدار من الماء يساويه ، فإنه سرعان ما يزيل هذه الشكايات .



أرسطو

ARISTOTLE



صرح روجر بيكون قائلاً : « لو كان الأمر لي لأحرقت جميع كتبه
أرسطو ، لأن دراستها تؤدي إلى ضياع الوقت وتسبب الزلل وتزيد الجهل . »
هذا القول الغريب من عالم مفكر بارز ، رغم ما يبدو عليه من نقد ، هو
في الحقيقة ثناء عاطر على ما لهذا الفيلسوف العالم اليوناني القديم من تأثير وأهمية .
ولد أرسطو في ٣٨٤ ق.م . في بلدة ستاجيرا في الطرف الشمالي لبحر إيجه .
وكان أبوه رجلاً مثقفاً متنفذاً وطبيب البلاط عند جد الاسكندر الكبير . تلقى
تعليمه الأول في البيت وتزود من أبيه بثقافة واسعة في علوم الطبيعة .
وفي عام ٣٦٧ ق.م . ، حين كان في السابعة من عمره ، رحل إلى أثينا التي

كانت مركزاً للعلم . وفيها درس على أفلاطون ، الفيلسوف العظيم في ذلك العصر ، فأبدى استقلالاً في التفكير والشخصية ، وصار يأخذ من أفكار أفلاطون ما يراه مفيداً ويعارض فلسفة أفلاطون أو يوسعها كلما شعر بالحاجة إلى ذلك .

ولم يلبث أرسطو أن أصبح أستاذاً بارزاً معترفاً به . فدُعي إلى مكدونيا لتعليم الاسكندر الذي كان إذ ذاك في الرابعة عشرة من عمره . ولم ينس الاسكندر ، الذي صار فيما بعد الاسكندر الكبير ، معلمه أبداً ؛ فأجرى له مخصّصات لمتابعة الدراسات والبحوث العلمية .

تقدّر الكتب التي ألّفها أرسطو ما بين أربعائة وألف كتاب . وهناك بعض التساؤل عما إذا كان قد ألّف هذه الكتب كلها بمفرده أم اكتفى بجمع كتابات زملائه العلماء والفلاسفة . لأن المؤلفات كثيرة جداً وتشمل ميداناً متسعاً من الفعاليات بحيث يبدو من الصعوبة بمكان كبير أن ينتجها كلّها شخص واحد .

من المعروف أن أرسطو كان له فرقة من أقدم فرق البحث العلمي . فكان ألفٌ من الرجال يتنقلون في بلاد اليونان وآسيا ويجمعون نماذج من حياة البر والبحر ويقدمون لأرسطو تقارير عما وجدوه .

إن أحسن خدمات أرسطو العلمية وأبقاها على مر الدهر تلك التي تمت في ميداني علم الحياة وعلم الحيوان . وقد أظهر أرسطو في عمله هذا تفهماً عظيماً للطريقة العلمية كما نعرفها اليوم . وقد أمضى وقتاً طويلاً في دراسة الأحياء المائية يجمع ويفحص حياة البحر المحيطة به . وكانت ملاحظاته عن الحيوانات من كل الأنواع على درجة فائقة من الجودة .

وثبت أن عدداً من اكتشافاته صحيحة صحة تامة بعد أن كان يُظن بأنها سخيفة . وتعرّف على سلّم الطبيعة وهو الطريقة التي يمكن بها تصنيف الحيوانات بحسب درجة تعقدها ، كما أدرك الكمال الوظيفي لدى المخلوقات التي تحيط به - تحقق من أنها تتلاءم مع ظروف الحياة التي تحيا فيها . وكان أرسطو ، منذ وقت مبكر

في تاريخ الحضارة ، طبيعة تلك الفرقة الكبيرة من العلماء الذين أدركوا أن في العالم نظاماً - وأن الأشياء ليست من فعل الصدفة .

من الطرق العلمية الأساسية الملاحظة والتجريب في المخبر وفي العالم المحيط بنا . وقد قام أرسطو وفرقته بأعمالٍ بمتازة بهذه الطريقة في ميدان علم الحياة . ثم مضت فترة دامت ١٥٠٠ سنة قبل أن يستأنف ألبرتوس ماغنوس عمل أرسطو ويوسعه . وقد أدلى ألبرتوس ماغنوس بملاحظات أصيلة جعلها أساساً لانتقاداته وإضافاته .

لم يقتصر أرسطو في دراساته البيولوجية على الظواهر الخارجية بل كان أول من شرّح الحيوانات فاكشف بينها بعض الفروق في البنية الداخلية . وفي هذه الناحية أيضاً كانت طريقة أرسطو طبيعة لطرق البحث البيولوجي الحديثة .

قال ه . ج . ويلز في كتابه « موجز التاريخ » عن أرسطو : « إنه سبق ليكون والحركة العلمية الحديثة في إدراكه لأهمية المعرفة المنظمة ، وكرّس نفسه لجمع أجزاء المعرفة وتدوينها . وكان هو أول مؤرخ طبيعي . لقد تأمل الأشخاص الآخرون الذين تقدموه طبيعة الأشياء . أما هو فقد انصرف إلى تصنيف الأشياء ومقارنتها مستعيناً بكل شاب أمكنه أن يجنّده لغايته هذه . »

لماذا ، إذن ، كان يكون يجب أن يتجنب الناس دراسة أرسطو ؟ لأن أرسطو ، الذي كان دقيقاً جداً في بحوثه البيولوجية ، كان على خطأ فظيع في بحوثه الفيزيائية . والطريقة العلمية التي استخدمها بصورة جيدة في البيولوجيا لم يحسن استخدامها ، أو هو تجاهلها في دراسة الفلك والطبيعة . وظل تأثير أرسطو عظيماً جداً خلال ١٥٠٠ سنة . وصارت كتاباته تبدو كالسور المنزلة وتعتبر صحيحة لا شيء إلا لأن أرسطو قد كتبها .

إليك بعض الأفكار التي جاء بها أرسطو : كان يفترض أن صفات جميع الأشياء فوق الأرض يمكن أن تُردّد إلى كونها حارة أو باردة ، جافة أو رطبة ،

بدرجات مختلفة . وأن التبدلات في هذه الصفات يمكن أن تفسّر بافتراض وجود أربعة عناصر فقط ، هي : الماء ، والهواء ، والنار ، والتراب . وعلى هذا الأساس يمكن تفسير أمور كثيرة . مثلاً ، إذا وضعت قطعة خشب على النار ، فإن الماء سيخرج من الخشب ، والهواء (الدخان) سيخرج أيضاً ، والنار سوف تظهر من الخشبة ، والتراب (الرماد) سوف يبقى . أما السماوات فقد صنعت من عنصر آخر لا يتبدل . وعلى هذا يكون الكون مؤلفاً من خمسة عناصر .

وفي رأيه أن السماوات كانت في الفضاء الخارجي ، فارتفعت النار إلى أعلى ، وهبط التراب إلى أسفل ، وارتفع الماء فوق التراب وصعد الهواء فوق الماء لكن تحت النار ، لأن عناصر الأرض الأربعة تصعد أو تهبط ، أما العنصر السماوي فيسير في حركة دائرية . وكانت الدائرة في رأيه هي الشكل الكامل . لذلك كانت هي الحركة الصحيحة للعنصر الكامل .

في عام ١٦٠٩ ، حين وجد كبار أن الكواكب السيارة تتحرك في مدارات إهليلجية ، صعب عليه أن يقنع نفسه أن ذلك صحيح بسبب التاريخ الطويل للعنصر السماوي الذي قال به أرسطو .

ومنذ زمن غاليلي أصبح من المعروف جيداً أن الأشياء الثقيلة والخفيفة ، إذا أهملنا مقاومة الهواء ، تسقط بسرعة واحدة . أما أرسطو فقد شاهد مشاهدات غير ملائمة وانتهى إلى نتيجة خاطئة : رأى الحجر يسقط بسرعة أكبر من سقوط ورقة الشجرة - وهذا صحيح - واستنتج أن الجسم الأثقل يسقط بسرعة أعظم من سرعة سقوط الجسم الأخف . وأورد مثلاً على ذلك ، أن ثقلاً وزنه رطلان يسقط بسرعة تبلغ ضعف سرعة سقوط الثقل الذي وزنه رطل واحد . ولكنه لم يجرب ذلك ، كان مقتنعاً بأن ذلك منطقي وإذن فهو صحيح .

وفي حوالي عام ١٥٨٥ أسقط عالم رياضي هولندي من النافذة كرتين مصنوعتين

من الرصاص ، إحداهما تزن عشرة أضعاف الأخرى . وأسقطت الكرتان على سطح خشبي يقع تحت النافذة على بعد ثلاثين قدماً منها . وحين اصطدمت الكرتان لم يُسمع لهما سوى صوت واحد مما دل على أنهما بلغتا السطح الخشبي في آن واحد . كان أرسطو رجلاً عظيماً من رجال العلم . لكن المأساة أنه كان عظيماً أكثر مما يجب . لأن العقول التي جاءت بعده كانت صغيرة فأمنت بأخطائه مثلما آمنت بمنجزاته ، وأخذت تبحث في كتاباته عن الحلول لكل المشاكل في كل العصور .



أرخميدس

ARCHIMEDES

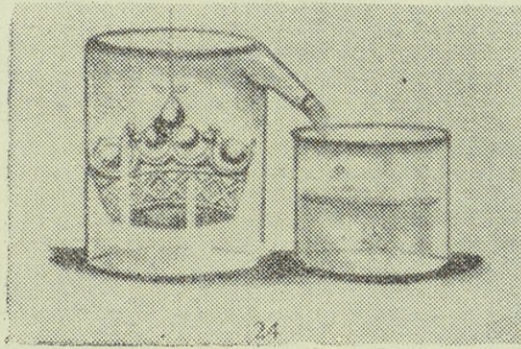


القدرة على ملاحظة ما يحدث ، وعلى فهم ما يلاحظ ، وعلى استخدام المعلومات في اكتشاف أفكار جديدة ، هي علامة العالم . وقد استحم أرخميدس وخرج من الحمام لا نظيفاً فحسب بل حاملاً فكرة هامة - تدعى اليوم « الثقل النوعي Specific gravitiy » .

ولد أرخميدس حوالي ٢٨٧ ق م . في سيراكيوس في صقلية ، وكان ابناً لعالم فلكي يوناني اسمه فيدياس . درس أرخميدس في مدرسة الرياضيات الشهيرة في الاسكندرية ، مركز العلم في أواخر عهد العالم اليوناني . وكان تلميذاً لـ سينون من بلدة ساموس وهو العالم الرياضي المشهور في ذلك العصر وأحد أتباع

أقليدس الشهير .

قضى أرخميدس حياته في الدراسات الفلسفية والرياضية ، وكان العمل اليدوي في زمانه معيباً في نظر الاغريق ، كما كانوا ينفرون من إجراء التجارب . لكن كثيراً من العلماء يرجحون أن أرخميدس قد أجرى تجارب طبيعية (فيزيائية) عملية قبل أن يضع نتائجه المبسطة في صيغ رياضية . ويرجع ذلك إلى أن أرخميدس لم يصف التجارب التي أجراها بل دوّن نتائجه كما لو نتجت عن عملية ذهنية خالصة . لكن كتاباته الأخرى توحى بأنه قد قام بتطبيقات كثيرة على مكتشفاته .



وتذهب القصة إلى أنه توصل إلى فكرة الثقل النوعي - التي ما تزال تدعى قانون أرخميدس - بينما كان في حوض الاستحمام . وكان الملك هيرو الثاني قد أمر بأن يُصنع له تاج جديد ، وزود صانع التاج بكمية من الذهب . وجاء وزن التاج معادلاً وزن الذهب لكن الملك داخله الشك وظن أن بعض الفضة قد مُزج مع الذهب لكي يفيد صانع التاج ربحاً غير مشروع .

وكان معروفاً من قبل أن المواد المختلفة لها أوزان مختلفة : فمكعب من الذهب يزن أكثر من مكعب من الفضة من الحجم ذاته . فكان الحل البسيط للمسألة ، إذن ، بإذابة التاج وتحويله إلى مكعب من الذهب ثم وزنه . فإذا جاء وزنه أقل من وزن مكعب من الذهب من ذات الحجم فإن صانعه يكون قد مزج معه بعض الفضة وأخذ بذلك من ذهب الملك . لكن هذا الحل « البسيط »

من شأنه أن يتلف التاج . وكانت المسألة أن تُحسب كمية الذهب في التاج من دون إتلاف التاج . وطلب الملك من أرخميدس أن يفكر في الأمر .

وهذا يقودنا إلى الحمام المشهور . ذلك أن أرخميدس حين نزل في حوض الاستحمام ارتفع الماء في الحوض ، بطبيعة الحال . وكان الماء يزداد ارتفاعاً كلما ازداد جسمه غوصاً في الماء . فأدرك أرخميدس أن هذه طريقة حسنة لقياس حجم جسم غير منتظم . وملاً أرخميدس إناء ماءً ، ثم وضع ، بعناية ، التاج المشكوك في أمره في الماء . وجمع الماء الذي فاض من الإناء ، والذي يساوي حجمه حتماً حجم التاج . بعد هذا تصبح المسألة في غاية السهولة . نُخذ كمية من الذهب في حجم الماء الفائض ثم زنها وقابل وزنها مع وزن التاج .

وقد تبين أن الصانع الجشع كان مذنباً فتم إعدامه . لكن الأهم من هذا أن العلماء والمهندسين أخذوا منذ ذلك الحين يقارنون وزن حجم كمية من إحدى المواد بوزن حجم مساوٍ له من الماء ويسمون النتيجة « الثقل النوعي » للمادة .

إن الثقل النوعي للذهب هو ٢٠ تقريباً ، وهذا يعني أن ليترًا من الذهب يزن عشرين كيلو غراماً لأن كل ليتر من الماء يزن كيلو غراماً واحداً . أما الليتر من الفضة فلا يزن إلا حوالي ١٠ كيلو غرامات .

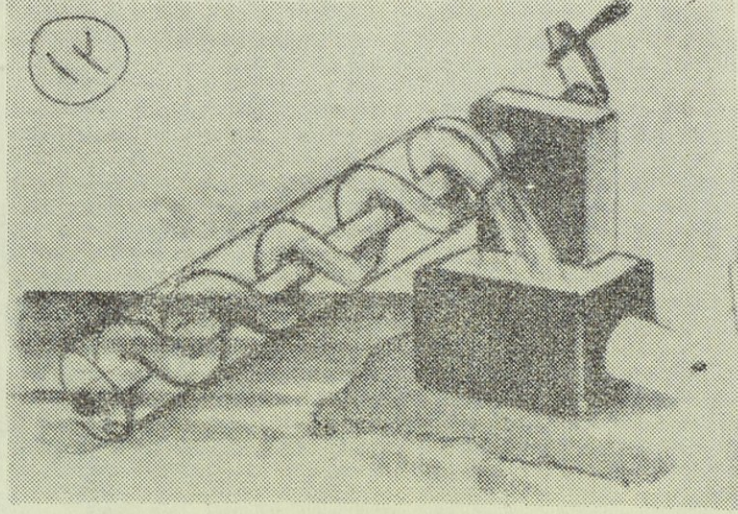
ويتصل بقياس حجم تاج الذهب اتصالاً وثيقاً مسألة الطَّفْو : Buoyancy . فمن الممكن أن يكون أرخميدس قد لاحظ أن ماء الحمام يرفع جسمه إلى أعلى ، وأن جسمه ينزع إلى الطفو ، أو لعله لاحظ أن بعض المواد كالحشب لا تغوص في الماء . وتساءل عما إذا كان للماء أي تأثير على عوم الأشياء التي تغوص . فدرس هذه المسألة وانتهى إلى هذه الفكرة : « الجسم الغاطس في سائل يطفو بقوة تساوي وزن السائل المزاح » .

وهذا يعني أن قطعة حديد ، تزن مثلاً ٨ كيلو غرامات ، تشغل مقداراً معيناً من الفراغ . إذا وضعت في الماء فانها سوف تحل محل كمية معينة

من الماء هي في هذه الحالة كيلوغرام واحد . فإذا وزنا قطعة الحديد وهي في الماء فسوف يبدو أنها تزن ٧ كيلوغرامات . هذه الكيلوغرامات السبعة جاءت نتيجة لوزنها الأصلي ناقصاً الكيلوغرام من الماء الذي حلت محله . أي أنها طفت أو رُفعت بقوة مساوية لوزن الماء الذي أزاحته .

ونحن نطفو ونسبح لأن وزن جسمنا يعادل وزن كمية الماء التي نزيحها . حين نكون في الماء لا نزن شيئاً في الواقع . ولذلك يكون الطفو عندما نكون بكاملنا تحت الماء ، برأسنا وجسمنا كله ، أسهل جداً منه حين نحاول أن نبقي رأسنا خارج الماء . وقطعة الخشب ، أو القارب ، لا تعوم كلها على وجه الماء ، بل لا بد أن تغوص إلى أن تزيح كمية من الماء مساوية لوزنها . وحين تكون السفينة محملة فانها تغوص أعمق فأعمق لأنه يجب أن تزيح من الماء كمية أكبر حتى تعادل الكمية المزاحة وزن السفينة . وبهذا المعنى نتحدث عن (إزاحة الباخرة) . فباخرة الركاب الحديثة يمكن أن تزيح ٨٠,٠٠٠ طن من الماء ، وبمعنى آخر إنها تزن ٨٠,٠٠٠ طن . والغواصات - بما فيها الغواصات الذرية - تعتمد على قانون أرخميدس .

ويُعزى إلى أرخميدس أنه ابتكر طريقة لرفع الماء . وهذه الطريقة لا تزال تدعى « لولب أرخميدس » . وهي تتألف من لولب حلزوني واسع موضوع باحكام داخل صندوق أسطواني . حين يدور اللولب يدفع الماء معه كما ترى في الشكل الإيضاحي . واستخدم هذا المبدأ ذاته لنقل الخنطة . كما يُستعمل الدفع اللولبي في الأدوات الآلية لجلب الفحم إلى الفرن ولإزاحة الرماد . ويُستخدم المبدأ ذاته في كل بيت تقريباً - أنظر إلى طاحونة اللحم التي تستعملها ربة البيت وشاهد اللولب كيف يدفع اللحم أثناء دورانه .



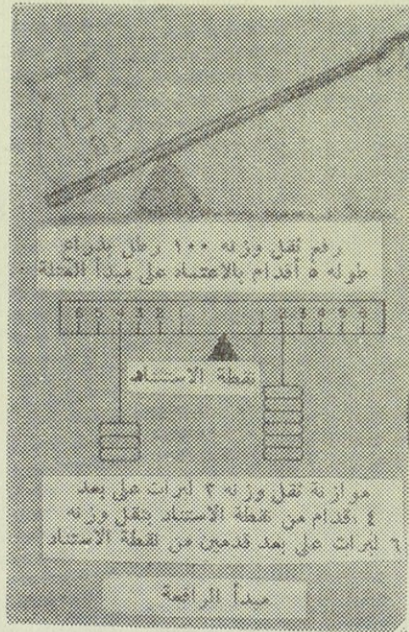
وضع أرخميدس القوانين الرياضية للرافعة وبرهن على صحتها . وبهذا الابتكار البسيط صار في وسع الانسان مضاعفة القوة المتيسرة بين يديه ليتمكن من تحريك الأثقال الكبيرة جدا . وكان أرخميدس يقول مؤكداً فكرته : « أعطني مكاناً أقف عليه أحرك لك الأرض » . ويمكن فهم قانون الرافعة من اللوحين البيانيين .

فالقوة اللازمة في أحد طرفي الرافعة لرفع ثقل في الطرف الآخر منها تتوقف على بعدي الطرفين عن نقطة الاستناد . مثال ذلك أن الثقل الذي يزن ١٠٠٠ كيلو غرام يمكن رفعه بقوة ١٠٠ كيلو غرام إذا كانت المسافة بين القوة الرافعة ونقطة الاستناد تساوي عشرة أضعاف المسافة الكائنة بين نقطة الاستناد والثقل .

أنظر إلى الأرجوحة (الطالعة النازلة المتوازنة) في الحديقة العامة . إن طفلاً خفيفاً في أحد طرفيها ، لكن بعيداً عن منتصفها ، يستطيع أن يوازن طفلاً أعظم منه وزناً في طرفها الآخر بشرط أن يكون أقرب منه إلى منتصف الأرجوحة .

وأسهم أرخميدس في الرياضيات البحتة كإسهامه في الرياضيات التطبيقية . فمن المسائل التي لم تحل إطلاقاً مسألة « مسح الدائرة » أي إيجاد المساحة المضبوطة

للدائرة . وقد أعطانا علماء الرياضيات فكرة تقريبية عن مساحتها . إذ قالوا لنا إن مساحة الدائرة تساوي $\pi \times r^2$ حيث $r =$ نصف القطر . وتساوي π $\frac{3,1416}{}$ تقريباً . إلا أن العدد الأخير لا يمكن إطلاقاً تحديده بالضبط حتى ولو استعملنا الآلات الحاسبة الالكترونية العملاقة الحديثة . أما أرخميدس فقد حسب قيمة π بدقة عظيمة ووجد أنها تقع بين $3,1408$ و $3,1429$ كما قام بعملٍ كثيرٍ فيما يدعى الهندسة التحليلية ولاسيما في خواص مقاطع الكرات والمخاريط . ولا يزال كل طالب من طلبة الحساب التكاملي والتفاضلي Calculus يدرس لولباً يدعى (لولب أرخميدس) .



وكان أرخميدس فخوراً ، بصفة خاصة ، بعمله في حقل الكرة والأسطوانة . فقد وضع القوانين لحساب سطح الكرة وحجمها ، والقوانين الخاصة بحساب الاسطوانة التي تتسع لكرة بلا زيادة ولا نقصان . وبين أرخميدس أن الكرة هي الشكل الجسم الذي يكلف أقل من غيره بالنسبة للحجم الذي يستوعبه .

لذلك سوف ترى صهاريج الماء تبني على هيئة كرات كبيرة . وهذه الصهاريج تحوي أكبر كمية من الماء في أقل قدر من المواد لبنائها .

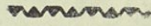
ووجه أرخميدس مواهبه إلى الآلات الحربية كما فعل كثير من العلماء في تاريخ الحضارة . فاستخدمت معلوماته عن العتلات في بناء المنجنيقات . والتاريخ يذكر أن نساتات أرخميدس هي التي « جرحت العدو في كل ميدان » ووجهت الحرب في صالح اليونان أثناء الدفاع عن سيراكوس عام ٢١٥ ق . م . يقول المؤرخ بوليبيوس : « ليس من شك في أن الانسان الواحد ، والعقل الواحد ، إذا كان يملك المؤهلات الجيدة للعمل الذي كلّف به ، يقوم في ذاته مقام جيش » . ولا تزال نحن في العصور الحديثة نعتقد بأن هذا القول صحيح ، فان فرقة صغيرة من العلماء هي التي تمكنت وحدها من صنع الأسلحة الذرية الرهيبة .

بعد بضع سنين سقطت سيراكوس بين يدي القائد الروماني مارسلوس .



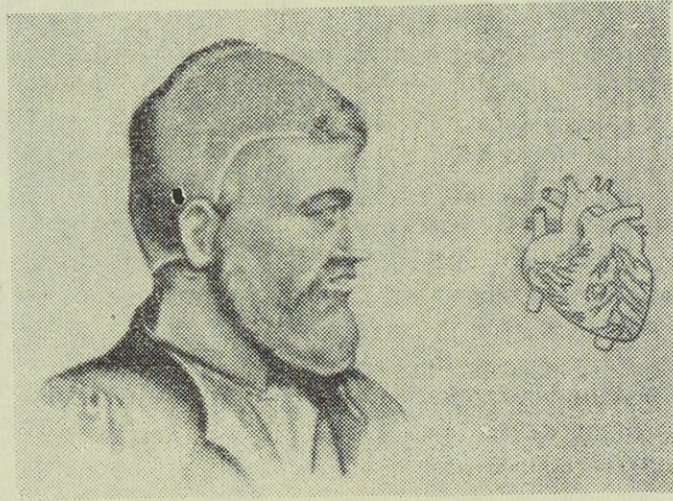
وكان قد أصدر أوامره بالحفاظ على حياة أرخميدس وعدم الاعتداء على بيته .
لكن أرخميدس قُتل خطأ بسيف جندي روماني . فدفنه الرومان وسط مظاهر
الاجلال والتكريم وعلّموا قبره بالشكلين الأثريين عنده : الكرة والأسطوانة .

كان أرخميدس عملاقاً ، وكان عالماً ورياضياً ذا عظمة خارقة - « رجلاً
فريداً ، وعقلاً فريداً - كان جيشاً وحده . »



جالينوس

GALEN



« لن أصدق أي واحد من تلك الأقوال حتى أفحصها بنفسي طالما كان في مقدوري أن أخضعها للفحص . لذلك إذا أصبح أي شخص بعدي مشغولاً مثلي بالعمل ، وباحثاً متحمساً عن الحقيقة فعليه ألا يتعجل استنتاج النتائج من حالتين أو من ثلاث حالات . لأنه ، في أغلب الأحيان ، سوف يستنير بالخبرة الطويلة التي كنت أنا أستنير بها »

هذه هي كلمات جالينوس الطبيب الذي يأتي في مرتبة الطليعة بين عمالقة الطب في التاريخ ، والذي يكنى « أباعلم التشريح » . ظلت موسوعته الطبية الأثرية الخالدة (تمارين في التشريح) حجر الزاوية والمرجع النهائي لمهنة الطب خلال خمسة

عشر قرناً تقريباً . وكلماته تلفت انتباهنا لأنها تجسد الطريقة العلمية الحديثة للتجريب وفحص النتائج عدة مرات .

ولد جالينوس عام ١٢٩ م . في برغاموم بآسيا الصغرى ، التي تقع بين البحر الأسود والبحر الأبيض المتوسط ويفصلها عن بلاد اليونان بحر إيجه ؛ وهي شبه الجزيرة التي تشغل تركيا في الزمن الحديث الجزء الأعظم منها . وكانت آسيا الصغرى من أكثر المناطق ازدهاراً في العالم المتحضر أيام جالينوس . وكانت الامبراطورية الرومانية تحتل هذه البلاد المتحضرة وتسوسها بحكمة وسداد .

وكان والد جالينوس يونانياً واسع الثقافة ، كان بارعاً في الحساب والهندسة والفلك . وكان رياضياً ومهندساً معمارياً . وكان ذا تأثير إيجابي في حياة جالينوس . فمنه اكتسب جالينوس ميوله العلمية الخاصة . وكان أبوه ينصحه قائلاً : « لا تمجد إلا الحقيقة . اسمع وناقش كل ما تسمع ، ولا تتبع شيعة أو حزباً . » وكان لأمه تأثير عظيم فيه أيضاً ، فمنها تعلم الصبر ، وضبط النفس ، والتفكير الطويل قبل الكلام . ولكن تأثيرها فيه جاء عن طريق القدوة السيئة ، لأنها كانت شرسة الطبع إلى حد لا يطاق فقرر ألا يقتدي بها .

وظل يتلقى العلم في بيته ، على عادة الناس في ذلك الزمان ، حتى بلغ الرابعة عشرة من عمره . وحينئذ أرسل لكي يستمع إلى المحاضرات في مختلف المدارس التي كانت تدرس تعاليم فلاسفة اليونان المشهورين . وحين كان جالينوس في السابعة عشرة من عمره تقرر أنه يجب أن يدرس الطب . وبما يدعو إلى الدهشة أن هذا الاختيار موفق لهذه المهنة قد تقرر بناء على حلم . ففي تلك الأيام كان الناس ، عموماً ، حتى المثقفون والمفكرون والواعون منهم مثل جالينوس وأبيه ، يؤمنون بالأحلام إيماناً قوياً جداً .

درس جالينوس الطب على أساتذة هذه المهنة . درس في برغاموم ، وفي أزمير . وفي كورنث . ودرس كل المواد التي تدرس في كل العصور : الهندسة

والفلك والموسيقى واللغة بالإضافة إلى الطب .

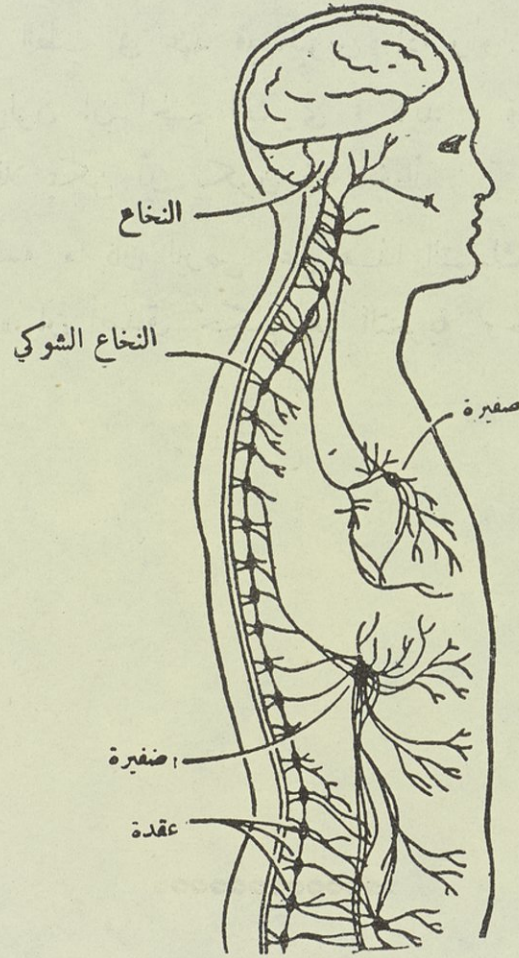
درس حتى بلغ التاسعة والعشرين من عمره - وهي مدة طويلة بالنسبة لذلك الزمان . حينئذ رجع إلى برغاموم لممارسة الطب . ونجح جالينوس كطبيب نجاحاً كبيراً فدُعي إلى روما ليعمل كطبيب رسمي للمتصارعين بالخناجر . وكان الرومان ، رغم شغفهم بالاستعراضات الدموية التي يقوم بها المتصارعون بالخناجر ، يعترضون ، بشكل يدعو إلى الاستغراب ، على تشريح الجثث البشرية . ولكن جالينوس كان يستغل منصبه للقيام ببحوث تشريحية .

أجرى جالينوس بحثاً مستفيضة في التشريح الفسيولوجي . وبقي مما كتبه عشرون مؤلفاً يقع كل واحد منها في أكثر من ألف صفحة . ولما كان غير قادر ، بسبب القوانين ، على القيام بدراسات كاملة للبشر ، فإنه كان يدرس بنية القرد ليملاً الفجوات في معلوماته ويبني كتبه على ملاحظاته الدقيقة .

قام بدراسة للقلب فوصف طبقاته العضلية وصدادته . وأوشك أن يصل إلى مبدأ الدورة الدموية لكنه حزر خطأً أن الدم يخرج من الحجرة اليمنى للقلب عبر الجدار الفاصل . واستطاع أن يتعرف على قنوات الدم الرئيسية ، لكنه أخفق في تعيين الطريق المنتظم الذي يسلكه الدم أثناء دخوله إلى القلب وخروجه منه . وظن أن الشرايين والأوردة تحمل الدم ، بأسلوب غير منتظم ، من القلب وإليه . واقترب جالينوس كثيراً من المعارف الحديثة المتعلقة بالجملة العصبية . فأدرك أن جميع الأعصاب تنقل المؤثرات إلى الدماغ إما بطريقة مباشرة أو عبر الحبل الشوكي ، وأجرى تجارب على الحيوانات فقطع الحبل الشوكي في مستويات مختلفة ولاحظ ما ينشأ عن ذلك من فقدان السيطرة على مختلف وظائف الحيوان . وتنبأ تنبؤاً صحيحاً بما ينشأ عن قطع عصب الحجاب الحاجز وهو العصب الذي يسيطر على حركة الحجاب الحاجز أثناء التنفس .

وأدرك جالينوس أهمية سرعة النبض في تحديد حالة المريض كما أدرك ، في

الوقت ذاته ، أن النبض يتأثر بالتوترات الانفعالية . وقد اتجه في تفكيره نحو نظريات ماندل الوراثة حين لاحظ أن الأطفال في أحيان كثيرة يشبهون جدّهم وجدّتهم أكثر مما يشبهون أبويهم . وأدرك أن الجسم يتنفس بكليته ولو لم يتمكن من مشاهدته حين يتنفس .



(الجملة العصبية)

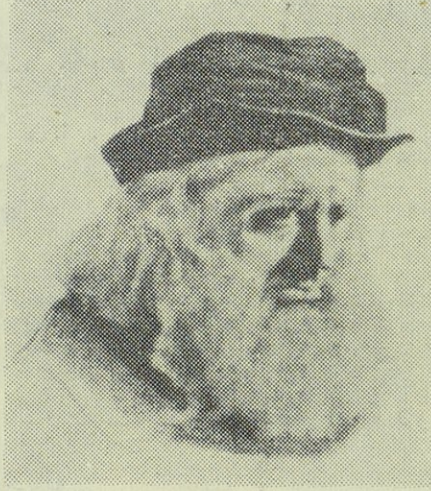
ظل رجال الطب خلال أكثر من خمسة عشر قرناً يعتبرون أفكار جالينوس منزّهة عن الخطأ . وكان الأطباء الذين يشكّون أو يجادلون في صحة آرائه يتعرضون لفقدان سمعتهم . هذا بالرغم من أن جالينوس ذاته قد أوصى بوجود فحص الأقوال .

وفي القرن السادس عشر كان اندرياس فيساليوس ، الطبيب الباجيكي ، يقوم
ببحوث تشريحية في الأجسام البشرية ، فحاول أن يضع ثقة الناس بجالينوس ،
ولكن أحداً لم يتمكن من ضعفة نفوذ جالينوس على الطب حتى جاء ويليام
هارفي ، في القرن التالي ، فنشر التجارب التي أجراها على الدورة الدموية .
وكان الثقات في الطب في عهد فيساليوس إذا رأوا بحثاً تشريحياً يتجه إلى
تخطيء جالينوس يقولون إن الجسم البشري ، لا بد ، قد تغير بعد جالينوس ،
أما جالينوس ذاته فلا يمكن أن يكون قد أخطأ .
إن جالينوس نفسه ما كان ليرضى عن هذا التمسك الأعمى بأفكاره وهو
الذي كان يقول : « إن أصدق حَكَمٍ هو التجربة وحدها . »



ليوناردو دافنشي

LEONARDO DA VINCI



وقف شابٌ أنيقٌ ذهبي الشعر على رأس تل في فلورنسا وأطلق بعض الطيور -
لعلها كانت من السنونو - من قفص . ثم أخذ يرقبها بامعان وهي تشق طريقها
عبر الهواء ، تارة تحلق ، وحيناً تحوّم . وبينما هي على هذه الحال كان
ليوناردو دافنشي يدوّن مذكرات عن مشاهداته .

كان يلاحظ الطيور لأنه كان مقتنعاً بأن القوانين التي تتحكم في الطيران
تصدق هي ذاتها على الطيور وعلى البشر . وكان يدون مشاهداته بطريقة الكتابة
السرية بواسطة المرآة لتبقى هذه المشاهدات طيّب الكتمان . وقد حسبه كثير
من الناس في إيطاليا مجنوناً تماماً فلم يجب ليوناردو أن يزيد نارهم اشتعالاً .
الانسان يطير ! ذلك حقاً مستحيل .

ويعتبر كثير من المؤرخين ليوناردو دافنشي أعظم عالم تجريبي في عصره، ويعترفون بأنه أحد أكبر الفنانين في سائر العصور . ولعل أكثر ما اشتهر به رسمة لوحة « العشاء الأخير » ولوحة « الموناليزا » . وقد خلف لنا ، غير لوحاته الكثيرة ذات الشهرة العالمية أكثر من ٥٠٠٠ صفحة مكتوبة بعناية وموضحة بالرسوم الجميلة تحوي تفصيلاً لمشاهداته وتلخيصاً لمبتكرات من كل الأصناف . وكانت كتاباته جميعها بطريقة المرأة^(١) لكي تظل طي الكتمان . وكان ليوناردو دافنشي مخترعاً ، ومهندساً مدنياً ، ومهندساً عسكرياً ، وعالمياً فلكياً ، وعالمياً جيولوجياً ، وعالمياً في التشريح . أضف إلى هذا أنه كان رائداً في فن الملاحة الجوية . هذا ولم يكن ماهراً في ميادين مختلفة فحسب بل كان مبرزاً في كل واحد منها . وقد أوصله فنه إلى الاهتمام بالعلم . ولعل دراساته العلمية هي التي أعانته على أن يغدو فناناً عظيماً .

ولد ليوناردو في قرية فنسي بالقرب من فلورنسا بإيطاليا عام ١٤٥٢ . وكان أبوه موظفاً في القرية . وكانت أمه خادما في فندق القرية ، ففضى سنواته الأولى في بيت جده وجدته .

أبدى ليوناردو ، تلميذ المدرسة ، علائق النبوغ منذ عهد مبكر حين كان يحل المسائل الرياضية الصعبة . وفي الوقت ذاته أظهر موهبة فائقة في الرسم . وفي السادسة عشرة من عمره تتلمذ على الفنان أندرياديل فيروشيو فتعلم أثناء هذه التلمذة العمل بالحشب والرخام والمعدن . وقد أعجب فيروشيو بمواهب ليوناردو فحثه على دراسة كتب الادب اللاتينية واليونانية والفلسفية ، والرياضيات والتشريح . لأن فيروشيو كان يعتقد أن هذه الدراسات لا بد منها لكي يصبح ليوناردو بحق فناناً قديراً .

أمم ليوناردو تلمذته في السادسة والعشرين ، وصار عضواً في نقابة الفنانين .

(١) أي أنه كان يكتب النصوص كما تبدو على صفحة المرأة لكي يستحيل فهمها على سواه .

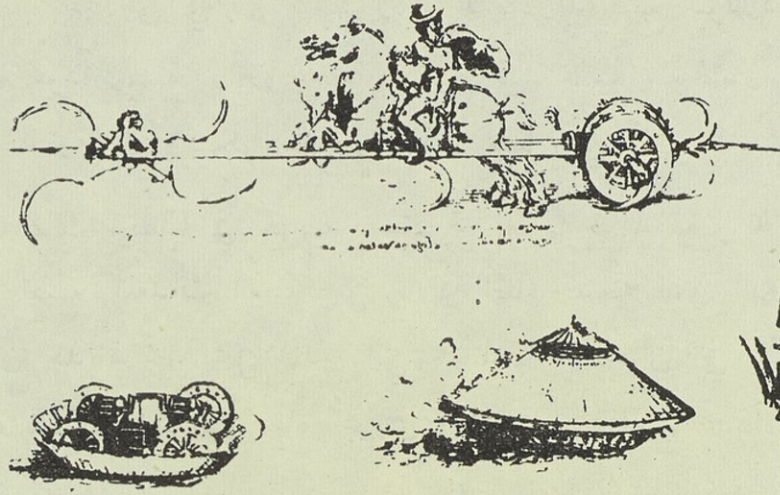
وبذلك أصبح له الحق في أن يتخذ زبائن له . وقد صنع ليوناردو آلة موسيقية مبتكرة - عوداً بهيئة رأس حصان تقوم فيها الأسنان باختيار الألحان - مما لفت انتباه الدوق لودوفيكو سفورزا حاكم ميلان في ذلك الحين .

وكانت ممالك إيطاليا في حرب مستمرة بعضها ضد بعض ، فوجه ليوناردو انتباهه إلى تصميم المعدات العسكرية . وفي أثناء خدمته لدى الدوق وضع أيضاً تصاميم لمدن حديثة تحل محل المدن التي اجتاحتها الطاعون في زمانه . وأدرك أهمية إنشاء شبكة لتصريف مياه المجاري في المدن . فاقترح عدداً من المشروعات لم يقبل أي واحد منها فيما يظهر . والشيء الوحيد الذي أنتجه للدوق هو رسمه لوحة « العشاء الأخير » التي أمر الدوق برسمها لكي تقدم إلى قاعة الطعام في كنيسة (سانتا ماريا) .

وحيث كان في ميلان أخذ يهتم بالتشريح فبحث عن مشاهير الأطباء في عصره ، واتفق معهم على أن يطلعوه على ما يقومون به من التشريجات . وخرج من هذا اللون من النشاط العلمي برسوم تشريحية فريدة .

لكن الدوق لودوفيكو سفورزا وقع في قبضة ملك فرنسا وألقي في السجن ففقد ليوناردو سيده الذي يراه . وفي هذه الأزمة سافر إلى البندقية لكي يقدم اختراعاته العسكرية إلى أصحاب السلطة . وكان قد صمم بدلة للغوص وغراصة وهذات الابتكارات من بين الابتكارات القليلة التي لم يوضحها توضيحاً تاماً في مذكراته . وكان يقول إنه لن يكشف الستر عن طريقته في بنائها لأنه يخشى « طبيعة الانسان الشريرة التي قد تتخذها وسيلة للقتل في أعماق البحر » .

واشتغل ليوناردو فترة قصيرة رساماً للخرائط لدى سيزار بورجيا . وكان بورجيا ، الطاغية ، ينوي فتح إيطاليا كلها فعهد إلى ليوناردو برسم خريطين لتوسكانيا وأومبريا ، فرسم ليوناردو هاتين الخريطين بالاعتماد على قياسات وأعمال مساحية أجراها بنفسه .



(رسوم ليونارد و آلات الحرب)

وفي عام ١٥٠٠ ، حين أوشك على بلوغ الستين من عمره ، عاد إلى بلدته فلورنسة ، حيث بقي ست سنوات رسم خلالها لوحة « الموناليزا » الشهيرة التي لا تزال ابتسامتها المثيرة تمتع وتعجب الآلاف من زوار متحف اللوفر في باريس بفرنسا .

كان عدد آخر من الرسامين الكبار في ذلك العصر ، من بينهم رافاييل ومكايل أنجلو ، منهمكين في الرسم في الفاتيكان في كنيسة البابا الصغيرة الخاصة . فرحل ليوناردو إلى روما بيد أنه لم يتمكن من الحصول على تعهدات لأنه لم يكن مرضياً عنه بسبب دراساته التشريحية ورسوماته . فدفعته هذه الحادثة المؤسفة إلى الرحيل عن إيطاليا إلى الأبد ليقضي السنوات الباقية من عمره في خدمة ملك فرنسا .

ترك ليوناردو دافنشي الفنان وثائق كافية تشهد له . فلا تزال رسومه إلى اليوم تعبيراً عجبياً عن العبقرية . أما ليوناردو دافنشي المخترع العالم فيصعب تحديده . ذلك أنه كان أسبق من نفسه . كانت أفكاره ، وكلها بمكنة التنفيذ ، أسبق جداً من تفكير معاصريه حتى أنه لم يستطع الحصول على أي عون

لتنفيذها . وبعض الصعوبة سببها ميله لقبول عدة تعهدات وعدم قدرته بعد ذلك على تسليمها بسبب ضيق الوقت وعدم التركيز .

كانت اختراعاته ، متنوعة وممتعة . فبنديته الرشاشة كانت طليعة البندقية الرشاشة الامريكية التي استعملت في الحرب الامريكية الاسبانية . وكانت تتألف من عدة سبطانات مثبتة على مسند ثلاثي الشكل . فبينما تطلق مجموعة من البنادق نيوانها تُعبأ مجموعة ثانية بالذخيرة ، وتُترك مجموعة ثالثة لتبرد . وكانت مصفحته العسكرية تتألف من حجرة متحركة تحوي في داخلها مدفعاً يُحشى من الأسفل وقد حُملت على أربعة دواليب معلقة بها بصورة مستقلة تتيح لها الحركة في كل الاتجاهات . وكانت القوة البشرية هي التي تزود المصفحة بالقوة المحركة . لأن هذا كان قبل اختراع أية قوة آلية ما عدا قوة الماء وقوة الهواء .

وإلى جانب غواصته وحلة الغوص اللتين مر ذكرهما ، ابتكر سفينة ذات هيكلين ، إذا تمكنت نيوان مدافع العدو أن تحرق الهيكل الخارجي منها بقيت السفينة عائمة على سطح الماء بفضل الهيكل الداخلي السليم .

وكان ليوناردو نشيطاً فيما يمكن أن يدعى في عصرنا العلمي بميدان الآلات ، فقد صمم آلة لقياس سرعة الرياح من مروحة مركبة بحيث تستطيع الرياح تحريكها . وكانت زاوية الحركة مقياساً لقوة الرياح .

والساعة التي ابتكرها ليوناردو كانت تشير إلى الساعة والدقائق معاً . وهي تسير بقوة الثقل وتضبط بواسطة المسننات .

والسيارة الحديثة تحوي عداداً (اودوميتر) يشير إلى المسافة التي قطعها السيارة ويتألف عمله من إحصاء عدد دورات الدواليب ثم تحويل هذه المعلومات إلى أميال بواسطة مسننات وأسلاك .

ولم يكن ليوناردو يملك سيارة لكنه كان يحتاج إلى قياس المسافات من أجل مشروع الخريطة . فصمم لهذه الغاية جهازاً لتسجيل المسافة شديهاً بالعربة ذات

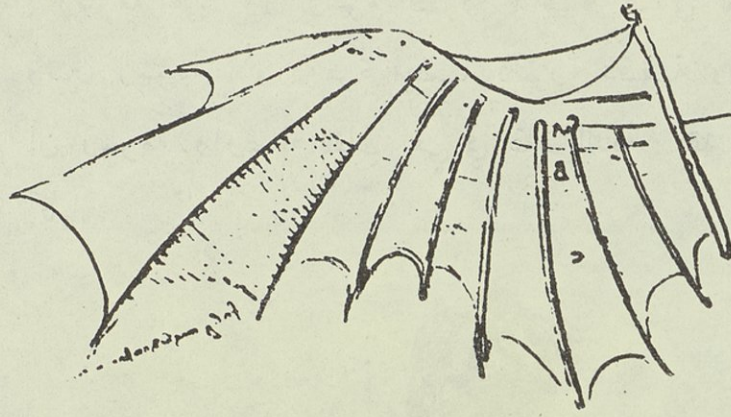
العجلة الواحدة التي تدفع باليد . فكان المساح يدفع الجهاز معه في طريقه .
و حين يدور الدولاب يدفع أجهزة الحركة التي تنتهي بقرص يشير إلى المسافة التي
قطعتها العربة .

وابتكر ليوناردو كثيراً من الآلات التي تستعمل بأشكال مماثلة في وقتنا
الحاضر . وقد عُدلت هذه الآلات لكي يمكن الاستفادة من المواد الحديثة
كالفولاذ بدلاً من الخشب . لكن ليوناردو دافنشي هو الذي وضع مبادئها .
وابتكر آلة لا تختلف عن السيارة الرافعة لرفع الأثقال . وصنع نموذجاً لمقود
ذي سرعة متبدلة استخدم فيه عجلات مسننة ذات أقطار مختلفة تتصل وفق رغبة
السائق بمقود مخروطي الشكل . وقد سبق زمانه بكثير في العجلات الصغيرة التي
يدور فيها محور . كما أنه صنع جهازاً لتبديل السرعة يُستخدم مبدئياً في مؤخرة
السيارة في الوقت الحاضر مما يساعد أحد الدولابين على الحركة بسرعة أكبر من
سرعة الدولاب الآخر حين تجتاز السيارة منعطفاً في الطريق .

وفي وسع صناعة الآلات أن ترى أن آلاتها الثابتة وآلاتها القاطعة لا تختلف
كثيراً في الواقع عن تلك التي صممها ليوناردو دافنشي .

وعني ليوناردو عناية خاصة بالآلات المائية فصمم مضخة تستخدم قوة تيار
الماء لرفع المياه ، وذلك بواسطة دولاب له أجنحة في الماء الجاري يدور فيدفع
عجلة مسننة كبيرة وهذه بدورها تشغّل مضخات كائسة فترفع الماء . وكان
ارتفاع البناء كله يتجاوز ٧٠ قدماً . كما عني بمظاهر أخرى للمياه فدرس أشكال
السك ، وأدت مشاهداته إلى تصميم سفينة تقاوم تيار الماء . وشغلت مشاكل
الري والملاحة جانباً من جهوده فوضع تصاميم واسعة لتحويل الأنهار لهذه الأغراض .

وفي حوالي عام ١٤٩٠ صمم ليوناردو ما كينة طائرة . وكان ينبغي لهذه
الماكينة (التي لم تطرّق قط) أن تعمل كلياً بقوة بشرية . إذ افترض أن يحرك
الطيار الجناحين الضخمين بتحريك قدميه . كما أنه صمم نوعاً من الهيلوكبتر كان



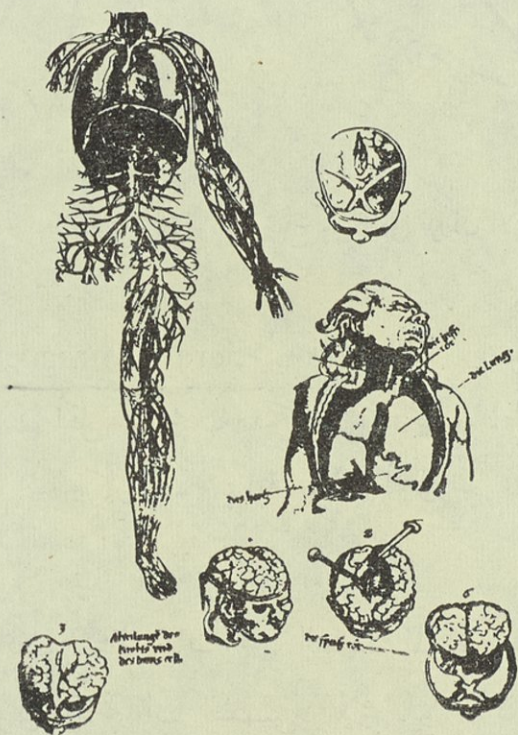
(رسم تخطيطي بريشة ليوناردو لجناح من أجل طيران الانسان)

يتألف من حبل لولبي Scraw Thread يُدفع بواسطة نابض ، لكنه لم يعمل لأن القوة المتوافرة كانت أقل مما يجب بكثير . وصنع إطاراً من الخشب مغطى بالكتان على هيئة هرم . وكان هذا بمثابة مظلة أولى جربت من برج ونجحت في تخفيف سرعة هبوط ثقل .

وكان ليوناردو دافنشي عالم نبات من الصنف الممتاز . تدل رسومه وكتاباتة على أنه انتبه إلى ظاهرتي الانجذاب الشمسي الإيجابي والانجذاب الشمسي السلبي وهي نزعة بعض النبات إلى الاتجاه نحو الشمس ، وميل بعضه الآخر إلى الابتعاد عنها ، ولاحظ أن بعض الجذور يتجه نحو باطن الأرض بينما يتجه البعض الآخر نحو سطحها ، وهاتان هما ظاهرتا الانجذاب الأرضي الإيجابي والسلبي ، ولاحظ الحلقات في جذوع الأشجار وعلاقتها بعمر الشجرة . وتدل رسومه للأزهار على أنه كان يعلم بوجود الحياة النباتية الذكورية والأنثوية .

واشترك مع أحد الاطباء في دراسة التشريح . وتدل رسومه على فهم عميق لبنية الإنسان التشريحية . فرسومه للجمجمة تبين لأول مرة الفتحنتين الموجودتين في الجهة وفي الفكّين - يدعو رجال الطب هاتين الفتحتين : الجيوب الجبهية

والفكية . كما أن رسومه هي أول رسوم تصور الانحناء الثنائي للعمود الفقري تصويراً دقيقاً . وتبين رسومه لأول مرة أيضاً بصورة دقيقة وضع الجنين في رحم الأم . ثم إن رسومه وأوصافه للقلب هي في غاية الدقة : فقد صور أجوافه ودساماته وبنيته كلها .

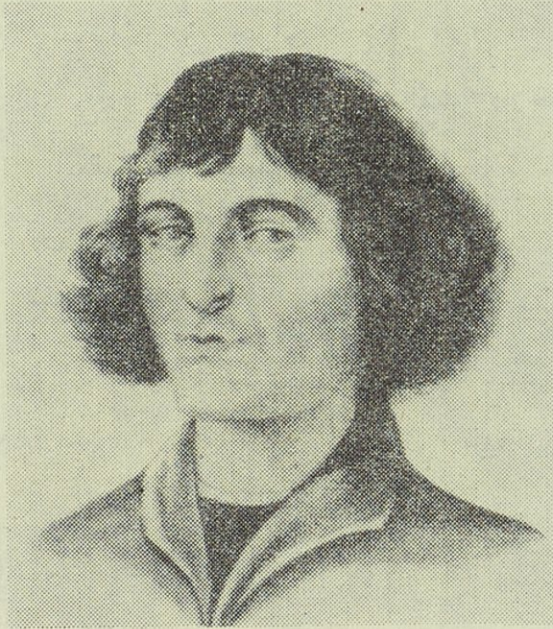


إن كثيراً من الرسوم التخطيطية التي وضعها ليوناردو دافنشي حُوِّلت إلى نماذج متحركة . وتقام بين فترة وأخرى معارض لهذه المبتكرات . وتوجد مجموعة ممتازة منها لدى (مؤسسة الآلات التجارية الدولية) التي قال مؤسسها توماس واطسن :

« الاختراع فن من أعظم الفنون . إنه ينطوي بمعناه الأوسع على جميع الفنون . وليوناردو دافنشي ، كما يبدو في رسومه ودراساته وتحرياته العلمية واختراعاته ، مثال قيم للرجل الذي يستغل إلى أقصى حد قدراته على التفكير والشعور والحلقة من أجل إخوانه البشر . »

نيكولاس كوبرنيكوس

NICOLAUS COPERNICUS



« هل تتحرك الشمس ؟ » « متى تطلع الشمس ؟ » انظر الى الغروب الجميل « إن اللغة الدارجة تعزز ماتخبونا به حواسنا : الشمس تتحرك .

ونحن نعلم ، طبعاً ، أن اللغة الدارجة وحواسنا على خطأ ، لأن الذي يتحرك ليس هو الشمس بل الأرض . لكن علماء الفلك ظلوا قرونًا كثيرة يعتقدون أن الأرض هي الثابتة وأن الأجرام السماوية تدور حولها .

وفي حوالي عام ١٥٠٠ م وضع بطليموس ، الفلكي المصري المشهور نظاماً

يمكن بواسطته التنبؤ بصورة لا بأس بها بمواقع الكواكب في المستقبل ، لكنه ، لافتراضه أن الأرض هي المركز ، لم يستطع تقديم المعلومات الكاملة لجولة الكواكب الظاهرية . (ان لفظة Plonet كوكب تعني في الاغريقية « جوال ، متنقل ») .

وكان أريستارشوس العالم الفلكي من بلدة ساموس قد ذهب ، قبل ذلك بأربعة قرون ، إلى أن الشمس هي مركز الكون ، ولكن هذه الفكرة كانت من الغرابة بحيث تجاهلها الناس .

وبقي الأمر على ذلك حتى حوالي عام ١٥٤٠ حين أدرك نيكولاس كوبرنيكوس ، العالم الفلكي والرياضي والطبيب والقس ورجل الدولة البولندي ، أن حركات الكواكب المعقدة في الظاهر يمكن تحليلها بسهولة إذا افترضنا أن الشمس ثابتة وأن الأرض والكواكب تدور في مدارات حولها . وقد احتاج العالم إلى مرور ١٥٠ سنة قبل أن يقبل بهذا الرأي - الذي يخالف حواسنا .

ولد نيكولاس كوبرنيكوس في التاسع عشر من شباط عام ١٤٧٣ في بلدة تورون في بولاندا وكان أصغر ابنين وابنتين لنيكولاس كوبرنيكوس وباربارا وازنرود .

وكان أبواه ينتميان إلى أمرتين من الأسر البارزة في البلدة . وكانت تورون مركزاً تجارياً مزدهراً ، ولم يكن والد نيكولاس تاجراً ثرياً حسب ، بل قاضياً وزعيماً مدنياً . وحين بلغ نيكولاس العاشرة من عمره توفي أبوه فتقرر أن يتبنى الأطفال عمهم لوقاس وازنرود القس .

وتحت تأثير العم لوقاس ، الذي كان استاداً ثم أصبح مطراناً ، قرر نيكولاس أن يمتحن عملاً في الكنيسة . فشرع في تحصيل تلك الثقافة التي تمكنه من إدراك هذه الغاية .

ولما بلغ الثامنة عشرة انتسب إلى جامعة كراكو في بولاندا . وكانت كراكو

عاصمة بولاندا ، مدينة مشهورة في أوروبا كلها بثرائها وثقافتها . وكانت جامعة كراكو تجذب إليها الطلبة من بلدان أجنبية كثيرة - من ألمانيا وهنغاريا ، وإيطاليا وسويسرا والسويد . وكان هؤلاء الطلبة يدرسون ويتفاهمون باللغة اللاتينية . والحقيقة أن سائر الكتب الدراسية كانت مكتوبة باللاتينية وكان لا بد لجميع المثقفين من إتقان هذه اللغة . وأخذ نيكولاس يحضر دروساً تضم الفلسفة والفلك والهندسة والجغرافيا .

وكانت دراسة الفلك ذات أهمية بالغة في ذلك العصر . لأن التجارة البحرية كانت تتطور بسرعة وكانت السفن تزداد حجماً وتقوم برحلات إلى مناطق أبعد فأبعد عبر البحار ، وحين أصبح كوبرنيكوس في التاسعة عشرة كان كولومبوس قد عبر المحيط واكتشف أمريكا . وكان فن الملاحة يعتمد على جداول فلكية محسوبة حساباً خاصاً لهذه الغاية . وكانت الحاجة ماسة لوضع تقويم دقيق لكي يمكن الاحتفال بأعياد الكنيسة في مواعيها الصحيحة .

وقد تبدو دراسة نيكولاس غريبة لنا . لأنه سافر من جامعة كراكو إلى معهد الحقوق في بولونيا بإيطاليا . ومن بولونيا كان يتابع دراسته في جامعة بادوا . وأخيراً نال درجة دكتور في الحقوق من جامعة فيرارا عام ١٥٠٣ . ذلك أن الطلبة كانوا يسافرون من جامعة إلى أخرى في تلك الأيام .

وعاد نيكولاس إلى بولندا لايمكث فيها بل ليقنع عمه بأن دراسة الطب يمكن أن تفيد في خدمة الكنيسة . ويظهر أن الصعوبات المالية لم تعترض سبيله لأنه رحل في الثلاثين من عمره ، إلى معهد الطب في بادوا .

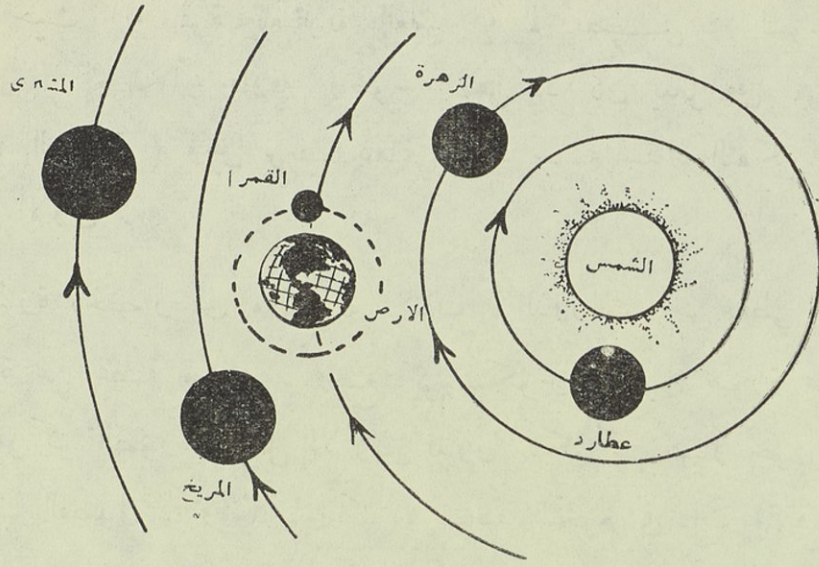
وكانت دراسته في تلك السنين وثيقة الصلة بدراسة الفلك . لأنه كان يفترض وجود رابطة خفية بين أعضاء الجسم من جهة وعلامات (زودياك) من جهة أخرى . وكان زودياك الاسم الذي يُطلق على تلك المنطقة من السماوات التي يبدو أن الشمس والكواكب الرئيسية تتحرك فيها . وكانت هذه المنطقة مقسومة إلى

١٢ جزءاً . كل جزء ٣٠ درجة . وكان يشار إلى كل جزء برمز خاص يدعى علامة زودياك . والشمس في كل شهر تقريباً تدور في برج مختلف من أبراجها وتدور الكواكب في هذه الأبراج دوراناً غير منتظم . ولا يزال حتى اليوم قوم يسمون أنفسهم بالمنجمين يتعهدون بالتنبؤ عن « مستقبلك » بالاعتماد على وضع الشمس والكواكب في يوم ميلادك .

وخلال سنوات نيكولاس الدراسية عين كاهناً للكنيسة في فراونبرغ . ويرجع الفضل في تعيينه لهذه الوظيفة إلى نفوذ عمه المطران أكثر مما يرجع إلى كفاءاته . بيد أنه كان متهيئاً تهيئاً جيدة لهذا المنصب لأنه كان قد تدرب في كل من اللاهوت والفلسفة وتنقل كثيراً في إيطاليا ، مركز الكنيسة ، ونال درجة الدكتوراه في القانون الكنسي ، ودرس الطب . كما كان يتقن اللاتينية واليونانية وكان قد طالع عدداً كبيراً من المؤلفات الكلاسيكية العلمية والرياضية والفلسفية الرومانية واليونانية .

أنهى كوبرنيكوس حياته الدراسية في الثالثة والثلاثين من عمره فعاد إلى بولندا ليعتني بعمه وازنود المطران الذي كان حينذاك طاعناً في السن وعليلاً . فكان لديه متسع من الوقت لمتابعة دراساته ومشاهداته التي قدر لها أن تنتهي بتعليق جديد لنظام الكون . وبعد وفاة عمه عاد إلى منصبه في فراونبرغ ليستأنف العمل في المنصب الذي أنفق فيه باقي عمره كاهناً للكاتدرائية . واتخذ لنفسه مقراً في أحد أبراج الحصن المحيط بالكاتدرائية . ولا يزال هذا البرج قائماً ويعرف ببرج كوبرنيكوس ، وقد كان مرصد كوبرنيكوس .

قبل كوبرنيكوس بأن القياسات الفلكية التي انحدرت إليه عن اليونان والعرب قياسات مضبوطة . بيد أنه كان يرى أنه قد يكون من المفيد إجراء قياسات جديدة وذلك على أثر ما شاع من أن بعض التبدلات قد تجري في السماوات . وكانت أدوات كوبرنيكوس قليلة الدقة فلم تأت قياساته أدق من تلك التي كان



(مجموعة كوبرنيكوس الشمسية)

الاغريق قد أجروها قبل ذلك بألف وخمسةائة عام . ولكن العالم لم يلقبه بالعمل اق بسبب قياساته بل بسبب صيغه الرياضية والفلسفية لنظرية الكون وقد قدر العلماء الفلك المتأخرين ، تيشو براهي وجوهان كبلر أن يدخلوا تصحيحات على تنبؤاته إلا أن كوبرنيكوس كان له فضل السبق .

وفي ربيع ١٥٣٩ جاء عالم ألماني ، في الخامسة والعشرين من العمر ، يدعى جورج جوشيم ريتيكوس لزيارة كوبرنيكوس . وكان ريتيكوس ، العبقرى بحق ، قد عين أستاذاً للرياضيات في جامعة ويتنبرغ قبل أن يتجاوز الثانية والعشرين من عمره فرحب به كوبرنيكوس الطاعن في السن . وقضى ريتيكوس في صحبة كوبرنيكوس أكثر من عامين يدرس نظرياته ومخطوطاته . وكان هو الذي حث كوبرنيكوس على نشر مكتشفاته العظيمة ، كما أن مخطوطة كتاب كوبرنيكوس De Revolutionibus Orbium Coelestium الذي يختزل عادة إلى « الدورات Revolutions » قد أرسلت إلى ريتيكوس في ألمانيا لكي تطبع .

لكن النسخة المطبوعة من هذا الكتاب الذي يأتي في مرتبة « مبادئ »

نيوتن من حيث أنه ثمرة للعبقرية العلمية ، لم تصل ، لسوء الحظ إلى كوبرنيكوس إلا بعد أن فارقه وضوح الذهن إذ كان يدنو من الموت ويعاني من الجلطة (السكتة) ومن نزيف دماغي وقد جانبه سداد التفكير حين جيء إليه بالنسخة الأولى .

إن الإشارة باختصار إلى ما يحتويه كتاب « الدورات » لن تعطي القارئ إلا فكرة صغيرة عن عظمة مؤلفه . وضع كوبرنيكوس للكون صورة عامة وجعل الشمس في مركز الصورة وجعل الأرض تدور ككوكب سيار حول الشمس . وشرح أسباب الفصول . وأشار إلى أننا لا نشاهد النجوم في ذات الموقع من السماء في كل من إيطاليا ومصر ، كما أننا في الحقيقة نشاهد في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية نجوماً لا نتمكن من رؤيتها من النصف الشمالي . وحين نضع ضوءاً على رأس سارية السفينة يبدو للمشاهدين أنه ينحدر بالتدريج حين تأخذ السفينة بالاقلاع إلى أن يختفي كلياً ويبدو كأنه قد غرق في البحر . تلك هي الحجج التي كان يقدمها لكي يثبت أن الأرض كرة .

وناقش كوبرنيكوس الرأي الذي كان يعتبر الكواكب السيارة ذات حركات غير منتظمة ، فأحياناً تتحرك إلى أمام ، وأحياناً تتحرك إلى وراء ، وأحياناً أخرى تقف ثابتة لا إلى أمام ولا إلى وراء . فبيّن كيف أن هذه الحركات تكون منتظمة لو اعتبرت الشمس مركز حركة الكواكب .

وعلمته رياضياته ، على ضوء أفكار بطليموس ، أن ما يبدو من عدم انتظام في حركات الكواكب السيارة يجب أن يُبنى على أن الحركة تتم في دائرة واحدة أو في مجموعة من الدوائر ، لأن الحركات لا يمكن أن تتكرر إلا إذا افترضنا وجود الدوائر . وبيّن أن الأرض لا ينبغي أن تكون في مركز الكون لكي تبدو لنا أنها في المركز وذلك إذا كانت السماوات ذات أبعاد كبيرة جداً بالنسبة إلى المسافة بين الأرض والمركز الفعلي ، وبإمكاننا أن نفهم ما عناه بذلك إذا نحن

رسمنا دائرة قطرها ١٢ بوصة ثم وضعنا نقطة بعيدة عن المركز بمقدار ١٦/١ من البوصة . فهذه النقطة ستظل تظهر كأنها في مركز الدائرة .

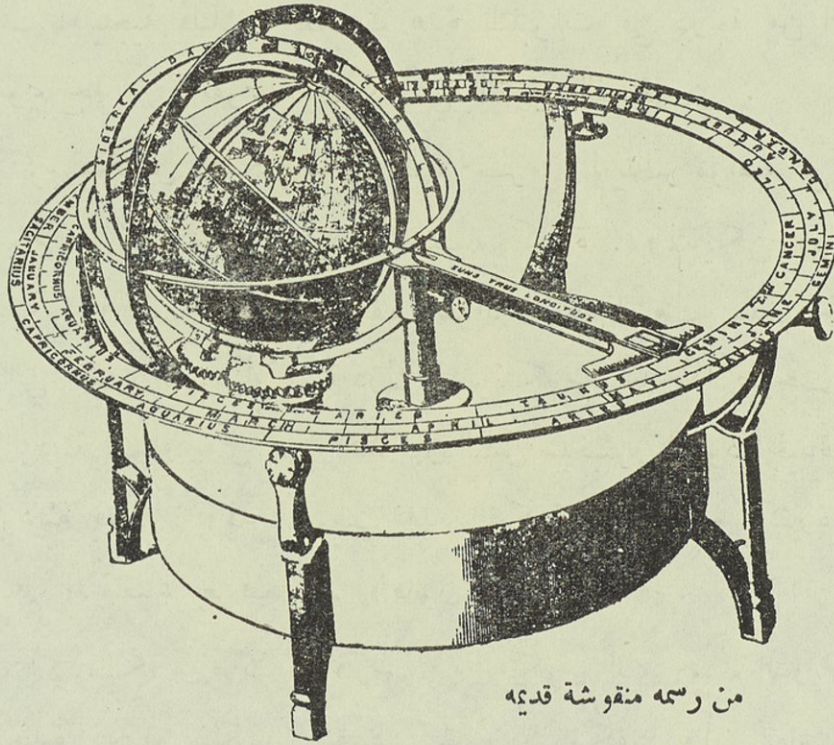
وقدم كوبرنيكوس تقارير مفصلة عن حركات الأرض والقمر والكواكب . كما وضع رسوماً تبين مسار كل كوكب واستنتج جداول بوسعها أن تتنبأ عن حركة الكواكب ومواقعها بالنسبة للأرض . هذه التنبؤات ، المعتمدة على مشاهداته غير الدقيقة دقة كافية ، صُحِّحت فيما بعد من قبل كبلر الذي بيّن أن مدارات الكواكب إهليلجية قليلاً . فصارت هذه التنبؤات على درجة من الصحة كافية لوضع تقويم جديد ، تقويم أدق ، أعني التقويم الغريغوري .

إن كوبرنيكوس كالكثير من عظماء عصره ، لم يقصر مواهبه على أعماله العلمية . فكانت بولاندا تتألف من دويلات منفصلة كثيرة . ولم يكن فيها نظام نقدي يُعتمد عليه . وكانت الأسعار ترتفع باطراد وترهق الشعب بسبب الحروب الصغيرة العديدة التي تُتشن باستمرار . فأدرك كوبرنيكوس أنه إذا طُرحت النقود الجيدة والنقود الرديئة للتداول في آن واحد فإن الناس سيخبطون النقود الجيدة ويستخدمون النقود الرديئة فقط . وقد أصبحت هذه الفكرة بعد أعوام كثيرة مبدأ من مبادئ علم الاقتصاد يعرف باسم « قانون غريشام (١) » .

ألف كوبرنيكوس كتاباً اقترح فيه أن يكون لدى جميع الدويلات البولندية نقود موحدة ، وأن تكون النقود ذات وزن مكفول وأن تُعاد جميع العملات القديمة الى الحكومة . لكن معارضة المنتفعين بالوضع السابق كانت قوية جداً فلم يؤخذ باقتراحه . ومن الممتع أن نلاحظ أن السير إسحاق نيوتن دعي لكي يحل مشكلة مماثلة للحكومة البريطانية وقدم الاقتراحات ذاتها فتبنتها بريطانيا وانتفعت بها . لم يكن كوبرنيكوس أول من توصل الى النظرية القائلة إن هذا الكون مركزه الشمس . بيد أن العالم الفلكي اليوناني اريستارشوس من بلدة ساموس ،

(١) نص القانون : العملة الرديئة تطرد العملة الجيدة . (المترجم)

الذي كان قد حزر هذه الحقيقة قبل ذلك بقرون ، لم يبرهن بالحقائق على صحة نظريته . وبقي على كوبرنيكوس ، بعد ١٨٠٠ سنة ، أن يطبع نظريته على عقل البشر . ووصف كوبرنيكوس نظريته الخاصة وصفاً جميلاً إذ قال : « تقيم الشمس وسط الجميع . وإلا فمن ذا الذي يستطيع أن يضع هذا الكوكب المضيء في مكان آخر أو في مكان أفضل من هذا المعبد المجيد بحيث تستطيع دفعة واحدة وفي الوقت ذاته أن تشرق على الجميع ؟ » .



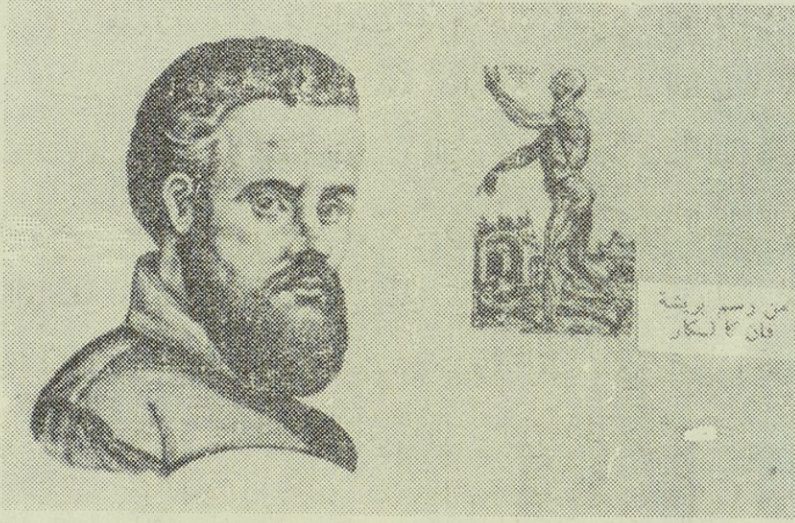
من رسمه منقوشة قديمه

A globe designed to exhibit the motions of the earth.

(كرة ارضية مجسمة مصممة لتوضيح حركة الارض)

اندرياس فيساليوس

ANDREAS VESALIUS



« اعلم أن الناس لن يثقوا كثيرا بأعمالي بسبب صغري سني . ولن أكون في مأمن من هجمات أولئك الذين لم يكرسوا أنفسهم للتشريح . » هكذا التمس أندرياس فيساليوس ، في الثامنة والعشرين من عمره ، الحماية من الامبراطور شارل الخامس . وذلك حينما كان على وشك نشر سبعة كتب سماها « في بنية جسم الإنسان » De Humani Corporis Fabrica .

وكان فيساليوس يعلم بأنه سيكون عرضة للنقد بسبب كتابه ، لأنه يوشك أن يهاجم الأساليب الطبية والتعليم الطبي ، ويوشك أن يثير شكاً في العقيدة السائدة عن عدم إمكان وقوع جالينوس في الخطأ وكان جالينوس بمثابة حجر

الزاوية في التعليم الطبي والأساليب الطبية خلال ١٣٠٠ سنة . فلا عجب إذا رأينا هذا الشاب يتردد في نشر مكتشفاته من دون أن يلتمس حماية شارل الخامس .

ولد أندرياس فيساليوس في بروكسل عام ١٥١٤ . وكان أبوه قد عين صيدلياً لدى الامبراطور شارل الخامس . وكان عدد كبير من أجداده أطباء ، وكان من أصل ألماني . ولا بد أنه كان ، وهو فتى ، يسبب لأُسرتِه الكثير من الإزعاج ، لأن هوايته وتسليةه الرئيسية كانت تشريح الحيوانات والطيور والفئران . كان مقدرًا له ، ما دامت هذه حالة أُسرتِه وما دامت هذه هوايته ، أن يدرس الطب . فانتسب إلى جامعة (لوفان) ومعهد الطب في جامعة باريس ، وأتمَّ دراساته الطبية في جامعة بادوا ، التي عين فيها أستاذًا للجراحة والتشريح ، ومكث فيها حتى عام ١٥٤٣ يدرِّس ويُدْرُسُ ويعدُّ كتابه العظيم الذي ما إن نُشر حتى هبت العاصفة واضطر فيساليوس إلى ترك منصبه في بادوا . ثم أصبح طبيب البلاط لدى شارل الخامس ملك اسبانيا . ولم يقم بأي عمل آخر في التشريح بل ظل في البلاط طبيباً لفيليب الثاني ابن شارل الخامس .

وكان أول ما انتبه اندرياس فيساليوس لمشكلة تعليم الطب حينما كان طالباً في باريس . إن التشريح ، طبعاً ، فرع هام من المعارف الطبية ويبدو من المستحيل تدريسه من دون رؤية أجزاء الجسم . قد يكون هذا مدعاة للنفور لكن لا غنى عنه للأطباء والعلماء لكي ترتقي معارفهم عن الجسم البشري ، ولكي يتمكنوا عندئذ من شفاء المرضى . ولا يزال الكثير من الناس والكثير من الأديان إلى اليوم ينظرون باشمئزاز كبير إلى تشريح الأُجسام البشرية . وحين درس فيساليوس التشريح لأول مرة كان أستاذه يجلس على كرسي ويتلو صفحات بما كتبه عالم التشريح جالينوس . ولكن جالينوس مات عام ٢٠٠ م . وكان قد كتب ما كتب عن تشريح الجسم البشري بالاعتماد على التشريحات التي أجراها على القروود . وبينما كان الأستاذ يتلو مذكراته العتيقة كان مساعده يشير

الاجزاء التي يصفها الأستاذ . فإذا قرأ الأستاذ صفحة من جالينوس ولم تطابق العينة المشاهدة التي تحت الفحص كان الأستاذ يستدرك بسرعة : أن الجسم البشري قد تبدلت بنيته . فلم يكن أحد ليخالف جالينوس : لأنه ثقة : هذا بالرغم من أن جالينوس كان يناقض نفسه مراراً .

لم يرض فيساليوس عن هذا النوع من التعليم وتذكر تشريحاته الأولى للحيوانات والطيور وقرر أن يتعلم تشريح جسم الإنسان بالطريقة ذاتها فاعترضته مشكلة الحصول على جثث للتشريح . فأمكنه حل هذه المشكلة بسرقة الجثث (وهو أسلوب لا يزال يُشاهد في الأفلام السينمائية المفزعة في الوقت الحاضر) التي تؤدي إلى سرقات فظيعة أو إلى أسوأ من ذلك . ولم يسمح قط لأحد بأن يقوم بالتشريح نيابة عنه . إذ كان يدرك ان عليه ان يرى بأمر عينيه . وكان عدد كبير من الطلبة يحضر دروسه في التشريح : وكان يكلف طلابه باجراء التشريحات بأنفسهم بدل الاكتفاء بالتحلق حوله ومشاهدة ما يفعل . وكان يقول ان كتابه مرشد فقط ويجب ألا يستخدم عوضاً عن دراسة جسم الانسان دراسة مباشرة .

وانتقد اطباء عصره فكتب يقول : « ثم ، بعد ان تخلى جميع الاطباء الآخرين عن الواجبات المزعجة في مهنتهم ، لكن دون التخلي عن طلب المال وانطمع في الجاه ، سرعان ما انحدروا بعيداً عن مستوى الاطباء القدماء » . وكان يقول ان وصفات الطعام تتروك للممرضات ، وتركيب الادوية يعهد به الى الصيادلة ، والعمليات الجراحية تتروك للحلاقين ولا يبقى من عمل للاطباء . ووجه نداء الى الاطباء ليعودوا الى ممارسة جميع مظاهر « علاج المرضى » .

وكتاب فيساليوس المسمى « البنية Fabrica » مدين بالكثير من عظمته الى الرسام الفلمنكي جان ستيفن فان كالكار الذي قام برسم لوحاته الايضاحية . وكان فان كالكار تلميذاً لتيتيان الشهير ، ولا تزال رسومه تعد من بين ادق الرسوم الموجودة التي تمثل تشريح الانسان وأقربها الى الطبيعة .

توفي أندرياس فيسياليوس عام ١٥٦٤ وذهب ضحية الانتقاد المتصل لأساليبه ونتائجهُ .

ولفيسياليوس اهمية شأنه لأنه كان اول من دل على طريق العودة الى دراسة التشريح البشري دراسة عملية مباشرة . وهو الاسلوب المتبع في كل مكان في معاهد الطب في عصرنا .

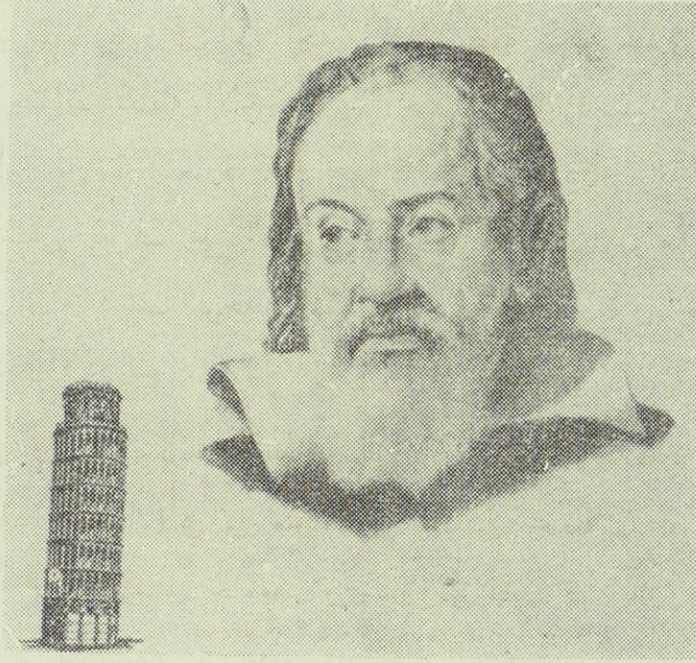


من رسم بريشة
فان كاسكار



غاليلى

GALILEO



« أنا غاليلى بن المرحوم فنسنزيو غاليلى ، من مدينة فلورنسة ، البالغ من العمر ٧٠ عاماً ، وقد دعيت إلى المحكمة . . ، اهجر الرأي الفاسد بأن الشمس هي المركز وبأنها ثابتة لا تتحرك ، وأعد بألا أعتقد بالرأي الفاسد المذكور وبألا أدافع عنه وبألا أدرسه بأي وسيلة . »

هكذا يدعي ، هذا العبقرى العالم التجريبي الفلكي الرياضي المريض المسن ، انه يوافق القضاة الذين قضوا بمرسوم ان الارض مركز الكون . وقد أُجبر غاليلى الذي ربما كان اشهر عالم في تاريخ العالم ، اجباراً ، بعد تهديده بالاعدام ،

على إنكار الحقائق العلمية التي كان قد اكتشفها وطورها .

وكان غاليليو في أثناء حياته النشيطة قد هدم كثيراً من « حقائق » أرسطو ووضع الأساس لما جاء به نيوتن . وهو يلقب ، في اغلب الأحيان ، بمؤسس الطريقة العلمية التجريبية الحديثة بالرغم من ان الوسائل لم تكن قد تقدمت بعد لاجراء قياسات دقيقة حقاً .

ولد غاليليو عام ١٥٦٤ ، في السنة ذاتها التي ولد فيها شكسبير ، لزوجة تاجر صوف في بيزا بايطاليا . وكان ابوه احد نبلاء المنطقة لكن مقدرته المالية لم تكن تساعد على الاحتفاظ بمكانته الاجتماعية . وحاول إعالة أسرته بتأليف الموسيقى بيد أنه اضطر الى ممارسة التجارة . واطهر غاليليو في طفولته قابليات خارقة فكان موهوباً في الموسيقى يعزف على الطنبور والأرغن . وكان مولعاً بالرسم ، ولفت انتباه الناس في بلده بسبب لوحاته الممتازة . وكان ذا يدين ماهرتين في صنع اللُّعَب والعُدَد والادوات .

تقع بيزا في ولاية تسكانيا الايطالية التي كانت مركزاً قديماً للفن والعلم . فتعرض غاليليو لهذا الجو الثقافي في منزله وفي المدينة المحيطة به . وشجعه أبوه على أن يصبح طبيباً فانتسب الى جامعة بيزا لدراسة الطب .

وفي الجامعة ، حين كان في العشرين من عمره ، قام بأول اكتشافاته العلمية . وقصة ذلك انه رأى الثريا تتأرجح من سقف كاتدرائية بيزا وحسب الوقت الذي تستغرقه كل حركة من حركات الثريا مستخدماً نبضه بدل « الساعة » فوجد أن حركات الثريا منتظمة . وبعد ان أجرى بعض التجارب حكم بأن نواساً ذا طول معين يستغرق الوقت ذاته للقيام بالعدد ذاته من النوسات بصرف النظر عن سعة النوسة .

ووضع اكتشافه للاستعمال حين اقترح بأن يحسب الاطباء سرعة نبض المرضى باستعمال رصاص . وصمم ساعة ذات رصاص لكن يظهر انها لم تُسَبَن . وبعد حقبة

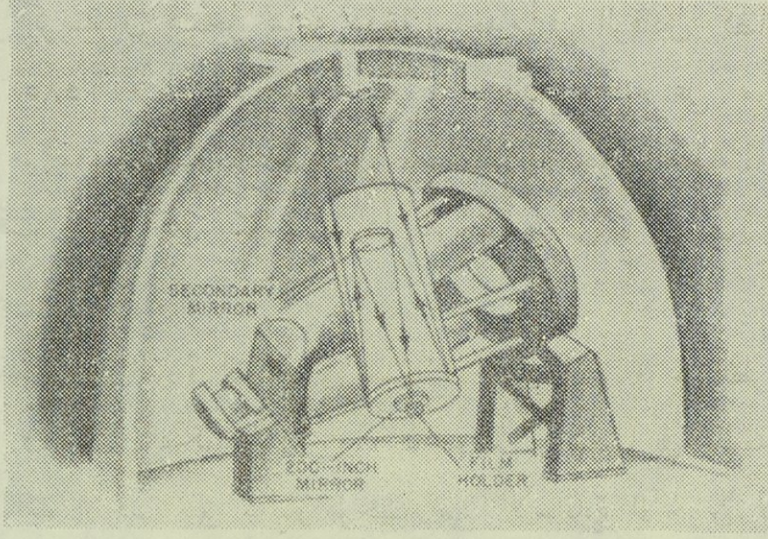
من الزمن بنى كريستيان هيجز ساعة دقيقة استخدم فيها الرقاص كضابط للتوقيت .
وفي عام ١٥٨٥ ، لم يبق لدى غاليلو المال الذي يعينه على مواصلة الدراسة
في الجامعة . فواصل دراسته بالاعتماد على نفسه إلا أنه حول اهتمامه إلى الرياضيات .
وفي هذا الوقت أيضاً اخذ ينتقد انتقاداً صريحاً بعض « قوانين الحركة » التي
وضعها أرسطو .

ولفت عمله انتباه الدوق الكبير في تسكانيا الذي كان ، على الطريقة التقليدية ،
يرعى الفنانين ورجال الفكر البارزين . فأحدث له منصباً في جامعة بيزا ، وعينه
استاذاً للرياضيات . فلم يلق غاليلو ترحيباً من الاساتذة الآخرين لأنه كان شاباً
في الخامسة والعشرين من العمر ، ولم يكن يحمل شهادة جامعية ، ولأنه كان
يجرؤ على مناقشة علم أرسطو .

وكان ارسطو قد شاهد ورقة شجرة وحجراً أثناء سقوطها إلى الارض فاستنتج
نتيجة عامة بأن سرعة الجسم الخفيف تكون أبطأ من سرعة الجسم الثقيل لدى
سقوط الحجر . لكن هذا يرجع إلى مقاومة الهواء ، وهو عامل قد أغفله
ارسطو . وتساءل غاليلو عما إذا كانت نتيجة أرسطو صحيحة حين يكون الجسمان
الساقطان ثقيلين إلى درجة كافية لاهمال مقاومة الهواء .

وتذهب القصة - ولعلها أسطورة - إلى أن غاليلو اسقط كرتين مختلفتي الوزن
من برج بيزا المائل المشهور ، وتجمع اساتذة جامعة بيزا كلهم حول البرج ،
فوصلت الكرتان إلى الارض في وقت واحد . وكان غاليلو مصيباً وكان أرسطو
مخطئاً ولكن الاساتذة لم يقتنعوا كلهم .

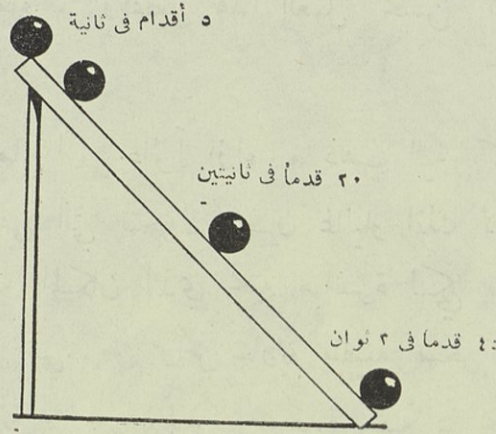
مهما كان نصيب هذه القصة من الصحة فنحن نعلم ان غاليلو قام بتجربات
كثيرة حول المسائل المتصلة بسقوط الأجسام ، وهو جهد علمي لم يقف عند
سقوط الاجسام من البرج فقط . وكانت المسألة التي تواجهه هي معرفة الوقت
الذي يستغرقه الجسم أثناء سقوطه مسافة معينة . لم يكن هناك ساعات دقيقة ،



(مقطع طولي للتلسكوب العملاق المنصوب على جبل بولمار)

فأنت ترى المشكلة التي اعترضت غاليليو . كان عليه أن يبتكر طريقة لا تعتمد على توقيت سقوط مباشر . فعمد الى دعامة مستقيمة طولها ٢٢ قدماً تقريباً . وحفر فيها مجرى ثم أمالها بحيث يمكن للكرة التي تتدحرج في المجرى المحفور ثم وقت حركة الكرة بنوع من ساعة مائية يسقط منها الماء ، من ثقب فيها ، قطرات تتجمع في اناء . وكان وزن الماء المتجمع في الاناء يدل على الوقت . وأخذ يدع الكرة تتدحرج كل المسافة ثم نصف المسافة ثم ربع المسافة .. الخ . وجمع مئات القياسات من مختلف زوايا ميل الدعامة المحفورة . واستخدم اتقانه للرياضيات في تلخيص النتيجة وهي ان المسافة التي تقطعها الكرة تزداد بمقدار مربع الزمن . فاذا تدحرجت الكرة فوق المنحدر ٥ اقدام في الثانية الواحدة . فانها تقطع ، في ثانيتين ، مسافة تساوي ضعف ضعف هذه المسافة أي $2 \times 2 \times 5$ اقدام ، أي ٢٠ قدماً . وتقطع في ثلاث ثوان ، مسافة تساوي تسعة اضعاف المسافة التي تقطعها في ثانية (اي ثلاثة اضعافها مضروبة بثلاثة اضعافها) أي $3 \times 3 \times 5$ اقدام ، أي ٤٥ قدماً .

أتبع غاليليو هذه التجربة بتجربة أخرى هامة . فصنع منحدرين محفورين في الوسط موصولين من الأسفل على هيئة قوس أملس يتيح للكرة التي تنحدر من



(تجربة غاليليو على الجاذبية)

أحد المنحدرين أن تصعد إلى المنحدر الآخر . فوجد أن الكرة تنحدر ثم تصعد إلى ارتفاع مساو تقريباً (لا بد أنه صنع منحدرًا أملس جدًا وكرة ملساء جدًا) . ثم تصور سطحاً أملس مائلاً قليلاً إلى أسفل : أن الكرة التي تتدحرج فوقه سوف تتزايد سرعة انحدارها ، أي أنها سوف تجمع سرعة . وإذا كان السطح مائلاً إلى أعلى فإن سرعة الكرة سوف تتناقص أثناء صعودها أي سوف تفقد الكرة سرعتها . وقال غاليليو : إذن ، إذا كان السطح مستويًا وأملس تمامًا وحركنا فوقه كرة فإنها سوف تظل تتحرك إلى الأبد . وهذا الفعل يسمى « العطالة » وهو صحيح من الوجهة النظرية . وقد استخدم نيوتن هذه الفكرة فيما بعد في كتابه « المبادئ Principia » وصقلها وسماها قانون الحركة الأول .

ثم استعمل غاليليو فكرتين لحل مشكلة عسكرية هامة . كانت هناك حاجة لمعرفة المسار الذي تتخذه قذيفة المدفع . فحل هذه المشكلة بأن تصور أن قذيفة المدفع تتحرك إلى أمام أفقياً بسرعة ثابتة ، وفي الوقت ذاته تنحدر إلى الأرض

وفق القانون الذي اكتشفه حين دحرج الكرات على السطح المائل . فاكشف ان المسار الذي تتخذه القذيفة هو قطع مكافئ ذو شكل خاص يعرفه علماء الرياضيات الاغريق القدماء . وبفضل هذا العمل تحسن كثيراً تسديد القذائف النارية تسديداً دقيقاً .

وكان عالم الفكر مايزال حائراً ازاء ماذهب اليه كوبرنيكوس من ان الارض ، لا الشمس ، هي التي تتحرك . فبين غاليلو انك لا تستطيع ان تستخدم سقوط الشيء من برج الى المكان الذي تحته مباشرة لكي تبهرن على ان الارض لا تتحرك . فحين يسقط شيء من رأس سارية سفينة متحركة ، سيقع فوق أرض السفينة بالقرب من السارية . قال غاليلو : وهذا شبيه بما يحدث حين يسقط شيء من برج الى الارض .

ونحن لانستطيع ان نعرف الفرق بين الوقوف بلا حركة وبين الحركة بلا تبديل في السرعة ، إلا اذا راقبنا شيئاً في الخارج . لاحظ في المرة القادمة حين تركب سيارة وتنتظر تبدل اضواء المرور عند مفرق الطريق . ان السيارة التي الى جانبك اذا تحركت الى امام جعلتك تحس بأنك ترجع القهقري الا إذا استطعت ان ترى الابنية واقفة ثابتة . بهذا اثبت غاليلو ، مؤيداً كوبرنيكوس ، ان الارض يمكن ان تكون آخذة في الحركة بالرغم من أن حواسنا تنبئنا بأنها ثابتة .

بالرغم من صحة نظريات غاليلو ومن أنه قد برهن عليها بالتجارب والبراهين ، فقد سُرح من منصبه في جامعة بيزا عام ١٥٩١ . وذلك لأنه قد أثار الشك في نفوس زملائه الاساتذة بهجمات المتصلة على نظريات ارسطو في علم الطبيعة التي يحرضون بشدة على التمسك بها رغم بطلانها . بيد انه عيّن بعد سنة استاذاً للرياضيات في جامعة بادوا . ونال شهرة واسعة بفضل أعماله الرياضية والتجريبية . فتهاقت الطلاب من سائر انحاء اوربا ليتلقوا العلم على يديه .

وفي بادوا أخذ يهتم بالفلك . سمع باختراع المرقب فشرع في بناء مرقب صقل

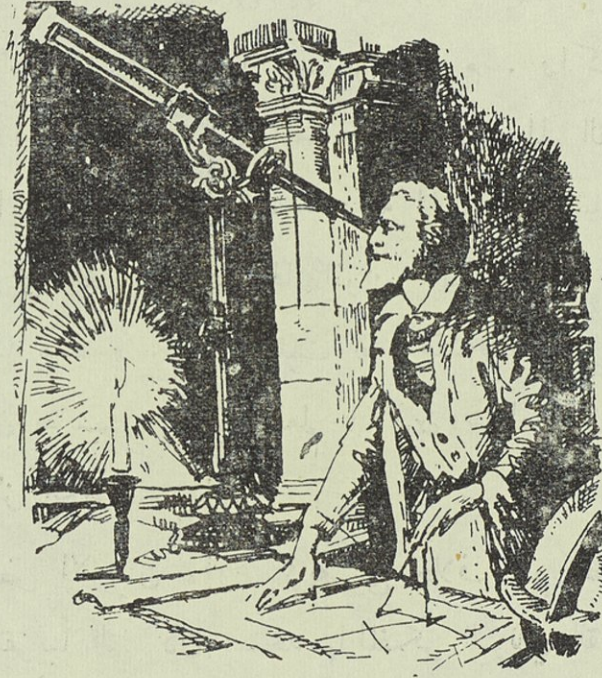
عدساته بنفسه . ثم وجه مرقبه نحو السماء وتوصل الى اكتشافات عديدة مذهلة .
توصل الى ان سطح القمر ليس املس تماماً بل مثل الارض تكسوه الجبال
والوديان . وقاس ارتفاعات الجبال على سطح القمر . ولاحظ غاليليو ان السيارات
ليست كالنجوم بل هي اشبه بالقمر يأتيها النور من الخارج ، كما لاحظ ان النجوم
« شعل من الضوء ، تطلق الاشعة في كل جهة وتتلاوأ كثيراً » .

رصد غاليليو المجرّة فوجد فيها ما لا يعد من النجوم . واكتشف أربعة من
اقمار المشتري الكثيرة . وشاهد الجزء المظلم من قمرنا وخلص الى القول ان الارض
تعكس ضوء الشمس كما تفعل كل السيارات ، وأنه لو امكن مشاهدة الارض من
خلال مرقب منصوب على القمر لظهرت لها انوار ايضاً ولقال سكان القمر :
« الارض بدر في ليلتنا هذه » . وقد جلبت له اكتشافاته شهرة جديدة ومع
الشهرة جاءه الاذى من جانب « أدعياء العلم » الذين ظلوا يابون التسليم بأن
الارض ليست في مركز الكون .

وكان غاليليو في بعض الاحيان ، رغم كونه على خلاف مع نظريات أرسطو ،
يستخدم الاساليب ذاتها تقريباً التي كان يستخدمها المفكر اليوناني القديم . فتوصل ،
شأن ارسطو ، الى كثير من أفكاره في علم الطبيعة بواسطة التفكير والمحاكمة .
كان يقوم - كما فعل اينشتاين بعده بثلاثة قرون - « بتجارب فكرية » . والتجربة
الفكرية هي تجربة نتخيلها ونتخيل نتائجها . ان تجربة السطح المستوي التي اتينا
على وصفها كانت تجربة فكرية . إلا ان غاليليو يعتمد ايضاً الى التجارب الحقيقية
لدعم افكاره .

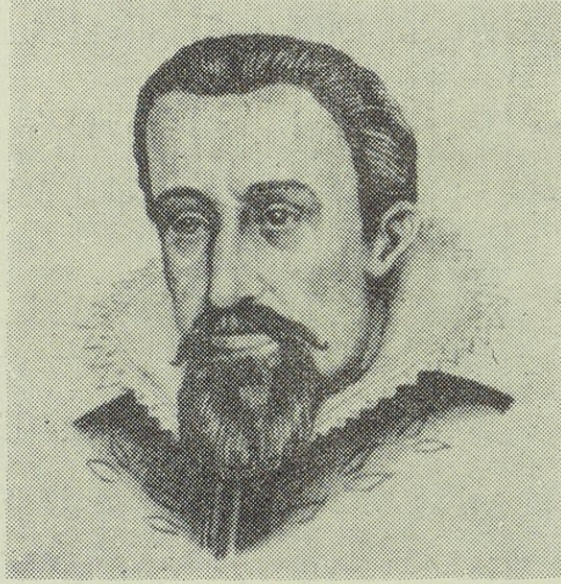
قضى غاليليو اعوامه الاخيرة في تأليف كتابه « محاورات في علمين جديدين »
الذي لخص فيه اتجاهه عن الحركة والتسارع والجاذبية . وقد صدر هذا الكتاب
عام ١٦٣٦ . وكان قد صدر في عام ١٦٣٢ كتابه « حوار حول النظامين
الرئيسيين » الذي كان ايضاً مشرقاً وتوسيعاً لنظام الفلك لكوبرنيكوس ،

وصف فيه الشمس بأنها المركز الذي تدور حوله الارض والكوكب . وهذان
الكتابان هما اللذان سببا له المتاعب مع السلطات وهما اللذان اضطر الى انكارهما .
لكن هذين الكتابين هما اللذان يذكرهما العالم بأسره .
توفي غاليليو عام ١٦٤٢ وكان عملاقاً وقف نيوتن على كتفيه لكي ينظر الى ابعد .



يوحنا كبلر

JOHANNES KEPLER



« قد يحتاج هذا الكتاب الى انتظار مائة سنة لكي يحظى بقاريء ، كما انتظر الآله ستة آلاف سنة لكي يظهر شخص يرصد النجوم » .

بهذا الاسلوب اعلن يوحنا كبلر اكتشافه لقوانين حركة السيارات . وكان يعلم ان وصفه لحركات السيارات الذي نشره عام ١٦١٨ لن يلقى قبولاً وسيعتبر منافياً للدين وذلك لان كبلر ذهب الى ما ذهب اليه كوبرنيكوس من ان الشمس تقع في مركز الكون وان الارض تدور حول الشمس . وكانت هذه النظرية تلقى اعراضاً .

لكن كبلر بالاضافة الى ذلك تقدم بنظرية أخرى : فقد وجد ان السيارات

لا تدور حول الشمس في دوائر كاملة . فاستقبلت هذه النظرية ايضاً بعدم القبول . ذلك بأن الدائرة ظلت خلال عدة قرون تُعتبر الشكل الكامل الذي انزله الله والذي يجب ان يكون المدار الوحيد الذي يمكن ان نتظر ان تتجول فيه الاجسام السماوية .

بذلك قدم يوحنا كبلر لكتابه متوقفاً ان البشرية تحتاج الى مائة سنة لكي تتمكن من الاخذ بشرحه . وقد صاغ كبلر قوانينه بدرجة من الجودة مكنتها من ان تبقى مائتي سنة قبل ان يكتشف فيها بعض الاخطاء الطفيفة .

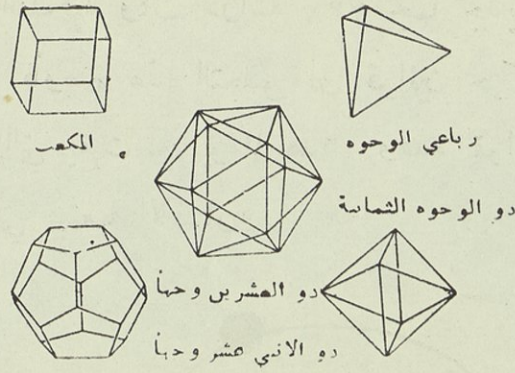
ولد يوحنا كبلر عام ١٥٧١ في ويل وهي بلدة تقع جنوبي المانيا ، وأصيب بالجدري قبل أن يتجاوز الرابعة من عمره إصابة شديدة سببت له ضعفاً في البصر وكساحاً في اليدين .

وكان أبوه جندياً ميسوراً ، وكانت أمه إبنة لصاحب فندق .

وكان يوحنا تلميذاً متفوقاً منذ أيامه الدراسية الاولى وذلك بالرغم من أن أباه كان يغلب عليه السكر في أكثر الأحيان ، وبالرغم من أن أمه لم تكن تتمتع باتزان عقلي تام وبالرغم من ضعف بصره ويديه الكسيتين . وأريد له أن يصبح قسيساً فالتحق بمحاكمة دراسية لدراسة اللاهوت .

وأحرز منحة دراسية في جامعة توبنجن حيث شرع في دراسة أفكار كوبرنيكوس المتصلة بحركة الكواكب حول الشمس . واستهوته العلوم والرياضيات الى حد أنه تخلى عن خطته بأن يصبح قسيساً ولما بلغ الثالثة والعشرين من العمر قبل دعوة من جامعة غراز لتعيينه استاذاً للفلك فيها .

وتزوج كبلر سيدة شابة غنية فخيّل إليه أنه استقر نهائياً في حياته ، لكن الاضطرابات الدينية جعلت من المتعذر عليه ، وهو البروتستنتي ، أن يبقى في جامعة غراز .

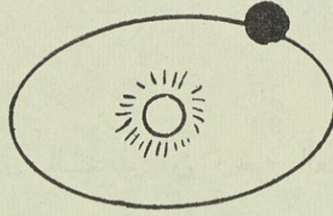


وبما يدعو إلى العجب الشديد أن رجل العلم هذا كان لا يزال متعلقاً ببعض التعلق بعلم التنجيم . فكان يحتفظ بسجل يومي لحوادث حياته الخاصة ولمواضع النجوم والكواكب . وكان هو ، طبعاً ، ينكر أنه يعتقد بعلم التنجيم أي اعتقاد ، بيد أنه ، بلا شك ، كان يتأثر بجميع أوهام الماضي . وإلى جانب دراساته لحركات الكواكب دراسات رياضية صحيحة تلفت النظر ، حاول ، على غير هدى ، أن ينسج فكرة المجسمات « الكاملة » : المكعب ، ورباعي الوجوه ، وثمانى الوجوه وذو الاثني عشر وجهاً وذو العشرين وجهاً . وقد كان هذا بمثابة رجعة الى فلاسفة اليونان القدماء الذين حاولوا أن يعللوا تكوين الكون ، على أساس الاشكال « الكاملة » .

غادر كبلر (غراز) والتحق بـ (تينخو براهي) العالم الفلكي الدانمركي المنفي في براغ . وكان براهي معارضاً لكوبرنيكوس . إذ قرر أن قوانين الآله ومبادئ علم الطبيعة قد انتهكت بالفكرة التي تجعل الشمس في مركز الكون ، وبناء على ذلك شرع يحاول إثبات أن الأرض هي المركز .

وكان (براهي) قد قام بعدة آلاف من المشاهدات الدقيقة جداً . والناس يذكرونه بسبب قائمة النجوم التي نشرها عام ١٥١٢ . ولعله لم يلبث أن أقنع نفسه بأنه كان مخطئاً فرضي بأن يكون كبلر مساعداً له وخلفاً ، بالرغم من أن كبلر كان يعتقد بأن الشمس مركز الكون . وبعد وفاة تينخو براهي عام ١٦٠١ واصل

كبار المشاهدات الفلكية وتمت دراسة ٢٢٨ نجماً جديداً تحت إشرافه . كما حلل وثائق تيخوبراهي فأوصله هذا التحليل إلى قوانين حركة السيارات التي علمها نيوتن بواسطة الجاذبية والتي بقيت إلى يومنا هذا . وهذه القوانين ذاتها تتحكم في الحركات الأساسية للأقمار التي صنعها الانسان .



وكبار لم يكتشف فحسب أن السيارات تدور حول الشمس في مدارات بيضوية ، بل لاحظ أيضاً أن كل سيارة تبدل سرعتها أثناء تنقلها في مدارها فتزداد سرعتها حين تدنو في مدارها من الشمس . وحسب كبار الزمن الذي تستغرقه السيارة لتقوم بدورة حول الشمس فوجد أن السيارات القريبة من الشمس تستغرق وقتاً أقل بما تستغرقه السيارات التي تفصلها عن الشمس مسافات أبعد . وأجرى حسابات رياضية دقيقة ليبين أن هذا يصدق على جميع السيارات . وقد نعجب من دقة مشاهداته إذا أدركنا أن مدار الأرض حول الشمس قريب جداً من الدائرة . ونستطيع أن نأخذ فكرة عن مدى الشبه بين مدار الأرض والدائرة إذا تصورنا شكلاً اهليلجياً طوله في أحد الاتجاهات ١٠٠ قدم وطوله في الاتجاه المقابل $\frac{1}{99}$ قدم . ولذلك لا نستغرب إذا استغرق القضاء على فكرة أن الدائرة هي المدار الكامل ، وقتاً طويلاً .

كذلك قدّم كبار خدمات في ميادين علمية متصلة بأبحاثه التي ذكرناها فدراساته عن الرؤية والبصريات أدت إلى نشوء بعض الافكار الهامة عن انكسار الضوء ، الأمر الذي أوحى بمبدأ المرقب الفلكي . كما أن رياضياته قادتته إلى حافة الحساب

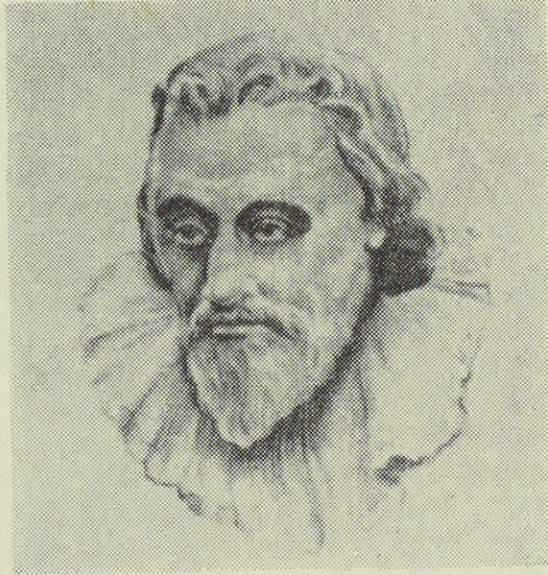
التفاضلي والتكاملي . وكانت لديه أفكار هامة عن الجاذبية والمد والجزر
في المحيطات .

توفي يوحنا كبلر عام ١٦٣٠ قبل ١٢ سنة من ولادة اسحق نيوتن الذي 'قدّر
له أن يبني عمله العظيم وهو يقف بقدم واحدة على الأقل فوق كتف هذا
العالم العملاق .



ويليام هارفي

WILLIAM HARVEY



« ان اهم أنباء الريف هي عن ثلة كبيرة من الساحرات يشك في ان لها يداً في اثاره العاصفة العظيمة في البحر » .

هذه رسالة كان لها أهميتها في عام ١٦٣٤ ، لأن الناس كانوا لا يزالون يعتقدون بالساحرات . وقد اوعز إلى الدكتور ويليام هارفي ، طبيب الملك ، أن يفحص هؤلاء « السحرة » . وقد برئت ساحتهم ، بالاعتماد على فحصه وتقريره .

بيد أن الدكتور ويليام هارفي يُحسب بين عمالقة العلم لا لأنه قضى وقته في معارضة هراء السحرة في عصره ، بل لأنه اكتشف الدورة الدموية . ان رسالة

هارفي التي تقع في ٧٨ صفحة تحت عنوان : «رسالة في التشريح حول حركة القلب والدم في الحيوانات» المنشورة عام ١٦٢٨ كانت طفوة علمية عظيمة تقدمت بعدها معرفة الوظائف الحية بثبات واطراد .

ولد وليام هارفي في فولكستون بانكلترا في عيد الاول من نيسان عام ١٥٧٨ . وكان أبوه ، توماس هارفي ، تاجراً ثرياً ، وأحد شيوخ البلدة ثم رئيساً لبلديتها . وكان وليام فرداً في أسرة كبيرة - مؤلفة من عشرة أطفال ، ثلاث بنات وسبعة بنين . وكانت أسرته غنية ومعافاة وسعيدة .

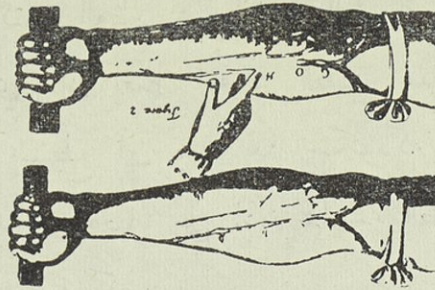
وفي عام ١٥٨٨ دخل وليام ، وقد بلغ من العمر عشر سنوات ، مدرسة كنجز في كانتبري . وكانت هذه هي السنة ذاتها التي شاهدت تدمير الاسطول الاسباني (الارمادا الاسبانية) على يد الاسطول البريطاني . ولما بلغ الخامسة عشرة انتسب الى كلية كينس في كامبردج . وكان من حسن حظ هذه الكلية أن تلقت جثتي مجرمين لتشريحهما ودراستهما ، الأمر الذي أثار اهتمام هارفي في دراسة الطب .

ومن كامبردج انتقل الى المعهد المشهور في بادوا ، مركز الدراسة العلمية الطبية الذي ذاع صيته بفضل غاليليو وفيساليوس . ولسوء الحظ كان تأثير فيساليوس قد تلاشى ، وكان كتابه العظيم عن الجسم البشري قد أهمل ، فدرس هارفي على مذهب جالينوس الذي كان يعتبر ثقة في الطب منذ قرون . لم يكن هارفي سعيداً ، غير أنه لم يستطع أن يعبر عن شكوكه بصراحة حتى نال شهادته في الطب . فعاد الى لندن وحصل على إذن بممارسة الطب وفي الوقت ذاته قبل في كلية الاطباء في جامعة كامبردج .

وبعد ثلاث سنوات أصبح زميلاً في الكلية وعين طبيباً في مستشفى سانت بارتوليو فأخذ يحاضر في النظرية الطبية . ولم يلبث هارفي ، الصغير البنية ، الأسمر البشرة ، أن صار بفضل ثقته بنفسه ومهارته ، زعيماً في مهنته .

والتحق ويليام هارفي بالملك شارل الاول طبيباً للبلاط وعاش عيشة قلقة ،
 ذلك بأن الملك شارل كان يخوض معركة خاسرة مع البرلمان ومع أوليفر كرومويل .
 ولحسن الحظ ، استقر هارفي وانصرف الى البحث في او كسفورد عام ١٦٤٢ ولم
 يكن له صلة بشارل الاول حين أُعدم عام ١٦٤٩ .

فما الذي فعله هارفي حتى أنزله هذه المنزلة الرفيعة في تاريخ الطب ؟ وكيف فعله ؟
 لقد درس الحيوانات الحية . وفتح التجويف الصدري ولاحظ خفقان القلب
 ملاحظة مباشرة ، فوجد أن القلب يتحرك ثم يسكن . ولاحظ أن هذه الحركة وهذا
 السكون يتناوبان باستمرار . واخذ قلب الحيوان الحي في يده ولاحظ انه يقسو ويلين
 بصورة متعاقبة . كما تصبح عضلة الذراع قاسية حين « نبرز عضلاتنا » . ووجد
 أن العضلة حين تغدو قاسية يصغر حجمها أيضاً وحين تكون لينة تزداد حجماً . ووجد
 ان لون القلب يتبدل أيضاً . فحين يكون قاسياً وصغيراً يكون أميل الى الشحوب
 منه حين يكون ليناً وكبيراً . وبعد أن قام بمشاهدات كثيرة على عدد من
 الحيوانات وصل الى هذه النتيجة: القلب عضلة مجوفة ، حين تنقلص هذه العضلة يصغر الفراغ
 الداخلي ويدفع الدم خارجاً ولذلك يصبح القلب أميل الى الشحوب . وحين تتمدد يجري
 الدم الى التجويف الأكبر ويغدو القلب اميل الى الاحمرار . واذن فالقلب مضخة .



(احدى الرسوم الايضاحية من الطبعة الاصلية
 لكتاب هارفي تبين الاوردة في الساعد)

وبعد أن أقر هذه الحقيقة الهامة تابع مجرى الدم خلال الجسم . ولاحظ

ان الشريانات تنبض في اللحظة التي يتقلص فيها القلب ، ولذا تُخزنت خراج الدم منها في دفعات . ثم سَدَّ الشريانات في مواضع مختلفة واستنتج من ذلك ان النبض ليس من عمل الشريانات بل هو كله من عمل القلب .

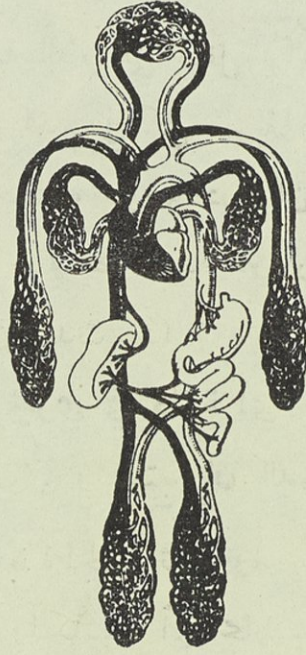
ثم أخذ يهتم بمعرفة كمية الدم التي تُنقل بواسطة الشريانات وقدّر ان القلب يضخ ٥٧ غرام تقريباً من الدم في كل ضربة وان القلب يضرب ٧٢ ضربة في الدقيقة الواحدة . وبعملية حسابية سريعة ادرك ان القلب يضخ أكثر من غالون من الدم في كل دقيقة أو - وهو ما لا يصدق - أكثر من ١٥٠٠ غالون في اليوم . وتساءل هارفي : « كيف يمكن أن يحدث هذا ؟ » ثم أجاب عن سؤاله بقوله : « هذا لا يمكن إلا إذا كان الدم يجري في دائرة أي يبدأ من القلب ، ويُضخ خلال الجسم . ثم يعود إلى القلب . واستنتج إن الدم ، لا بد ، يدور .

فحص الدكتور هارفي بنية الجسم ثانية وأجرى بعض التجارب الأخرى . ثم فحص ، بعناية ، الأوردة واكتشف أنها مجار يجري فيها الدم في اتجاه واحد . وأنها مزودة بأهداب تقوم مقام الدسامات . وأن الدسامات في الشرايين تسمح بأن يجري الدم نحو القلب فقط . وبرهن على عمل هذه الدسامات بتجارب أجراها على الحيوانات : فتح وريداً وأدخل فيه مسباراً فسار المسبار حالاً نحو القلب ولكنه حين دُفع في اتجاه معاكس لم يتحرك ، لأن الدسامات كانت تعوقه عن الحركة في الاتجاه المعاكس .

قام بالمزيد من التجارب وأعاد فحص نتائجه بدقة ولم يلبث أن أصبح في وسعه أن يرسم خريطة لمجرى الدم عبر القلب والشريانات إلى الأوردة فالى القلب ثانية ووجد هارفي في كل مكان أثناء رحلة الدم صمامات مصممة بصورة خاصة لتمكين الدم من الجريان في اتجاه واحد .

إننا نسمع في هذه الأيام بالعمليات الجراحية العجيبة التي تحافظ على جريان الدم في أنحاء الجسم أثناء قيام الجراحين بعملهم - عجائب أو معجزات الطب

الحديث . لكن لولا ويليام هارفي ذو التجارب الطبية الممتازة لوقف أمر
أطباء العصر الحديث عاجزين عن القيام بهذه المعجزات .

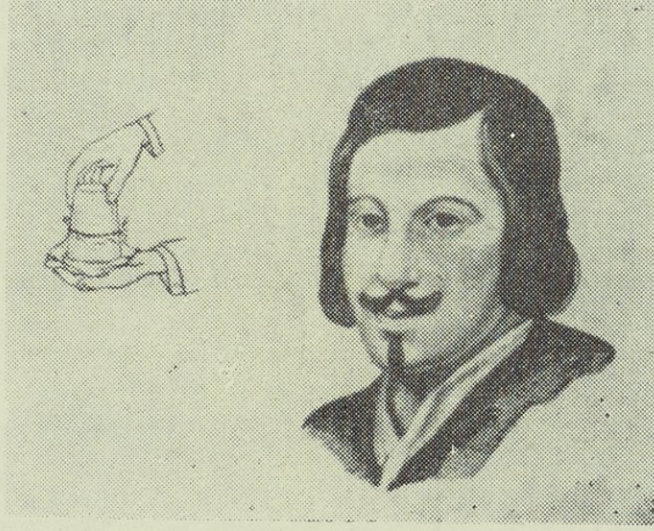


(مخطط الدورة الدموية في الجسم)



ايفانجيليستا توريشلي

EVANGELISTA TORRICELLI



جرب هذا ، لكن فوق الحوض ، إذا تفضلت ! إملأ ثلاثة أرباع كأس بالماء . غط الكأس بمنديل بحيث يلامس الماء . اربط خيطاً رباطاً محكماً حول المنديل لكي يظل مشدوداً إلى الكأس . والآن ، اقلب الكأس رأساً على عقب بسرعة .

قال أرسطو « الطبيعة تنفر من الخلاء » . وبالرغم من الاختراعات الحديثة وجميع أنواع الآلات الراقية ، قد يكون أرسطو مصيباً ، لأنه ليس هناك ما يمكن أن يسمى فراغاً مطلقاً . وذلك لأن بعضاً من الجزئيات تتحدى دائماً ، فيما يبدو ، محاولة الانسان تجهيز مكان خال من كل غاز . ولكن هذه الجزئيات

القليلة لم تكن هي التي تشغل بال غاليلو حين كان يتباحث في إحدى مشاكل
المضخة مع أحد تلاميذه ، ايفانجيليستا توريشيلي . وذلك لأن مشكلة الخلاء التقريبي ،
بله الخلاء التام ، لم تكن قد حلت بعد .

ولد توريشيلي ، العالم الفيزيائي الرياضي ، في ٢٥ تشرين أول عام ١٦٠٨ ،
في بلدة فاينزا شمالي إيطاليا ، وقد أبدى من الذكاء والجد في كلية فاينزا الجزويتية
ما جعل عمه القس يرسله ، وهو ما يزال في السنة السادسة عشرة من عمره ، إلى
روما لدراسة العلوم على يد بينيديتي كاستيلي . وكان كاستيلي ، تلميذ غاليلو ،
استاذاً للرياضيات ، في كلية سابينازا . وقد أرسلت إلى غاليلو المقالة الأولى التي
كتبها توريشيلي حوال القذائف On Projectiles ، فأعجب كثيراً بقابليات الطالب
الفتى الرياضية والتحليلية . لكن توريشيلي لم يلتق بغاليلو إلا قبل ثلاثة أشهر من
موت الأستاذ . ففضي توريشيلي تلك الأشهر الثلاثة مع غاليلو ، وقد كُفَّ بصره .
يُعيّنه ويساعده .

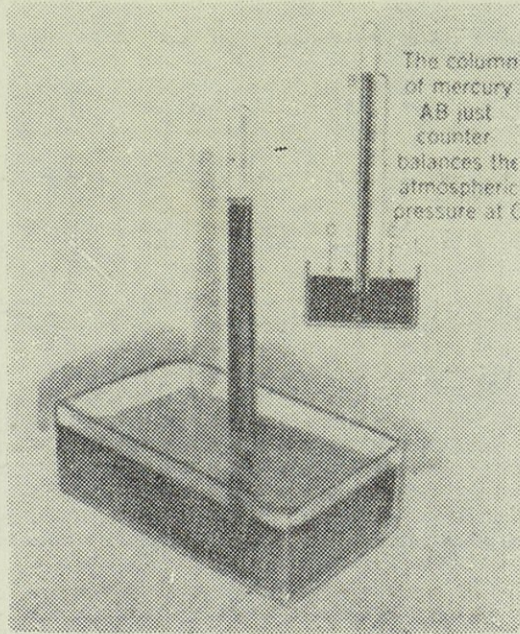
وكان غاليلو في أول الأمر قد أثار اهتمام توريشيلي في مسألة خلق الفراغ .
لأن صانعي المصخات لدى الدوق الكبير في تسكانيا حاولوا رفع الماء إلى علو ٤٠
قدماً بوساطة مضخة ماصة ولكنهم وجدوا أن الماء لا يرتفع إلى أكثر من ٣٢
قدماً . فاقترح غاليلو أن يكلف توريشيلي ببحث هذه المشكلة .

وبعد سنتين ، وقد أصبح توريشيلي رياضياً للدوق الكبير في تسكانيا وأستاذاً
الرياضيات في أكاديمية فلورنسة ، أوضح تجربته التي أصبحت الآن تجربة كلاسيكية .
ولعل أهم من التجربة تلك الأسباب التي شرح بها نتائجها .

وكانت صناعة الزجاج لحسن الحظ فناً وصناعة راقين جداً في إيطاليا . فأمكن
توريشيلي الحصول على أنابيب زجاجية طولها أربعة أقدام تقريباً . وكانت إحدى
نهايتي كل أنبوب مسدودة . فملاً أنبوباً زئبقاً إلى حافته ووضع اصبعه فوق نهاية
الأنبوب المفتوحة ثم قلبه ورضعه في إناء مملوء معظمه زئبقاً . ثم أزاح اصبعه

فخرج الزئبق من الأنبوب إلى الإناء - ولكن لم يخرج كل الزئبق . كانت النهاية العليا للزئبق في الأنبوب على ارتفاع ٣٠ بوصة من مستوى الزئبق في الإناء . وكان الفراغ فوق سطح زئبق الأنبوب مليئاً - بلا شيء . أمال توريشيلي الأنبوب فازداد امتلاءً بالزئبق لكن ارتفاع الزئبق ظل ٣٠ بوصة ثم أماله أكثر حتى صار ارتفاعه أقل من ٣٠ بوصة عن مستوى الزئبق في الإناء وقد ملأ الزئبق الأنبوب كله . أقام توريشيلي الأنبوب مرة ثانية فعاد الفراغ إلى الظهور . ونحن نعلم الآن أن الفراغ ، كان مملوءاً ببعض جزئيات من بخار الزئبق ، لكنه كان خلاء في الواقع .

كان لا يزال هناك سؤال يتطلب جواباً : « لماذا بقي عمود الزئبق ؟ لماذا لم يسقط كله في الإناء ؟ » وكان لدى توريشيلي الجواب فكتب يقول : « نحن نعيش مغمورين في قعر بحر من الهواء الذي نعرف بالتجربة أن له وزناً . » وأضاف توريشيلي قائلاً : « ويوجد فوق سطح السائل الموجود في الإناء عمود من الهواء



(تجربة توريشيلي على ضغط الهواء)

طوله ٥٠ ميلاً يضغط إلى أسفل . لذلك لا يُستغرب إذا كان الزئبق في الأنبوب ،

حين لا يوجد ما يعوق دخوله ، يرتفع حتى يكافئ وزن الهواء الذي يحتمله (أو يسنده) خارج الأنبوب . إن ضغط الهواء هو الذي يبقى الزئبق مرتفعاً في الأنبوب : ذلك هو معنى التجربة .

واستطاع توريشيلي ، إذ ذاك ، أن يفسر لماذا لم يكن بالإمكان رفع الماء إلى أكثر من ٣٣ قدماً بواسطة مضخة ماصة . فذلك كل وزن الماء الذي يستطيع الضغط الجوي أن يحتمله . وهو أعلى من عمود الزئبق لأر الزئبق أكثف من الماء بـ ١٣,٦ مرة . وأدرك توريشيلي أيضاً أن لديه أداة لقياس كثافة الهواء ، بالرغم من أن بلايز باسكال هو الذي أطلق على الأداة المبتكرة مقياس الضغط فإذا لم يكن « بحر الهواء » عميقاً بهذا المقدار ، بل كان أقل عمقاً ، كبحر الهواء الذي فوق الجبل ، فإن عمود الزئبق الذي يستطيع الهواء تحمله سيكون أقصر . ففي قمة جبل ايفريست ، يستطيع وزن الهواء أن يحتمل عموداً من الزئبق لا يتجاوز ارتفاعه ١١ بوصة .

ومقياس الضغط إحدى الأدوات التي تُستخدم للتنبؤ عن الطقس . لأن مما يدعو إلى الاستغراب أن وزن الهواء الرطب أقل من وزن الهواء الجاف ، لذلك ترى مقياس الضغط يهبط عندما يكون الهواء « رطباً » . والهواء الرطب يعني أن من المتوقع هطول المطر . ويعود مقياس الضغط إلى الارتفاع حين يصبح الهواء جافاً . إن التنبؤ عن الطقس يحتاج إلى أكثر من مراقبة مقياس الضغط ، لكن هبوطاً قليلاً في الضغط الجوي يعني على العموم طقساً رديئاً متوقعاً . بينما ارتفاع مقياس الضغط ينبئ عن طقس جميل .

استخدم توريشيلي الحلاء الذي اكتشفه حديثاً للقيام بتجارب أخرى فلاحظ أن النور ينتقل بسهولة خلال الفراغ مثل انتقاله خلال الهواء وأعطى بذلك هيچنز المفتاح إلى نظرية الموجة الضوئية . واشتغل بالصوت والمغناطيس أيضاً . وقدم

كذلك للرياضيات وعلم السوائل المتحركة خدمات تلفت النظر .
أنجز توريشيلي أشياء كثيرة في حياته القصيرة نسبياً . فقد توفي في ١٦٤٧
في التاسعة والثلاثين من عمره . ونحن مدينون له كلها قرأنا مقياس ضغط أو
استمعنا الى نشرة جوية . وبالمناسبة ، إن « بجر الهواء » هو الذي يمنع الماء من
الخروج من الكأس ويدفع المنديل الى أعلى داخل الكأس .



روبرت بويل

ROBERT BOYLE



ولد روبرت بويل في ٢٦ كانون الثاني عام ١٦٢٧ في بلدة مونستر بايرلندا . وكان الطفل الرابع عشر والابن العاشر للورد كوك الثري جداً . ولم يكن هناك أي ريب في أنه كان ذا ذكاء خارق . هذا الى أنه كان يتمتع بالميزات الهائلة التي يمكن أن يوفرها لابنه أب على جانب عظيم من الثراء . تعلم اللاتينية والفرنسية الى جانب الانكليزية ، وأضاف ، فيما بعد ، اللغة العبرية واليونانية والسريانية الى قائمة اللغات التي يتقنها . وقد مكنته هذه اللغات من القيام بدراسات مستفيضة للانجيل في لغاته الأصلية .

ولما بلغ الثامنة من العمر دخل كلية ايتون ، أكبر وأشهر المدارس الإعدادية

الأنكليزية ، ثم أخرج من المدرسة بعد ثلاث سنوات لكي يقوم بجولة في القارة الأوروبية . وكانت جولة من هذا القبيل تُعتبر المرحلة الأخيرة في تهذيب وصقل شاب انكليزي راقٍ ، لكن قلما كان يقوم بها أحد في الحادية عشرة من العمر . وفي عام ١٧٤١ زار روبرت ، وهو في الرابعة عشرة من عمره ، ايطاليا ووقع تحت تأثير غاليلو الشهير . فقرر أن يكرس حياته للعلم .

ولما عاد الى انكلترا ، دخل اكسفورد . وكانت آنذاك في طليعة مراكز الدراسة العلمية في انكلترا . وفي اكسفورد وجد روبرت بويل نفسه بين جمعية غير رسمية من العلماء اللامعين تسمى نفسها «الكلية غير المرئية» . وفي ١٦٦٠ منح الملك هؤلاء العلماء عهداً Charter ، فأصبحت الجمعية غير المنظورة ، الجمعية الملكية . وكان هؤلاء الرجال يكرسون أنفسهم للطريقة التجريبية العلمية ، لأن الحقائق لا تُكتسب إلا من الخبرة والتجارب .

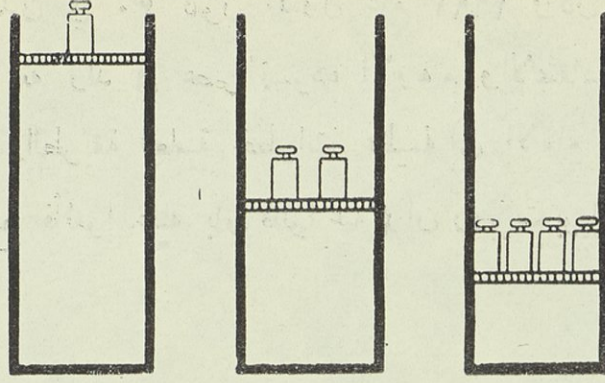
اشتهر بويل ، العالم التجريبي ، بأنه صاحب قانون بويل ، وهو دستور رياضي يبين كيف تتصرف الغازات تحت الضغط . وتم لبويل هذا الاكتشاف بطريقة تجريبية ولم يوضع في صيغة قانون رياضي الا فيما بعد .

واليك كيف قام بويل بتجربته المشهورة : اتى بانبوبة زجاجية على شكل ل لها طرف قصير مسدود ، وطرف طويل يزيد طوله على عشرة اقدم . وتعذر على الذين اشتغلوا بالتجربة ان يدخلوها الى الحجرة لذلك اضطروا الى استخدام درج ، ثم صب بعناية بعض الزئبق في الأنبوبة حتى صار مستوى الزئبق واحداً في طرفي الأنبوبة . فكان ضغط الغاز في الطرف المسدود مساوياً للضغط الجوي في الطرف المفتوح ، لانك تعلم انه لو كان الضغط فوق احد الطرفين اكثر منه فوق الطرف الآخر لما بقي الزئبق في الطرفين على مستوى واحد .

وكان هؤلاء العلماء يعرفون جيداً المواد التي يشتغلون بها . فوضعوا أسفل

الانبوبة ل في صندوق واسع وذلك لكيلا تتبدد الفضة الرجراجة (الزئبق)
اذا ما انكسرت الانبوبة . وبعد ان استقر الزئبق على مستوى واحد أُلصقَ
على طرفي الانبوبة مقياساً يتألف من شريط من الورق مقسم الى بوصات وأثمان
البوصات ، ثم صب الزئبق على مهل وبغاية في الطرف المفتوح فارتفع مستوى
الزئبق في طرفي الانبوبة لكن بدرجة مختلفة بحيث لم يظل الزئبق في الطرفين
على مستوى واحد . ان الهواء المحصور في القسم المسدود كان ينضغط بتأثير
الزئبق ولذلك كان يقاوم الزئبق حتى صار مستوى الزئبق في الطرف المفتوح
اعلى من مستواه في الطرف المسدود ، لكن بالرغم من هذا الفرق بين مستوى
الزئبق في الطرفين كان هناك توازن بينهما . ان ضغط الهواء المحصور يتوقف
على ارتفاع عمود الزئبق الى جانب الضغط الجوي العادي . ويمكن بسهولة
حساب حجم الهواء المضغوط بوساطة القياسات المجرأة على الأنبوبة . وقد وجد
بويل شيئاً هاماً : حين يكون في الطرف الطويل من الانبوبة ٢٩ بوصة من
الزئبق اكثر مما في الطرف القصير يصبح حجم الغاز نصف حجمه الاصلي تماماً !
وكان بويل يعلم أن الجو ذاته له ضغط وكان يعلم ان الضغط الجوي يكفي لحمل
عمود من الزئبق طوله ٢٩ بوصة . (وقد ضاعفت هذه ال ٢٩ بوصة الاضافية
الضغط على الهواء في الطرف المسدود ، وانقص هذا الضغط المضاعف الحجم الى
نصفه) . لم يتوقف بويل طبعاً عند هذه النتيجة ، بل أجرى مئات القياسات
فوجد أن عمود الزئبق الذي يبلغ طوله ٨ اقدام تقريباً يضغط الهواء الى
ربع حجمه .

ان العلاقة الصحيحة الكائنة بين الضغط والحجم التي اكتشفها بويل تُستخدم
الآن من قبل كل كيميائي وفيزيائي وتعرف بقانون بويل : « إن حجم الغاز
يتناسب عكسياً مع الضغط » . وفيما بعد أضاف العلماء ، ولا سيما جاك شارل ،
هذه العبارة « بشرط ألا تتغير درجة الحرارة » .



(قانون بويل : حجم الغاز يتبدل بنسبة عكسية مع الضغط)

وصف بويل عدداً كبيراً من تجاربه واكتشافاته في رسائل بعث بها الى ابن اخيه الذي أصبح فيما بعد (لورد كورك) . وبعض هذه الرسائل يقع في في أكثر من مائة صفحة .

وكان بويل ، كغيره من العلماء العظماء ، مولعاً بالكثير من فروع العلم . فقد بحث سرعة الصوت وأسباب الكون وبنية البلورات والكهرباء الراكدة وكاد يكتشف الاوكسجين . كما صنع مضخة لتفريغ الهواء (تدار باليد) وتستخدم لبيان ان الحيوان لا يستطيع العيش في مكان خال من الهواء . واثبت ان الكبريت لا يحترق اذا سخن في فراغ . وينسب الى بويل انه عرف العنصر الكيماوي تعريفاً قريباً من التعريف المقبول في الوقت الحاضر . فقد عرف العنصر بانه المادة « التي لا يمكن ان تتجزأ » ، وسأن العالم الصادق أضاف النبوءة الآتية : « بأي وسيلة من وسائلنا المعروفة » . فقد تغيرت العناصر في المخبر الذرية في زماننا .

كان روبرت بويل انساناً كريماً ، وكان التاريخ سيخلده ، ولو لم يكتشف القانون المشهور باسمه ، لانه ذلك المحسن الكريم الذي دفع تكاليف نشر كتاب نيوتن « المبادئ Principia »

توفي في لندن في ٣٠ كانون الاول عام ١٦٩١ وكان في الرابعة والستين من
العمر . ورغم انه ولد في عصر تسوده الاوهام والاعتقاد بالسحر والشعوذة نجده
قد خطا بالعلم والطريقة العلمية خطوات عظيمة الى الامام ، كما قدم لمعاصريه
العون والتشجيع فأنشوا عليه بان قالوا عنه « ان روبرت بويل يشم رائحة الحقيقة » .

كريستيان هايغنز

CHRISTIAN HUYGENS



الساعة ذات الرقاص التي اخترعها كريستيان هايغنز قصرت في حساب الوقت حين نقلت الى غويانا الفرنسية . وحين علم كم من الوقت قصرت ، اجرى حسابه ووجد أن الارض منتفخة عند خط الاستواء .

هذا العالم البارز ، الذي درس الساعات الرقاصة ونظرية الضوء ، ولد في ١٤ نيسان عام ١٦٢٩ في مدينة لاهاي عاصمة هولندا وكان ابوه قسطنطين هايغنز عضواً متنفذاً في المجتمع ورجل دولة وشاعراً وموسيقياً ولاعباً رياضياً مشهوراً . وقد أبدى كريستيان منذ مرحلة مبكرة من حياته ولعاً عظيماً بالرياضيات والعلوم . ودرس في جامعتي ليدن وبريدا . وقبل أن يتجاوز الثانية والعشرين

من العمر نشر في الفلك والرياضيات رسائل لفتت اليه انتباه رينه ديكارت الرياضي الفيلسوف .

وكانت دراسة الفلك في ذلك الزمن محور دنيا العلم فاشتغل هايغنز أيضاً في هذا الميدان ولما يمض سوى زمن قصير على البدء باستخدام المرقب . ولكن هايغنز لم يرض عن الوسائل المتوافرة وتعلم كيف يصنع عدساته بيده يساعده في ذلك صديقه بينيديت سينوزا ، الفيلسوف اليهودي الهولاندي الكبير الذي كان يكسب عيشه من صناعة العدسات .

وبفضل التحسينات التي ادخلها هايغنز على المرقب استطاع أن يبصر « الهالة » التي كان غاليليو قد شاهدها حول زحل . وشبه هايغنز هذه الهالة بحلقة عظيمة مسطحة . واثبتت المراقب الدقيقة المستخدمة في الوقت الحاضر أن هذه الحلقة هي ثلاث حلقات ، في الحقيقة ، وأن هذه الحلقات ماهي إلا كتل من « الغبار » تدور حول السيارة بسرعات عظيمة . ولا يزال بين أيدينا ذلك العمل الذي أنجزه هايغنز في حقل الادوات البصرية : فالقطعة التي اخترعها هايغنز لتوضع أمام العين تؤلف جزءاً مهماً في كثير من المجاهر الحديثة (عينية هايغنز) .

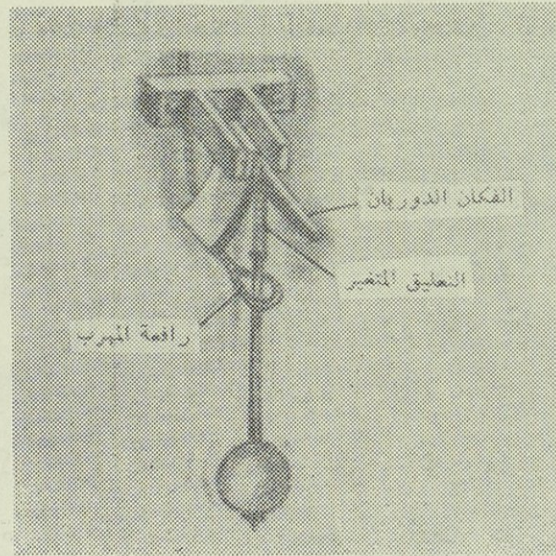
وما ان بلغ هايغنز الرابعة والثلاثين من عمره حتى انتخب عضواً في الجمعية الملكية في لندن . ولما زار لندن للحصول على هذا الشرف الرفيع اجتمع باسحق نيوتن الذي أعجب كثيراً بمواهبه وحاول أن يجد له منصباً في انكلترا فلم يوفق لأن هذا الشاب الهولاندي لم يكن بعد معروفاً إلا لدى فئة قليلة من العلماء ولم يتمكن نيوتن من الوقوع على شخص غني مستعد لرعاية العالم الأجنبي .

وبعد عدة سنوات عزم الملك لويس الرابع عشر على الاحتفاظ بتفوق فرنسا في ميدان الدراسات العلمية فعرض على هايغنز منصباً في حقل البحث العلمي ، ظل يشغله من سنة ١٦٦٦ حتى سنة ١٦٨١ .

ألّف هايغنز ، أثناء مقامه في فرنسا ، كتابه العظيم « المؤلف في الضوء »

Treatise on light الذي لم ينشر إلا عام ١٩٦٠ . ورد هاينغز هذا التأخير إلى ما فيه ، مما يتصف به البسر ، من قصور . فهو قد ألف كتابه باللغة الفرنسية وأراد أن يترجمه إلى اللاتينية ، لكنه شغل عنه ، بعدما تضاءلت « لذة الجديد » ، بمشروعات أخرى وأخذ يرجئ الترجمة من وقت إلى آخر حتى عدل في النهاية عن رأيه ونشر الرسالة بالفرنسية خشيةً من أن يؤدي التأخر في نشرها إلى حرمانه من حق نسبة أفكارها إليه .

اشتهر كريستيان هاينغز ، في زمنه ، باختراعه الساعة الرقاصة وتحليله البارع لطريقة عملها . وكان غاليليو قد اكتشف إمكان استخدام النواس (الرقاص) في معرفة الوقت حين أشار إلى أنه بالإمكان صناعة ساعة على هذا الأساس . لكن احداً لم يفلح في ذلك الحين في استخدام النواس في اي وجه .



وكان كثير من العلماء فد جهودوا لحل هذه المشكلة لكن دون أن يتوصلوا إلى أي نتيجة مرضية حتى جاء هاينغز عام ١٦٥٧ فافلح حيث أخفق الآخرون ، لانه كان قد اكتشف القوانين التي تهيمن على النواس المركب : استطاع أن يصنع « مهرباً يتيح لذراعي الساعة أن يتحركاً مقداراً مضبوطاً لدى كل حركة

من حركات النواس . وكان قد اكتشف مبدأ التوقف الدوري المبين في الصورة . وجاءت ساعته دقيقة مضبوطة فكانت الاختراع الميكانيكي الأول الذي أخذ يسجل الوقت مع الكواكب والشمس . وحين أرسلت الساعة الرقاصة الى البحر لتكون عوناً على الملاحة لم تصب نجاحاً تاماً لأن مسألة الجاذبية تدخلت فيها .

إن كل نوسة للنواس تستغرق المقدار ذاته من الوقت بشرط أن يظل فعل الجاذبية واحداً لأن الذي يجعل النواس يهبط من وضعه الأعلى إلى وضعه الأسفل هو جذب الجاذبية الأرضية له . خذ الساعة إلى قمة الجبل ، بعيداً عن مركز الأرض ، تجد أن النواس لا يهبط بالسرعة ذاتها وأنه يستغرق وقتاً أطول لكي يتأرجح من طرف إلى آخر ، الأمر الذي يؤدي إلى تقصير الساعة . إن هذا صحيح ومن المنتظر أن يحدث فوق قمة الجبل . لكنه حين أخذت الساعة الرقاصة إلى كابين في غويانا الفرنسية أخذت تقصر . وكابين تقع على سطح البحر لا على رأس جبل . فماذا جرى ؟

حلل هاينز المشكلة كما يلي : كان يعلم ان الحجر إذا ربط في نهاية خيط وحرك بسرعة حركة « دائرية » يظل يدور في دائرة رغم الجاذبية . بل ان الخيط ينقطع في الحقيقة إذا كان الحجر يدور بسرعة كافية . فسمى هذه القوة التي تدفع الحجر وتقطع الخيط « القوة النابذة Centrifugal force » أو القوة المبعدة عن المركز . والأرض تدور حول محورها وتنتقل بسرعة فتم دورتها حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة . وتتحرك نقطة على سطح الأرض عند خط الاستواء بسرعة تفوق سرعة الطائرة النفاثة أي الف ميل في الساعة . وكلما ابتعدنا عن خط الاستواء شمالاً أو جنوباً نجد الأرض تدور حول محورها دورة كل ٢٤ ساعة لكن سرعة النقاط التي تقع في الاماكن البعيدة عن خط الاستواء تكون أقل من سرعتها عند خط الاستواء . لان الدائرة حول الكرة الأرضية في هذه الاماكن تصبح أصغر . وهذا مثله بما يحدث لو أدت دولاب

دراجتك فانك سوف ترى أسياخ الدولاب رؤية غير واضحة بالقرب من إطار الدولاب بينما تراها رؤية واضحة بالقرب من مركز الدولاب وذلك لأنها تسير هنا بسرعة أقل . أما في مركز الدوران بالضبط فلا يوجد أية حركة إطلاقاً .

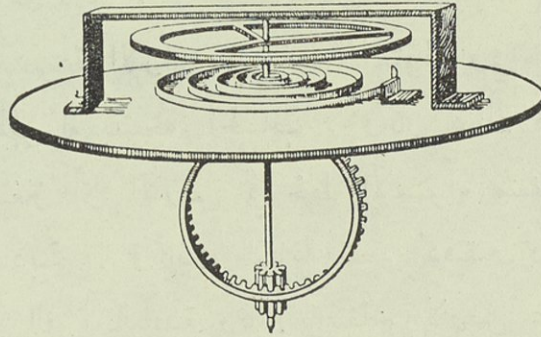
وفي كل مكان على الارض تسقط الاشياء في اتجاه مركز الارض بتأثير الجاذبية . وهذا ما تقوم به الجاذبية في القطب الشمالي . أما في أي مكان على سطح الارض فان على الجاذبية ، بالإضافة إلى ذلك أن تمنع الناس والاشياء من التطاير بعيداً عن الارض بتأثير القوة النابذة . وفي خط الاستواء تكون القوة النابذة على أشدها لأن الارض في خط الاستواء تدور بأعظم سرعتها .

وإذن تكون محصلة القوة النابذة وقوة الجذب الارضي في خط الاستواء أقل منها في المناطق الاخرى . ولما كان مقدار الجذب في خط الاستواء أقل فان الساعة الرقاصة لا بد وان تبطيء في سيرها وتقصّر لأن الرقاص لن « يسقط » بالسرعة ذاتها . وحسب هيغنز مقدار تقصير الساعة في خط الاستواء وبني حساباته على سرعة الارض في خط الاستواء وفي باريس . فوجد ان الساعة تقصّر اكثر مما ظهر له بنتيجة الحساب . وكان هناك تعليل واحد ممكن لهذه الظاهرة : تنبأ هيغنز أن الارض في خط الاستواء منتفخة مما يؤدي إلى المزيد من تقليل اثر الجاذبية ! وكانت الساعة تقصّر دقيقتين ونصف الدقيقة في اليوم نتيجة اجتماع تأثير القوة النابذة وتأثير انتفاخ الارض عند خط الاستواء .

ان عدم نجاح الساعة الرقاصة كوسيلة من وسائل الملاحظة دفع هيغنز إلى التفكير في طرق اخرى لحساب الوقت . وخرج من ذلك بفكرة نابض الساعة الحزوني الذي سجله باسمه دون ان يعلم أن روبرت هوك قد سبقه إليه . لكن هوك لم يعرض فكرته إلا بعد ان تم الاعتراف لهيغنز باكتشافه . وقد كان اشتغال هيغنز في موضوع الساعات ذا اهمية في زمانه . ولا تزال طريقته في التوقف الدوري مستعملة إلى الآن في جميع الامكنة التي تصنع فيها الساعات ذات الرقاص .

اشتهر هيغنز أيضاً بفضل كتابه في نظرية الضوء الذي ناقش فيه التعليقات
 الممكنة لسلوك الاشعة الضوئية . وشبه سلوك الضوء بسلوك الموجات الصوتية
 والمائية . وقال هيغنز « ليس من المعقول أن نشك في أن الضوء عبارة عن
 حركة نوع من انواع المادة » . وسعر أن الضوء ينتشر بهيئة موجات ،
 كالصوت ، لكنه أدرك أن الضوء ، بعكس الصوت ، يمكن أن ينتقل
 عبر الفراغ .

وأوجد الطريقة الآتية لتوضيح كيفية انتقال الأشعة : « حين يأخذ المرء
 عدداً من الكرات من حجم واحد مصنوعة من مادة صلبة جداً ، ويرتّبها في خط
 مستقيم بحيث تتلامس ، يجد اذا ضرب الكرة الاولى بكرة مشابهة لها ، أن
 الحركة تنتقل حالاً حتى تبلغ الكرة الأخيرة دون أن يتمكن من ملاحظة أن
 الكرات الأخرى قد حرّكت » .



(ميزان ذو نابض من القرن السابع عشر . عن رسم في ذلك العصر)

واستخدم الطريقة ذاتها مع مجموعتين من الكرات موضوعتين على شكل
 زاوية قائمة ، ورأى أن كلتا الحركتين قد انتقلتا في آن واحد . وبهذه الوسيلة
 بين لماذا يكون في وسع الموجات الضوئية أن تمر احداها بالآخرى دون أن تمتزج
 بعضها ببعض .

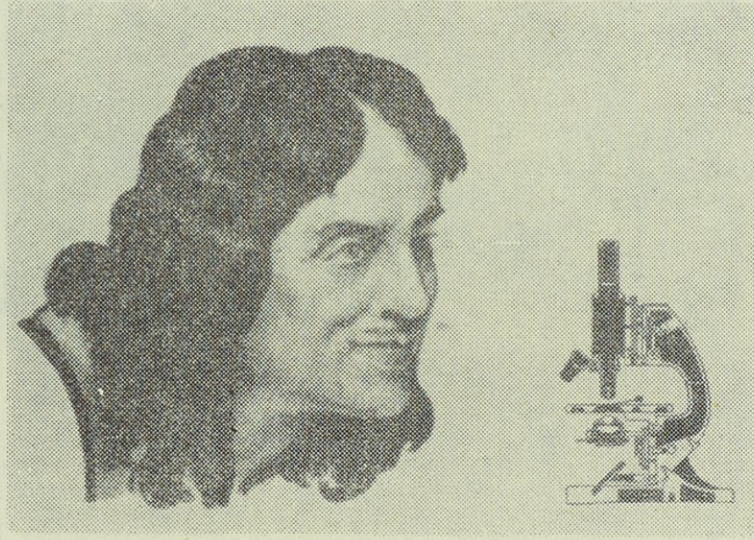
هكذا عرض هيغنز نظرية الموجة الضوئية واستخدمها في تعليل الانكسار

والانعكاس والاستقطاب لكن نيوتن تقدم بنظرية الجسيمات الضوئية Gorpuscular Theory وكان نيوتن هو الزعيم في تلك الأيام ؛ وتقضي نظريته بوجود جسيمات صغيرة تنتقل من مصدر الضوء . وظلت هذه النظرية مقبولة خلال مائتي سنة تقريباً حتى بين مكسويل أن نظرية الموجة الضوئية يمكن تطبيقها بصورة أسهل . ثم جاء اينشتاين وبلانك فبعثا نظرية الجسيمات الضوئية حين درسا الكهرباء الضوئية (الكهر ضوئية) Photo - Electricity ، وتجمع الآراء الحديثة بين نظرية الموجة الضوئية لهايغنز ونظرية الجسيمات الضوئية لنيوتن .



انطوان فان لوفن هوك

ANTONY VON LEEUWEN HOECK



في عام ١٦٧٣ تلقت الجمعية الملكية في لندن رسالة طويلة وغريبة جعلت أعضاءها اللوذعين ينفجرون ضاحكين . وكانت الرسالة من حانوتي هولاندي يعمل آذناً جزءاً من يومه . لكن الضحك لم يلبث ان تحول إلى دهشة وإلى احترام . لأن هذا الانسان البسيط البعيد عن التحذلق الذي كتب بأسهاب عن صحته وعن جيرانه وعن أوهامهم قد عنون رسالته بـ « نموذج من بعض المشاهدات التي تمت بواسطة مجهر ابتكره السيد لوفن هوك لرؤية البقع فوق الجلد ، واللحم ، ولدغة النحلة .. الخ .. »

في ذلك العصر الذي كانت فيه الزجاجاة المكبرة لا تتجاوز بعد عدسات

يدوية بسيطة ذات قوة تكبيرية ضئيلة ، جاء صاحب حانوت غير متعلم ، مولع بصقل الزجاج ، باختراع يكبر الأشياء عدة مئات من المرات . فدعت الجمعية الملكية السيد فان لوفن هوك إلى مواصلة جهوده في هذا السبيل وتلقت منه ٣٧٥ رسالة خلال السنوات الخمسين التالية .

ولد آنطون فان لوفن هوك في دلفت بهولاندا في الرابع والعشرين من تشرين الاول عام ١٦٣٢ من أسرة محترمة يشتغل أفرادها في صناعة السلال والبيرة . ولما توفي والده غادر وهو صبي ، البلدة الجميلة ذات الطواحين الهوائية والاقنية الزرق إلى امستردام فعمل فيها كاتباً متمرنًا في مخزن للبضائع الجافة . وفي الحادية والعشرين من عمره غادر امستردام عائداً إلى دلفت فتزوج فيها وافتتح لنفسه مخزناً لبيع البضائع الجافة وأخذ في الوقت ذاته يعمل آذنًا في بهو أمانة العاصمة City hall .

وكان لانطون هواية عظيمة تستنفد كل وقته - وهي صقل العدسات - فكان يصنع العدسة تلو العدسة . وكان عازماً على صنع عدسة كاملة بقدر الامكان . وبلغ ما صنعه أكثر من ٤٠٠ زجاجة مكبرة . وكانت هذه العدسات صغيرة يكاد قطرها لا يتجاوز ثمن البوصة ، أي بحجم هذا الحرف O ، لكن لم يستطع أحد إلى الآن صنع عدسات أفضل منها . وصنع فان لوفن هوك من عدساته « مجاهر بسيطة » إلا أنها كانت تقوم بوظيفتها بصورة جيدة تلفت النظر . وكان صانعاً ماهراً فصنع قوائم قوية ودقيقة لعدساته) .

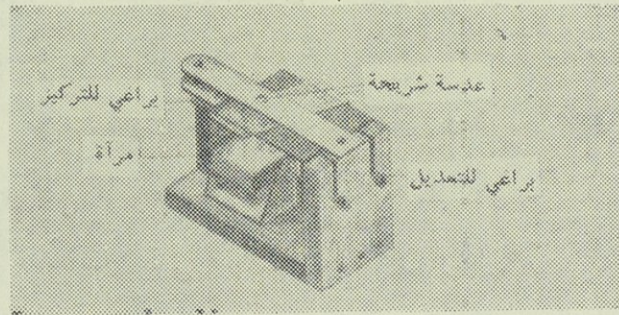
كان غاليليو قد وجه مرقبه نحو السماوات الرحبة أما لوفن هوك فقد أدار عدساته نحو عالم الدقائق (وأخذ ينظر إلى كل شيء يقع تحت بصره : إلى وبر الجلد ، وإلى عيني الثور ، وإلى شعر الحيوانات وإلى رأس الذبابة وأرجلها) .

وخيل لجيرانه أنه كان مخبولاً قليلاً لأنه كان يقضي ساعات ينظر في مجهره . لكنه ما كان ليلتفت إلى اهالي دلفت الطيبين ، وظل ينظر من خلال مجهره ويكتشف

دائماً أعاجيب جديدة . حتى نظر ذات يوم في قطرة من الماء أخذها من حفرة
ملاى بماء المطر واكتشف فيها « حيوانات صغيرة ، تسبح وتلعب ، وهي أصغر
ألف مرة مما نستطيع أن نراه بالعين المجردة . » فأطلق عليها اسم « الوحوش
الصغيرة التعيسة » .

وكان يعتقد بانها لم تأت من السماء . ولكي يبرهن على ذلك جمع ماء المطر
عند سقوطه في اناء نظيف نظافة تامة . فأظهر المجهر أنه لا توجد في الماء
« وحوش صغيرة » . ثم حفظ الماء في صحن عدة أيام فأخذت الاحياء الصغيرة
تظهر . وقرر أنها كانت تأتي من ذرات التراب التي تأتي بها الرياح .

ووخز إصبعه ثم فحص الدم واكتشف الكريات الحمر . وفي عام ١٦٧٤
روى للجمعية الملكية مكتشفاته رواية أمينة . وبعد ثلاث سنوات وصف
الحيوانات المنوية لدى الكلاب والحيوانات الأخرى .



(مجهر لوفن هوك . عن نموذج)

وجدت الجمعية الملكية نفسها ازاء مكيدة - فهذا الرجل الهولاندي أعالم
هو أم كاتب قصة علمية خيالية ؟ وطلبت الجمعية منه ان يعيها مجهره . فارسل
لها رسالة لطيفة مطولة زاخرة بالانباء تصف اعاجيب جديدة عن العالم الصغير
جداً . لكنهم لم يتمكنوا من الحصول على مجهر من لوفن هوك الذي كان شاكا
فيهم فعهدت الجمعية الى روبرت هوك ونهيمياغرو بصنع أفضل مجهر ممكن . كان

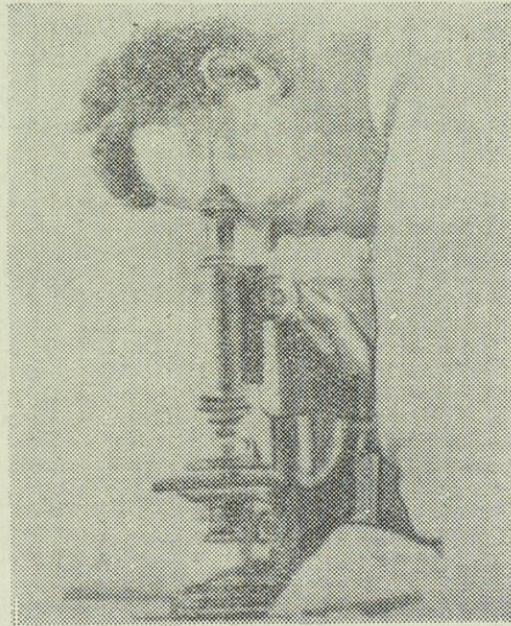
لا بد للعلم من ان يتحقق من صحة مكتشفات لوفن هوك . ولما أتى صنع المجهر نظراً أيضاً الى الدم ، وربى الجراثيم في ماء الفلفل وحكا أسنانها وقتلا الجراثيم بالماء الحار ، وشاهد العالم الجرثومي ذاته الذي وصلتها أنبأؤه . وكرّمت الجمعية الملكية الرجل الهولاندي غير المتعلم ، فانتخبته زميلاً في الجمعية عام ١٦٨٠ .
رسم فان لوفن هوك ، في اول الامر ، رسوماً للجراثيم عام ١٦٨٣ .
واستطاع ، في عصر تسوده الاوهام ويعتقد الناس فيه بان بعض اشكال الحياة ، كالبراغيث ، تولد ولادة عفوية أو تولد من المواد المتفسخة ، استطاع ان يقيم الدليل على انه حتى ادنى الاشكال الحيوانية تتناسل . وفحص سوسة الجبوب وقال ان الديدان الصغيرة تنفقس من بيوض تضعها الحشرات . واكتشف في ذيل السمكة ، بعد ان ساط عليه مجهره ، الأوعية الدموية الشعرية .

وعلى أثر الدعاية التي قامت بها الجمعية الملكية واكاديمية العلوم الباريسية (التي كانت هي ايضاً قد تلقت رسائل منه) لصانع العدسات هذا ومكتشفاته ، ذاعت شهرته فجاء لزيارته قيصر روسيا الكبير كما جاءته ملكة بريطانيا . وكانا يودان النظر من خلال مجهره . ولم يطرأ أي تغيير كبير على نشاطه اليومي . وكان يملك صحة خارقة فواصل العمل حتى وفاته في الحادية والتسعين من عمره . وكان قبل وفاته تماماً ، في ٢٦ آب ١٧٢٣ ، قد طاب من صديق له أن يرسل رسالته الاخيرتين الى الجمعية الملكية .

كان مجهر لوفن هوك أداة بسيطة . كان يحوي عدسة واحدة فقط صغيرة جداً . أما المجهر المركب ، ذو المجموعتين من العدسات ، فقد تم اختراعه في عام ١٥٩٠ ، لكن المشكلات الفنية التي ينطوي عليها كانت كبيرة بحيث صارت عدسة فان ليوفن هوك البسيطة المكبرة أفضل منه . وتحسنت منذئذ صناعة العدسات وصار بالامكان الآن صنع مجهر بصري حديث يكبر قطر الأشياء ٢٥٠٠ مرة . لكن العلماء يحتاجون الى أعظم من هذه القدرة على التكبير .

لأن الفيروس Virus ، مثلاً ، أصغر جداً جداً من تلك التي سماها « الوحوش الصغيرة » التي رآها لوفن هوك . والأداة التي يستخدمها العلم في الوقت الحاضر هي المجهر الإلكتروني الذي يستخدم تيارات إلكترونية بدلاً من الضوء ، ويستطيع أن يكبر أقطار الأشياء ١٠٠,٠٠٠ مرة .

لم يكن انطون فان لوفن هوك يملك الأجهزة العلمية الحالية لكن كان لديه وسائل علمية لم يستطع أحد أن يبيزه فيها ، أعني : تكريس الجهود من أجل فكرة ، والصبر الذي لا يعرف حداً ، والقدرة الحارقة على الملاحظة .



استخدام المجهر الحديث في المخبر

روبرت هوك

ROBERT HOOKE



هل تلعب لعبة أحجية الحروف (Anagram) أي تبديل مواضع الحروف
لتبديل معاني الالفاظ التي تتألف منها) ؟

ماذا تستطيع أن تصنع من هذه الحروف Ceiiinossttuv ؟

ولد روبرت هوك في ١٨ ايلول ١٦٣٥ في جزيرة (وايت) الواقعة على
مقربة من الشاطيء الجنوبي لانكلترا . وكان الوضع المالي لأبيه القس لا بأس به
بالنسبة لوظيفته . لكنّ أباه توفي وهو في الثالثة عشرة من عمره ، فذهب إلى
لندن حيث تتلمذ على يد السير بيتر ليلي المشهور برسم اللوحات . وكان روبرت
رغم ما أبداه من نباهة ، طفلاً عليلًا . فكانت الزيوت والاصباغ ، بالاضافة الى

العمل ، أكثر مما يحتمله جسمه الذي ابتلى بفراط الحساسية إزاء هذه المواد .
فاضطر لهجر هذا العمل الذي كان من الممكن ان يصيب فيه نجاحاً كبيراً ،
غير انه استفاد من تربيته الفنية في مراحل حياته التالية .

وكان أبوه ، لحسن الحظ ، قد خلف له ١٠٠ جنيه ، وهو مبلغ كبير
نوعاً ما في تلك الايام ، فأمكنه الدوام في مدرسة ويستمنستر . ولما بلغ
الثامنة عشرة انتسب إلى او كسفورد وشق طريقه في الكلية ، فغنى في جوقه
(كنيسة المسيح) ، ومثل دور الحاجب ، ومارس كل ألوان النشاط المدرسي
الاضافي . وكان يمتلك الكثير من المهارات ، فقد كان ناسخاً ، ورساماً للرسوم
الايضاحية ، وكان بإمكانه الاشتغال بالحشب والمعدن ، وكان إلى ذلك طالباً لامعاً .

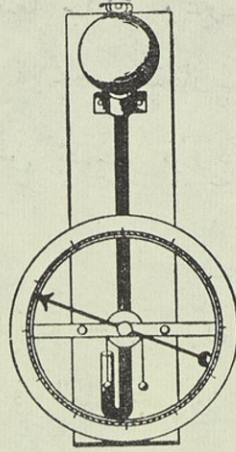
وفي اكسفورد اجتمع روبرت هوك بكريستوفر روبرت بويل .
وكان روبرت بويل عالماً غنياً بارزاً يكبر روبرت هوك بثماني سنوات .
فاستخدم بويل تلميذه الفقير هوك ، مساعداً له في بحوثه وفي مخبره . وكان
كريستوفر رن قد برز بفضل بحثه في الهندسة وعين عام ١٦٦٠ استاذاً للفلك في
او كسفورد . وفي عام ١٦٦٣ بدأ رن مهنته مهندساً للأبنية ولا يزال يعرف بأنه
الذي صمم كاتدرائية القديس بولص في لندن . وكان منزل كريستوفر رن ملتقى
علماء انكلترا ومركز اجتماع « الكلية غير المنظورة » التي صارت فيما بعد الجمعية الملكية
العلمية الهامة والمشهورة .

ويعتقد كثير من الناس أن جانباً كبيراً من عمل روبرت بويل ، بما فيه
قانون الغازات ، جاء نتيجة مواهب هوك الفكرية ومهاراته الميكانيكية . والحق
أن هوك قد ادعى بأنه صاحب هذا الاكتشاف . لكن يظهر أن بويل كان
واسع الصدر ومنصفاً جداً . لأنه حين صنعت مضخة الاخلاء في مخبره اعترف
للملأ أنها من اختراع هوك بالرغم من ان المضخة كانت تعرف في تلك الأيام
بآلة بويل .

وكان هوك يمارس عملاً متمعاً جداً - غير مأجور - لدى الجمعية الملكية .
كان قبل كل اجتماع تعقده الجمعية يحضر التجارب التي يود الزملاء في الجمعية إجرائها .
وقد جعلته هذه الخبرة على تماس بجميع فروع العلم القائمة في تلك الأيام ومكنته
من تحسين قابلياته التجريبية .

وكان يرد إلى الجمعية الملكية من آنتون فان لوفن هوك رسائل طويلة
يصف فيها مكتشفاته العجيبة في العالم المجهرى . وكان لوفن هوك يستخدم عدسة
واحدة ذات قدرة عظيمة على التكبير . وكان قد صنع منها عدسات كثيرة بيد
أنه أبى أن يتخلى للجمعية عن واحدة منها . فعهدت الجمعية الملكية إلى روبرت
هوك بتقصي المسألة فصمم وضع مجهرأً عملياً مركباً . واستخدم مهاراته الفنية
فرسم رسوماً جيدة لحوالي ٦٠ موضوعاً مجهرياً : عين الذبابة ، استحالة يرقة البعوضة ،
بنية الريشة ، القملة ، البرغوث ؛ كل هذه رسمها بدقة متناهية رسوماً أكبر
مرات كثيرة من حجمها الأصلي . وقد نشرت هذه الرسوم العظيمة في كتابه
(Micrographia أي الرسوم المجهرية) عام ١٦٦٤ . وقد بين هوك كيف
يصنع المجهر وكيف يُستعمل لكن لوفن هوك هو الذي يعد أبا المجهر .

في عام ١٦٦٦ اندلع حريق لندن الكبير ودمر ٨٠٪ من المدينة قبل أن
يتم التغلب على النيران . فسجل كريستوفر رن اسم هوك بين معاونيه في مكتبه
الهندسي ورسم هوك تصميم إعادة بناء لندن الذي نُسب إلى رن . وقد اقترح
بأن يعاد بناء المدينة بشكل مستطيل ، تتقاطع فيه الشوارع في زوايا قائمة .
لكن هذه الفكرة رفضت لأنها غير ملائمة بل بسبب المعارضة التي أبدتها بعض
أصحاب الأبنية التي كانت لا تزال قائمة . وكان من نتيجة ذلك أن لندن ما تزال
تعج بالكثير من الشوارع الملتوية الضيقة .



(بارومتر هوك ذوالذراعين)

كان هوك صانعاً فذاً للآلات فنقل خبرته بالبصريات إلى القياسات الفلكية وابتكر مقياساً للزوايا فيه مرقب ومعدلاً ببرغي . واخترع آلات ميكانيكية مختلفة لأعمال التدقيق في الملاحة بما فيها آلات لسبر الأعماق وآلات لجمع الماء من أعماق مختلفة . وتقدمت البحوث المتصلة بالطقس بفضل جهازه العبقري لقياس سرعة الرياح مقياس الضغط ذي العقرب ، وجهاز قياس المطر وآلات قياس الرطوبة . وأخذ يصدر نشرة جوية تحت اشراف الجمعية الملكية . ويمكن أن يعتبر أبا التنبؤ عن الطقس . وقد قدّر الدور الذي تلعبه أشعة الشمس ودورة الأرض المحورية في التحكم بالطقس .

وقبل خمس سنين من نشر نيوتن كتابه « المبادئ Principia » الذي أوجز فيه تجاذب الثقالة بين مختلف السيارات ، ألقى هوك محاضرة أمام الجمعية الملكية كشفت عن إحاطته بقانون الجاذبية العام . وبما قاله : « إن جميع الأجرام السماوية ذات أشكال كروية ، وعدة أجرام منها تدور حول محاورها ، ولو لم يكن فيها مثل سلطة الثقالة هذه لتناثرت منها كل الأشياء غير العالقة بها كما ينقذ الحجر من المقلاع » .

وكان نيوتن قد صاغ نظريته في الثقالة قبل ذلك بعشر سنين ، لكنه لم يكن قد نشرها بعد . ولما كتب في آخر الأمر كتابه « المبادئ » اضطرب هوك إذ أحس بأن نيوتن قد استغل بعض أفكاره من دون أن يعترف له بالفضل . وأدت هذه الحادثة إلى خصومة شديدة ومشاجرة حادة بين هاتين العبقريتين العلميتين العظيمتين .

هل حُلِّتْ أحمجية الحروف التي ورد ذكرها في مطلع هذه القصة ؟ إن الجواب الصحيح هو *Sic Vis ، Ut Tensio* وهو التعبير اللاتيني عن قانون هوك المتعلق بالمرونة *Elasticity* . وفي عام ١٦٧٦ دس هوك هذه الأحمجية في كتاب علمي يبحث موضوعاً مختلفاً تماماً . وبهذه الطريقة ، رغم أنه لم يكن على ثقة تامة من كل الحقائق ، تمكن من تثبيت تاريخ بدئه في تكوين فكرته هذه ، وبذلك ثبت لنفسه الأسبقية . وترجمة العبارة اللاتينية هي كما يلي « المط يتناسب مع القوة » . ويبدو قانون هوك بسيطاً بساطة لا تصدق : إذا كان الرطل يمتد النابض بوصة واحدة فإن الرطلين يمتدانه بوصتين ، وعشرة أرطال تمده عشر بوصات وهكذا . . . وذلك ضمن حدود قوة النابض .

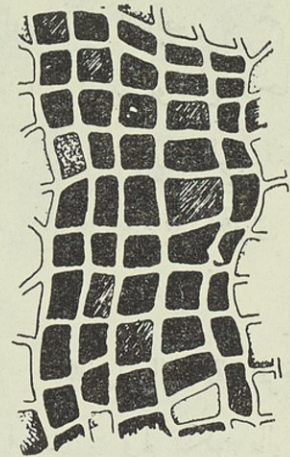
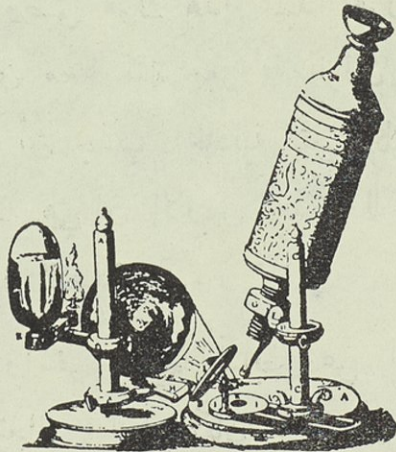
وطبق هوك هذا المبدأ فوراً في ابتكار الميزان ذي النابض . ثم أخذ هذا الميزان مع كتلة معروفة الوزن إلى قمة كاتدرائية القديس بولص وحاول أن يبين أن جذب الجاذبية يقل كلما صعدنا إلى أعلى . والنظرية التي تنطوي عليها تجربته هي أن الأرض تجذب الكتلة القريبة من مركزها جذباً أقوى من جذبها الكتلة البعيدة عنه .

وأسفر تحليله للنابض عن اختراع ساعة اليد . كانت الساعة الرقاصة شائعة الاستعمال ، لكن كان لا بد أن تبقى في مكان واحد . ولم يكن بالوسع الاعتماد عليها حين تُستعمل فوق السفن ، كما أنها كانت تتأخر كلما اقتربت من خط الاستواء بسبب تناقص الثقالة عند خط الاستواء . فاستبدل هوك بالرقاص عجلة

ونابضاً من الشعر ، لان نابض الشعر يهتز بمقدار ثابت الى الأمام وإلى الوراء ، حول مركزه . وهذا أيضاً أصيب هوك بالحيرة . وذلك لأن كريستيان هيغنز كان قد ابتكر في فرنسا طريقة مماثلة وسجلها باسمه في ١٦٧٥ . فتمكن هوك من إثبات سبقه إلى الاكتشاف لكن هذا لم يبلغ حق هيغنز المسجل ، لأن هوك كان قد أهمل متابعة العمل في اختراعه .

اشتغل هوك سكرتيراً للجمعية الملكية . ورغم تركه هذا العمل عام ١٦٨٢ واصل تقديم البحوث العلمية المكتوبة . ولم يتزوج قط . غير أنه كانت له ابنة أخت عاشت معه وقامت له مقام ربة البيت . وسبب له موتها عام ١٦٨٧ صدمة عظيمة جعلته ينهار انهاراً تاماً . وبعد مضي سنتين على وفاته في ١٧٠٣ نُشرت مذكراته - وقد تضمنت ٤٠٠,٠٠٠ كلمة وكشفت كشافاً تاماً عن اتساع موضوعات اهتمامه وتنوعها .

أفلتت منه الشهرة العالمية والنجاح العالمي لكن عقله الأصيل المبدع سار في طريق عدة نظريات واكتشافات . ولما وضع نصل مفك البراغي على ساعته ووضع القبضة الخشبية على أذنه ثم سمع صوت ساعته تنبأ باختراع سماعة الطبيب .



(المجهر الأول الذي صنعه هوك والخلايا التي شاهدها في قطعة من الفلين . عن رسم من ذلك العصر)

Stethoscope وهو الجهاز الذي تم اختراعه بعد ١٥٠ سنة . وابتدع لفظه « Cell الحجيرة أو الخلية » لوصف بنية الفلين التي رآه في مجهره والتي شبهها بقرص الشهد .

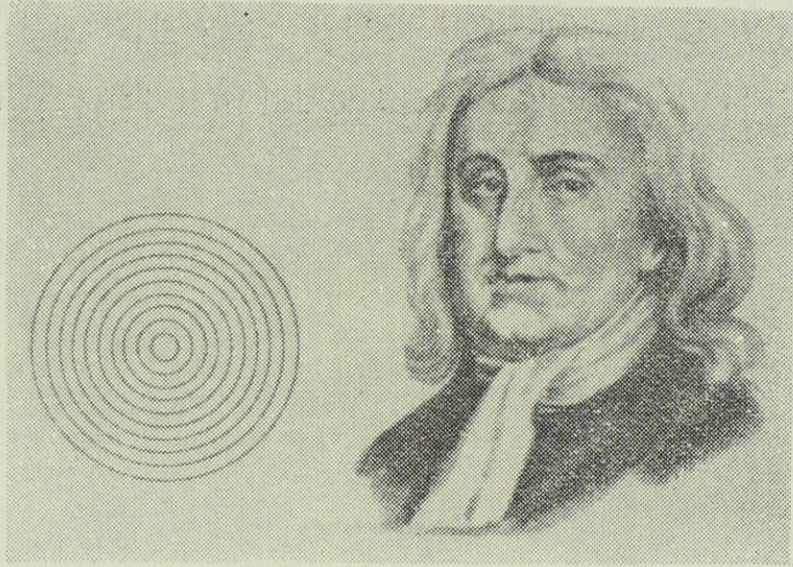
وكان مولعاً ، شأن الكثيرين من علماء زمانه ، بالخدمة الاجتماعية وركز اهتمامه في الدراسات التي من شأنها أن تؤدي إلى تحسين أحوال الناس . ودرس مشاكل عمال المناجم والعمال الزراعيين من وجهة نظر علمية .

كان روبرت هوك عبقرية علمية عجيبة - قام باكتشافات عظيمة كإكتشافات نيوتن ولوفن هوك وهيغنز ، لكنه يُذكر الآن بالدرجة الأولى بسبب قانونه المتعلق بالنابض (الزنبرك): (المطّ يتناسب مع قوة الشد) - $UT Tensio, Sic Vis$.



السيراسحق نيوتن

SIR ISAAC NEWTON



ولد اسحق نيوتن في منزل يقع في مزرعة في قرية صغيرة بانكلترا يوم عيد الميلاد عام ١٦٤٢ ، فكان هدية عيد الميلاد إلى العالم . ولا بد أنه قد بدا هدية صغيرة حقاً فقالت أمه إنه كان صغيراً جداً لدى ولادته حتى كان بالامكان وضعه في ابريق حجمه ربع غالون . لكن هذا الطفل المصغر ، الذي ولد قبل أن يكتمل لأم أرمل ولم يكن ينتظر له أن يسلم ، نشأ حتى صار أحد أعظم علماء العالم .

وكانت منجزات نيوتن في الرياضيات والميكانيكا ، والثقالة ، والبصريات ، شاملة

وأساسية إلى درجة إن كل واحد منها يكفي لكي يسبغ عليه الشهرة دون حاجة إلى أن ينجز أي شيء آخر .

كان اسحق في حوالي الثانية من عمره حين تزوجت أمه زوجها الثاني ، فأرسل إلى جدته ليعيش معها . وليس في سجلات طفولته ما كان يشير إلى أنه سيغدو ذا عبقرية خارقة نادرة . كان يبدى كثيراً من الولع والاهتمام بعمل الأشياء بيديه : صنع نموذجاً لطاحونة هواء (وقد اشتغلت فعلاً) ، وصنع ساعات مائة ، وصنع مزولة (أي ساعة شمسية) حجرية ، هي الآن في حوزة الجمعية الملكية في لندن . وكان مولعاً بالقراءة وبنسخ الرسوم ، وكان يجمع الزهور والأعشاب .

ولما بلغ اسحق الرابعة عشرة من عمره أعيد إلى أمه ، بعد موت زوجها الثاني ، لكي يعيش معها ويساعدها في إدارة المزرعة . لكن نيوتن الفتي أثبت أنه لا يصلح للزراعة إطلاقاً . فكان ، بدل الانصراف إلى واجباته ، يقرأ أو ينصرف إلى أحلام اليقظة أو يصنع نماذج خشبية . فوافقت أمه في آخر الأمر على تهيبته لدخول الكلية . حتى إذا بلغ الثامنة عشرة ذهب إلى جامعة كمبردج وانتسب فيها إلى كلية الثالوث الذائعة الصيت .

أمضى نيوتن أربع سنوات في كمبردج ونال درجة البكالوريوس في الآداب عام ١٦٦٥ . وفي كمبردج تصادق مع اسحق بارو ، استأذه في الرياضيات ، الذي أدرك أن نيوتن ليس من الأشخاص العاديين ، وشجعه على تنمية قابلياته الرياضية .

وكانت انكلترا تعاني من وباء الطاعون الدبلي الذي اهلك عشر سكانها تقريباً ، فأغلقت كمبردج أبوابها ، وانصرف الطلاب إلى بيوتهم ؛ فعاد نيوتن إلى بيت المزرعة الذي ولد فيه ، وقضى فيه معظم وقته إلى أن افتتحت الجامعة أبوابها ثانية بعد حوالي سنة ونصف .

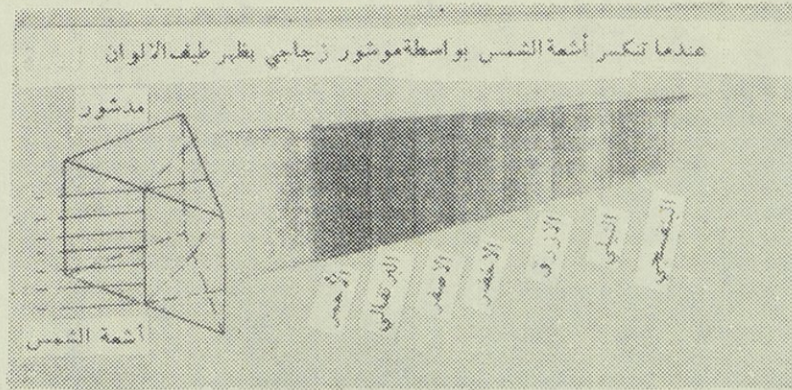
ولعل أخصب الشهور في تاريخ العلم تلك الشهور الثانية عشرة التي أمضاها نيوتن في مزرعة أمه . ففيها ابتكر القوانين الأساسية للميكانيك وطبقها على الأجرام السماوية ، واكتشف القانون الأساسي للجاذبية ، وابتدع طرق الحساب التكاملي والتفاضلي ، ووضع الأساس لاكتشافاته العظيمة في البصريات وبقي عليه أن يقضي بقية حياته العلمية شارحاً وموسعاً ومطبقاً هذه الاكتشافات ، أما الابداع فقد تم في تلك الشهور الثانية عشرة بين الثالثة والعشرين والرابعة والعشرين من عمره .

لم يعلن نيوتن على الملأ نبأ اكتشافاته العجيبة ، فأغرقه هذا التكم في الخوصومة والجدل طوال حياته .

عاد نيوتن إلى وظيفة صغيرة للتدريس في كمبردج حين افتتحت أبوابها ثانية عام ١٦٦٧ . وتقدم في هذه الوظيفة تقدماً سريعاً حتى صار ، حين بلغ السادسة والعشرين أستاذاً للرياضيات خلفاً لاسحق بارو أستاذه وكفيله .

وكان نيوتن يجري تجارب كثيرة على دراسة الضوء . فأزعه ان مرقبه ، كغيره من المراقب ، يعطي صوراً تغشاها الألوان من اطرافها فتجعلها غير واضحة . ولكي يحل هذا الأشكال درس الضوء دراسة مفصلة واستخدم هذه الغاية موشوراً زجاجياً ثلاثياً . وكانت التجربة الأساسية تنص على اسقاط حزمة من أشعة الشمس على الموشور . وقد أجرى هذه التجربة في غرفة مظلمة أدخل إليها الضوء من ثقب مصراع النافذة . ولاحظ ان الضوء الأبيض ينتشر على شكل شريط قوس قزح ، واطلق عليه اسم الطيف Spectrum وظهرت الألوان حسب الترتيب الآتي : الأحمر البرتقالي ، الأصفر ، الأخضر ، الأزرق ، النيلي ، البنفسجي .

ثم غطى كل الألوان ما عدا واحداً ، البنفسجي مثلاً ، وسمح للأشعة البنفسجية ان تمر عبر موشور آخر فلاحظ أن البنفسجي قد انكسر لكن لم يبدل

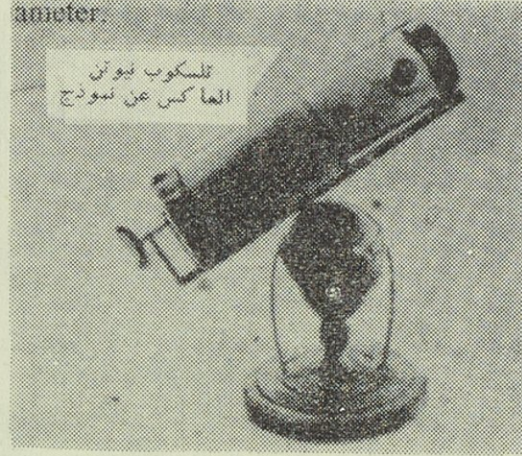


لونه ، أي ان الشعاع البنفسجي ظل بنفسجياً . وكرر هذه التجربة مع كل لون من الألوان الأخرى . ورأى ان الألوان لا تتحلل إلى ألوان أخرى كما جرى للضوء الأبيض . ولكنه لاحظ ان كل لون قد انثنى انثناء مختلفاً حين مر بالمنشور الثاني . وانتهى نيوتن إلى نتيجة بسيطة لكنها مذهلة : ان ضوء الشمس الأبيض هو في الحقيقة مزيج من كل ألوان الطيف ! وزجاج المنشور يكسر كل لون كسراً مختلفاً مما يؤدي إلى فصل الألوان بعضها عن بعض .

أدرك نيوتن من هذه التجارب أن ليس من الممكن صنع عدسة من دون اهداب ملونة ، فتوقف عن استعمال العدسات وابتكر مرقباً عاكساً ، فيه مرآة معدنية على شكل طاس تجمع الضوء الآتي من النجوم . وبما أن الضوء لا يمر عبر الزجاج في هذا النوع من المرقب فان الضوء لا ينكسر فيه بدرجات مختلفة ومن ثم لا تظهر فيه اهداب ملونة . ومن الممتع أن نذكر أن العدسات الخالية من الاهداب الملونة لم يتم انتاجها الا بعد ذلك بمائة سنة . وقد صنعت هذه العدسات اللالونية (Acromatic) بدمج أنواع مختلفة من الزجاج الضوئي .

أتم نيوتن بنفسه صنع مرقبه الذي بلغ قطر المرآة فيه بوصة واحدة ، بينما

قطر المرآة العاكسة التي توجد في مرصد معهد التكنولوجيا فوق جبل بالومار يبلغ حوالي ١٧ قدماً .



استقبل عمل نيوتن في البصريات ، وهو موضوع أولى رسائله العلمية المنشورة ، بقدر كبير من الانتقاد والترحيب معاً . واضطر إلى الدفاع عن نظرياته في وجه أقدر علماء ذلك العصر : كريستيان هيغنز وروبرت هوك وغيرهما . وأتاحت له هذه الخصومة الفرصة لصوغ حجر الزاوية في الطريقة العلمية : « ان افضل واسلم طريقة للقيام بالعمل العلمي فيما يبدو هي : أولاً ، البحث المتواصل لمعرفة خصائص الأشياء ، ثانياً ، التثبت من هذه الخصائص بواسطة التجربة ، ثالثاً ، التقدم ببطء نحو وضع النظريات لتعليل هذه الخصائص . »

أصبح نيوتن ، وهو في مطلع العقد الثالث من عمره ، مشهوراً في دنيا العلم بأنه عالم تجريبي ونظري لامع . وكان قد مل من واجب الرد على الناقدين فقرر ألا ينشر أيّاً من اكتشافاته الأخرى . لكنه واصل العمل في نظرياته واستطاع أن يجد الوقت ليعمل في البرلمان ممثلاً للجامعة .

وفي عام ١٦٨٤ زاره إدموند هالي الفلكي المشهور ليتباحث معه في نظريات كبلر المتصلة بمحركات الكواكب . وظهر لهالي من هذه المناقشات أن نيوتن قد

صاغ بصورة مفصلة قانوناً من أعظم القوانين الأساسية ، أعني قانون الجاذبية العام ، فأقنعه بضرورة نشر مكتشفاته . وتعهد ، لكي يعفي نيوتن من كل صعوبة ممكنة ، أن يأخذ على عاتقه الاهتمام بالتفاصيل وأن يدفع نفقات الطباعة بالرغم من أنه لم يكن ثرياً .

وأسفر ذلك عن كتاب عنوانه : Philosophical Naturalis Principia Mathematica ويقع في ثلاثة أجزاء سماها « كتباً » وقد كُتِبَ كله باللاتينية ، اللغة العلمية في ذلك الزمان . والترجمة التقريبية لعنوان الكتاب هي « المبادئ الرياضية للعلم » . وقد أثبت كتاب « المبادئ » الذي يؤلف مرحلة فاصلة في تاريخ العلم ، أن كل الحركات ، سواء على الأرض أم في السماوات ، تتم وفق نفس القوانين .

لخص نيوتن في كتابه « المبادئ » قوانينه في موضوع الحركة . والقانون الأول منها يقول : الجسم الساكن يظل ساكناً ما لم يُضطر إلى تبديل وضعه ، والجسم المتحرك يحافظ على حركته بالسرعة ذاتها ما لم يضطر إلى تبديل حركته . فقد أدرك نيوتن أنه ، من أجل تحريك أحد الأشياء ، سواء أكان تقاحة تسقط من شجرة أم المدّ والجزر في المحيطات ، لا بد من وجود قوة . تأمل في الذي يحدث حين تقف ، فجأةً ، السيارة التي نركب فيها . إننا نواصل الحركة إلى أمام ، ونظل هكذا نتحرك حتى نضطر إلى التوقف ، ربما من جراء الاصطدام بالمقعد الذي أمامنا . انتبه الناس إلى هذه الأفكار قبل نيوتن ، لكن نيوتن علّمها تعليلاً رياضياً .

ويبين القانون الثاني للحركة أن مقدار القوة يمكن قياسه بسرعة الحركة . وسرعة تبديل الحركة تسمى التسارع ، وهو يرمز إلى سرعة ازدياد السرعة أو انخفاضها . مثلاً ، لكي ننقل السيارة خلال خمس ثوان من حالة الوقوف إلى حالة الجري بسرعة ٢٥ ميلاً في الساعة نحتاج إلى قوة أعظم من القوة التي نحتاجها لو أردنا

أن ننقل السيارة ذاتها في خمس ثوان من حالة الوقوف إلى حالة الجري بسرعة ١٥ ميلاً في الساعة .

ونعلم من القانون الثاني أيضاً أنه ، لكي نوقف في عشر ثوان سيارة تجري بسرعة ٦٠ ميلاً في الساعة ، نحتاج إلى ذات القوة اللازمة لكي نوقف في خمس ثوان السيارة التي تجري بسرعة ٣٠ ميلاً في الساعة .

أما القانون الثالث للحركة فينص على أن : الفعل يؤدي إلى رد فعل يساويه ويعاكسه . ولهذا القانون تطبيقات كثيرة أجدها بالمشاهدة طيران الصاروخ الذي ينطلق إلى الأمام كلما تحركت الغازات الحارة إلى الخلف . وإذا تأملت أيضاً رشاشة الحديقة تجد أنه حين يخرج الماء من الخرطوم يدور الخرطوم عائداً إلى الوراء .

وكان أبرز هذه القوانين قانون الجاذبية العام الذي قرّر فيه نيوتن وأثبت أن كل جزء صغير من المادة يجذب إليه كل جزء آخر منها . فليست الأرض وحدها هي التي تجذب إليها التفاحة من الشجرة بل تجذب التفاحة الأرض إليها أيضاً . وينطبق هذا القانون على جميع السيارات : فالشمس تجذب الأرض والأرض تجذب القمر والقمر يجذب الأرض . وبين نيوتن ان القوة الموجودة بين الأجسام تنوقف على كتلة الاجسام وعلى مدى قرب بعضها من بعض . كما بين كيفية حساب هذه القوى .

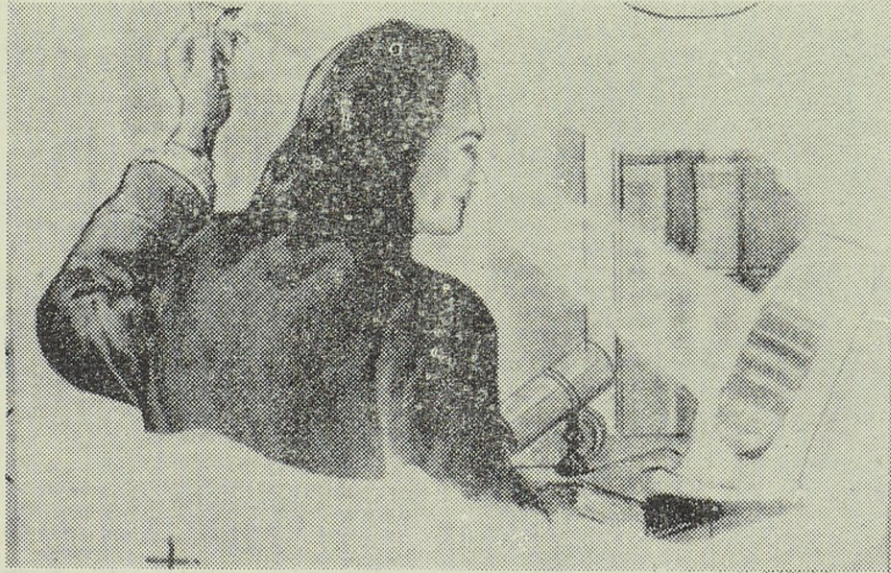
ويشرح الجزء الثاني من « المبادئ » أفكار الجزء الأول ، لكنه يتضمن فكرة عن المقاومة التي تلقاها الحركة . فيتكلم نيوتن ، مثلاً ، عن شكل السفينة الجدير بأن يلقي مقاومة أقل . وفي هذا الكتاب يعالج نيوتن أيضاً بطريقة رياضية الحركة الموجية ، التي ثبت أنها جوهرية في الفيزياء الحديثة .

ولا جدال في أن الكتاب الثالث يمثل ظفراً بارزاً للذكاء البشري . فقد تناول نيوتن فيه مبادئ الحركة والجاذبية كما استنتجها من مشاهدة الأشياء الملتصقة بالأرض ثم عممها على حركات الأرض وحركات السيارات التي تدور حول الشمس .

وحسب كتلة الشمس وكتله الأرض ، ثم بين بطريقة رياضية لماذا تكون الأرض مسطحة عند القطبين ومفلطحة عند خط الاستواء . واكتشف أهم الانحناءات الكائنة في مدار القمر حول الأرض موضحاً بدقة كيف تنشأ بتأثير من جذب كتلة الشمس . وشرح نيوتن جذب كل من القمر والشمس للمياه فوق سطح الأرض وانتهى إلى نظرية رياضية في المدّ والجزر .

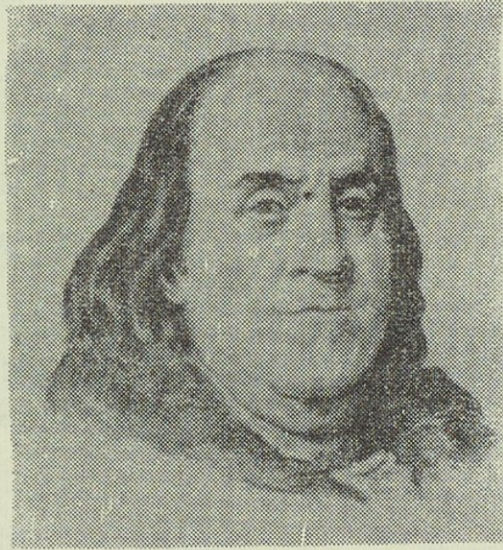
بالرغم من أن نيوتن قد حسب قوة الجذب الكائنة بين الكتل فإنه أحجم عن الدخول في أي مناقشة تتعلق بسبب قوة الجاذبية قائلاً : يكفي أن توجد الجاذبية حقاً وأن تعمل وفق القوانين التي شرحناها وأن تعلل كل التعليل جميع حركات الأجزاء السماوية وحركات البحر .

اشتهر نيوتن كعالم بفعل كتابه « المبادئ » . وقد كتب رسائل أخرى - أكثرها في موضوع البصريات - ونشر اختراعه للحساب التفاضلي والتكاملي . وعيّن عام ١٦٩٩ مديراً لإدارة سك النقود ، فأسهّم في تحسين صناعة النقود تحسناً أدى إلى جعلها مقاومة للعطب . وانتخب عام ١٧٠٣ رئيساً للجمعية الملكية وظل في هذا المنصب حتى وفاته . ومنحته الملكة آن رتبة فارس عام ١٧٠٥ . توفي السر اسحق نيوتن عام ٧٢٧ في الخامسة والثلاثين من عمره فدفن في كنيسة ويستمنستر . وقد اعترف ، شأن العالم البارز في كل العصور ، بأنه كان مديناً لأولئك الذين سبقوه إذ قال : « إذا كنت قد نظرت إلى أبعد فلأنني وقفت على أكتاف العمالقة » .



بنيامين فرنكلن

BENJAMIN FRANKLIN



قال بنيامين فرانكلن لزوجته : « دبي ! أتمنى لو أن الله رأى من المناسب أن يجعل كل يوم أطول مرتين مما هو عليه الآن . إذن لربما استطعت أن أنجز شيئاً حقاً . »

أن ينجز شيئاً حقاً ؟ إن بنيامين فرنكلن قد أدى خدمات جلي للحياة القومية الدولية في حقول كثيرة : في العلم ، والاختراع ، والتربية ، والادب ، والنشر ، والخدمة الاجتماعية ، والدبلوماسية الدولية . ويصعب التكهن بما كان من الممكن أن يزيد إلى ما أنجز من الأعمال لو أن اليوم كان أطول مرتين ، بل ثلاث مرات مما هو عليه الآن .

ولد بن فرانكلن في بوسطن ، بمستعمرة ماساشوسيت في ١٧ كانون الثاني
١٧٠٦ . وكان له أربعة عشر أخا وأختاً أكبر منه . وكان مجموع أطفال الأسرة
١٧ طفلاً . وكان أبوه يعمل في صناعة الشموع التي كانت حرفة هامة ولو لم تدر
ربحاً كبيراً .

علم بن نفسه القراءة وأرسل إلى المدرسة حين بلغ الثامنة من العمر . وبعد
سنتين توقفت حياته الدراسية لأن المدارس في تلك الايام لم تكن مجانية ، وتعذر
على والده دفع أجور الدراسة ، فوضعه ، بعد تردد ، في حانوته ليعمل في صناعة
الشموع . لكن بن ما كان ليستقر . وكان ينظر إلى ميناء بوسطن ويتحدث عن
رغبته في الخروج للعمل في البحر ، الأمر الذي أزعج فرانكلن الأب فاقنع ابنه
الآخر جيمس أن يعلم بن الطباعة . وكان جيمس الأخ يصدر صحيفة اسبوعية تدعى
(أخبار نيوانكلاند) .

فسرّ طفل الثانية عشر بهذا العمل فترة من الوقت تعلم خلالها ترتيب الحروف
وتشغيل آلات الطباعة .

كان فرانكلن يرغب في تثقيف نفسه فطفق يقرأ كل ما يقع بين يديه من الكتب .
وما أكثر ما اشترى كتباً بمخصصات طعامه . هذا الصبي الممتاز علم نفسه الحساب ،
والجبر ، والملاحاة والقواعد ، والمنطق . كما تعلم كيف يكتب بأسلوب جيد
حتى صفت (مذكرات حياته) ، عند نشرها بعد مماته ، بين كتب الادب
الامريكي الكلاسيكية .

وأراد فرانكلن أن يكتب في صحيفة (اخبار نيو انكلند) فلم يأبه اخوه جيمس
لرغبته ولم ينظر اليها بعين الجد ، مما جعل بن يقدم مقالاته تحت اسم مستعار (السيدة
سيلانس دوغوود) . ولما اكتشف جيمس الكاتب الحقيقي ثار غضبه ونقص على بن
حياته فقرر أن يستقل عن أسرته وأن يشق طريقه بنفسه ، ورحل وهو في الثامنة عشرة
من عمره إلى فيلادلفيا .

وفي فيلادلفيا لم يلبث أن ذاعت شهرته كعامل ماهر في الطباعة وتهاافت أصحاب المطابع على استخدامه . لكنه كان يطمح إلى تأسيس مطبعة خاصة به . ولكن آلات الطباعة لم تكن في ذلك الزمن تصنع في المستعمرات بل كان يجب استيرادها من انكلترا ، فأبحر فرانكلن إلى انكلترا لابتياح آلات الطباعة بعد أن وعده السر وليام كيث حاكم مستعمرة بنسلفانيا بأن يمهده بالمال اللازم .

لكن المال الموعود لم يصل إلى فرانكلن مما اضطره إلى قضاء سنة ونصف في العمل من أجل توفير الأموال اللازمة للقيام بمغامرته التجارية . وفي هذه الأثناء انقطعت أخباره عن حبيبته (ديبورا ريد) ، التي بقيت في فيلادلفيا ، فتزوجت رجلاً آخر غيره . لكنها عادت بعد بضع سنين وبعدها اختفى زوجها الاول ، فتزوجت بنيامين وانجبت له ثلاثة أطفال .

وعلى إثر عودته إلى فيلادلفيا اصدر صحيفة (بنسلفانيا غازيت) واخذ في الوقت ذاته يصدر تقويماً سنوياً اسمه (تقويم ريشار المسكين) . وكان هذا والتقويم يقدم المعلومات عن طلوع الشمس وحالات القمر ، وتنبؤات الطقس لمدة طويلة ، وأعياد الكنيسة . وكان يحوي ، بالإضافة إلى ذلك ، كثيراً من الأقوال البليغة السديدة في موضوعات مختلفة : كالاستقامة والاجتهاد ، والاقتصاد ، وحب الوطن . واليك بعض ما وصلنا منها :

- يكون الله في عون المرء ما كان في عون نفسه .
- النوم المبكر والنهوض المبكر يجعلان الانسان معافى وثرياً وحكيماً .
- لا تؤجل إلى الغد ما تستطيع أن تعمله اليوم .

وكان بنيامين حين بلغ الثانية والاربعين قد جمع مبلغاً من المال كافياً لكي يهجر التجارة وينصرف إلى الخدمة العامة والحياة العلمية اللتين بدأهما منذ أن كان يعمل في الطباعة .

فقد أسس ، وهو في الحادية والعشرين ، جمعية للمناقشة من شببة فيلادلفيا العاملين في الميكانيك والحرف . وقد نمت هذه الجمعية حتى ضمت أناسا من غير فيلادلفيا وتحولت إلى (الجمعية الفلسفية الأمريكية) التي كانت تضم أرقى العقول في المستعمرات ، وأسست لجانا للمراسلات السرية التي وضعت الأساس لتصريح الاستقلال المثير وللثورة الأمريكية . ولا تزال عمارة الجمعية الفلسفية الأمريكية قائمة إلى الآن في فيلادلفيا .

عين بنيامين فرنكلين مديراً عاماً لبريد المستعمرات عام ١٧٥٣ ، فسخر في عمله الجديد كل طاقاته وقابلياته وحسن كثيراً الخدمات البريدية بين مختلف المستعمرات وجعل الخدمة البريدية مأجورة . وفي عام ١٨٤٧ ، حين طبعت الولايات المتحدة اولى طوابعها البريدية ، ظهرت على الطوابع صورة بنيامين فرنكلين تقديراً لخدماته التي قدمها لنظام البريد الامريكى .

كما أسس ، وهو في الخامسة والعشرين من عمره ، أول مكتبة متجولة في أمريكا ، ذاكراً أيامه الاولى التي كان يسير فيها بلا طعام للحصول على الكتب . وأسس دائرة الاطفائية في فيلادلفيا ؛ ولكي يخفف من شقاء سيئي الحظ الذين تحترق دورهم ساعد في تأسيس أول شركة أمريكية للتأمين ضد الحريق . كما أسهم في تأسيس الجمع العلمي في بنسلفانيا . وتعتبر فيلادلفيا مدينة بالكثير من شهرتها ، بوصفها طليعة مدن المستعمرات ، لتأثير هذا الرجل العظيم . وهو رجل عظيم حقاً في ميدان العلوم .

بدأ فرنكلين نشاطه العلمي حين كان في حوالي الثامنة والثلاثين من عمره بعد أن أمضى حياة ناجحة في الأعمال والخدمة العامة . وكان أهم أعماله العلمية في ميدان الكهرباء الساكنة ، أي دراسة الكهرباء في حالة السكون .

إن الجميع سمعوا كيف طير طيارة من الورق في زوبعة كهربائية وأثبت أن البرق كهرباء . وهذه القصة أكثر قصص الأساطير الأمريكية انتشاراً لكنها ، خلافاً للكثير من القصص التي انحدرت إلينا ، قصة حقيقية . وقد نشر هذه

التجربة في (المجلة العلمية) التي كانت تصدر في تلك الايام . وأعاد التجربة
كثير من العلماء في كل أنحاء العالم .



(تجربة فرنكلن على البرق)

ان نظرية فرنكلن في الكهرباء الساكنة بسيطة في أساسها وعاشت معنا الى
الآن . فقد قال إن جميع الأجسام مؤلفة من « مادة مشتركة » ومن « مادة
كهربائية » أو « سائل كهربائي » . وكل مادة في حالتها العادية ، تحوي قدرأ
معيناً من السائل الكهربائي . وقال فرنكلن إن الجسم قد يفقد أو يكسب
بعض السائل الكهربائي . فاذا فقد الجسم أو كسب « سائلا كهربائياً » أصبح
مشحوناً « مكهرباً » وحينما يكسب « سائلا كهربائياً » يصير ذا شحنة موجبة ،
أما اذا فقد « سائلا كهربائياً » فانه يصير ذا شحنة سالبة .

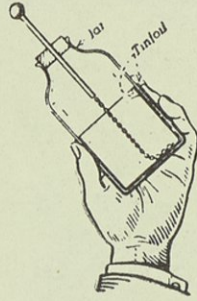
ونحن نفضل في أيامنا هذه أن نقول إن كافة الاجسام مؤلفة من بروتونات
ومن الكترولونات وأن عدد الالكترولونات يكون في الجسم غير المشحون مساوياً

لعدد البروتونات ولكن هذه الفكرة هي ذاتها نظرية فرنكلن .
أجرى فرنكلن تجارب لتأييد نظريته : حين ندلك قطعة من الزجاج بقطعة
من قماش الحرير يصبح للزجاج شحنة موجبة وللحرير شحنة سالبة . وقد فكر
كثير من العلماء أن الاحتكاك أو الدلك هو الذي كان يولد الشحنة الكهربائية ؛
فأصر فرنكلن ، بحق ، على أن الكهرباء لم تولد لكن السائل الكهربائي هو
الذي انتقل من الحرير إلى الزجاج .

وقد قام فرنكلن بتجارب مثيرة على نظرية السائل الكهربائي هذه . فوضع
شخصين على كرسيين معزولين عن الأرض بواسطة عازل زجاجي . وكان أحدهما
ذا شحنة موجبة ، أي فيه فضل من « السائل الكهربائي » أما الآخر فكان
ذا شحنة سالبة ، أي فيه نقص في « السائل الكهربائي » . وحين لمس الشخصان
أحدهما الآخر خسر كلاهما شحنته وأصيب بصدمة . لأن فضل « السائل
الكهربائي » لدى أحدهما أكمل النقص في الآخر . ولو أن شخصاً غير مشحون بشحنة
كهربائية لمس الشخص المشحون بشحنة موجبة أو لآخر ذا الشحنة السالبة لحصل له
هو أيضاً شرارة أو صدمة . لأنه يملك من « السائل الكهربائي » أكثر من الرجل
ذي الشحنة السالبة وأقل من الرجل ذي الشحنة الموجبة .

وقادت فرنكلين دراسته للكهرباء إلى اختراع مانعة الصواعق . وذلك حين
اكتشف أن الرأس الحاد الموضوع بالقرب من جسم مشحون بالكهرباء يسحب
شحنة الجسم ، وكان يعلم أن الغيوم مشحونة بالكهرباء ، فاقترح أن يوضع قضيب
حديد مدبب الرأس على أعلى نقطة في البناية وأن يُربط ويوصل السلك بالأرض .
هذه الوسيلة تحمي البناية من الصاعقة بافراغها شحنة الغيمة ببطء بدلاً من إفراغها
بعنف . وقادته تجاربه إلى التفكير بأن الغيوم تكون مشحونة إما بشحنة سالبة
أو بشحنة موجبة . وأن تفريغ البرق ، من ثم ، يرتفع من الأرض إلى الغيمة
بمقدار ما ينزل من الغيمة إلى الأرض . وهذا الرأي يتفق والبحث الحديث في البرق .

درس فرنكلن زجاجة لايدن التي كان الجميع يستعملونها لجمع الشحنة الكهربائية . ولم تكن سوى قارورة من الزجاج مغلقة من الخارج بالمعدن ومملوءة من الداخل بالماء . فأذهل دنيا العلم حينما حلل الطريقة التي تعمل بها هذه القارورة . أفرغ زجاجة لايدن المشحونة من مائها ثم صب مكانه ماء عذباً في الزجاجة . فظهر له أن زجاجة لايدن بقيت مشحونة . وبذلك أثبت أن الشحنة كانت في الزجاج وليس في الماء كما كان يظن . وبنتيجة هذه التجارب اختراع المكثفة المستوية المستخدمة في جهاز التلفزيون والراديو في الوقت الحاضر .



(زجاجة لايدن . هذا الشكل الاول
للمكثفة استعمل من قبل فرنكلن
في تجاربه على الكهرباء)

ويجوي كتاب فرنكلن العلمي (تجارب ومشاهدات على الكهرباء جرت في فيلادلفيا بأمريكا) مبادئ الكهرباء التي اكتشفها واستنتجها . وقد نشر هذا الكتاب العظيم في كل انحاء العالم وترجم إلى الألمانية والفرنسية والإيطالية . وقارن العلماء البارزون في العالم كتابه هذا بكتاب « المبادئ » للسر اسحق نيوتن . فقالت إحدى الصحف : « إن تجارب الدكتور فرنكلن وملاحظاته هي مبادئ Principia الكهرباء ، وتؤلف الأساس أيضاً لنظام بسيط وعميق » . ونال فرنكلن كل ما تمنحه الأوساط العالمية من تكريم . فانتخب عضواً في الجمعية الملكية في لندن ، وفي الجمع العلمي الملكي للعلوم في باريس . وكانت النظرية

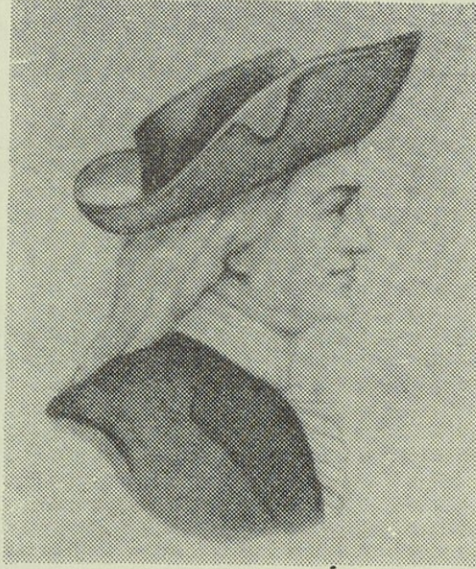
التي قدمها للعلم هي نظرية « السائل الواحد » في الكهرباء . ونحن نقول في الوقت الحاضر ان التيار الكهربائي هو سيل من الالكترونات - وهذه أيضاً نظرية « سائل » واحد .

وكان فرنكلن ، رغم جميع بجهته ومؤلفاته العلمية ، يجد من الوقت مايبقيه نشيطاً وفعالاً في ميدان الشؤون العامة . وكانت الثورة الأمريكية في تقدم مستمر فألف المؤتمر القاري لجنة من توماس جفرسون ، وجون آدمز ، وبنيامين فرنكلن ، عهد اليها بوضع مسودة تصريح الاستقلال . يعتبر فرنكلن ، وهو العملاق المعترف به في تاريخ امريكا السياسي والاجتماعي ، أحد عمالقة العلم بسبب تطويره لعلم الكهرباء النظري .



هنري كافنديش

HENRY CAVENDISH



كان هنري كافنديش أغنى شخص في انكلترا في زمانه ، خلف أملاكاً يربو ثمنها على مليون جنيه ، لكنه كان في حياته يرتدي ثياباً بالية رثة . كان شاذاً غير أنه كان أحد علماء العالم العظماء جداً .

ولد كافنديش في نيس بفرنسا في تشرين أول ١٧٣١ فكان أول ابني اللورد شارل واللاذي آن كافنديش من انكلترا . وكان من أجداده ، لو أراد أن يكلف نفسه مشقة التفكير في مثل هذه الأمور ، أسلاف تألفت منهم الطبقة النبيلة في انكلترا في القرن الرابع عشر . نذكر منهم واحداً كان وزير العدل ، وآخر توماس كافنديش ، كان ثاني رجل انكليزي أبحر حول العالم . أما أبوه

اللورد شارل ، فكان عالماً مشهوراً ، نال وسام كربلي من الجمعية الملكية في لندن من أجل اختراعه جهاز الحرارة القصوى والدنيا .

ماتت أمه ، لسوء الحظ ، حين ولد أخوه . لكنه تربى التربية التقليدية لابناء النبلاء . فلما بلغ الحادية عشرة من العمر أرسل إلى مدرسة داخلية في (ها كني) بانكلترا . ولما بلغ الثامنة عشرة دخل كمبرج وتابع دراسته فيها خلال اربع سنوات . ولم يرغب في قضاء أي وقت في دراسة مادة الديانة التي كانت تطلب من جميع المرشحين لنيل الشهادة فترك الجامعة من دون الحصول على درجة جامعية .

وذهب هو وأخوه فريدريك إلى لندن ومنها إلى باريس لدراسة الرياضيات والفيزياء . وكان ، وهو تلميذ ، لا يحصل على منحصات معتدلة من أبيه . لكنه حين بلغ الأربعين من العمر وورث ثروة طائلة فلم يكن تأمين نفقات المعيشة ليشغل باله في أي مرحلة من حياته .

لم يكن هنري كافنديش على ثرائه وثقافته يصلح للزواج لأنه إذا كان لا يرتاح الا لعشرة الرجال ، فقد كان يصاب بالذعر في حضرة السيدات . وحتى النساء اللواتي كن يقمن بتدبير منزله كان يطلب منهن أن يبقين بعيدات عن عينيه . وكان يتصل بهن عن طريق أوامر مكتوبة ، ويطردهن إذا التقى بها في ذات الغرفة التي يكون فيها .

ولم يكن لديه إطلاقاً أي رصيد للحديث القصير . وكان غير قادر على الدخول في أي نوع من المحادثة الاجتماعية لا يتصل بالعلم . وبلغ به الأمر أنه لم يكن يريد بحث أموره المالية مع المصارف التي تتعامل معه . فكان إذا سأله أن يرشدهم في توظيف ثروته الطائلة جداً يطلب منهم ألا يزعموه وأن يوظفوا الأموال بالأسلوب الذي يروونه مناسباً . لم يكن كافنديش يضيع الكلمات ، لم يكن ، في الحقيقة ، يستعمل الكلمات إلا نادراً .

وكانت نقطة اتصاله الوحيدة تقريباً بالعالم من خلال الجمعية الملكية في لندن التي انتخب زميلاً فيها عام ١٧٦٠ حين بلغ التاسعة والعشرين . وكان يتناول وجباته بانتظام في النادي الذي أسسه زملاءه .

وكانت النار هي المشكلة الكبيرة التي يواجهها العلم في تلك الأيام . ما النار ؟ وكان يوهان بيشير وتلميذه جورج ارنست ستال ، العالمان والمخترعان الالمانيان ، قد عرضا نظرية في الاحتراق بدت صحيحة ، وكانت رغم عيوبها مقبولة بصورة عامة لدى طائفة العلماء . وحتى بريستلي ، مكتشف الاوكسجين ، قبل نظرية بيشير الخاطئة في الاحتراق ، أعني نظرية « الفلوجستون » التي تقول : « إن كل المواد القابلة للاحتراق تحوي رماداً (يدعى كولكس) ومادة قابلة للاحتراق تدعى فلوجستون . فاذا احترقت المادة يتحرر الفلوجيستون . وسين ينهي الفلوجيستون يتوقف الاحتراق .

ولم يكن أحد قد فصل أو عزل الفلوجيستون . فعزم كافنديش على القيام بمحاولة في هذا السبيل . وقضى وقتاً يبحث في المكتبة ، حتى اهتدى إلى أن تيوفراستوس باراسيلسوس وجان فان هلمونت وجدا « هواء قابلاً للاحتراق » وذلك حين وضعوا بعض الحديد في حمض الكبريت وجمعوا فقاعات « الهواء » التي انطلقت ولاحظوا أن « الهواء » يحترق . لكنها لم يقوما بأي دراسة أخرى لهذا « الهواء القابل للاشتعال » المعتبر . وفكر كافنديش لعل هذا « الهواء » هو الفلوجيستون الذي يبحث عنه العلم !

ذهب كافنديش إلى مخبره الخاص الذي كان قد ابتناه في منزل الاسرة وأجرى تجارب حول مكتشفات باراسيلسوس وتوسع فيها . فأخذ قطعاً من الحديد والتوتياء والقصدير وحمض الكبريت ، وحمض كلور الماء ، واستحصل « هواء » ثم أخذ وعاء يحوي حامض الكبريت واسقط فيه قطعاً من الحديد . فتشكلت فقاعات على الحديد ثم طفت فوق سطح الحامض . وجمع هذه الفقاعات في مثانة حيوانية تشبه البالون الذي يلعب به الأطفال . فملاً ست مثانات « هواء » ،

كل واحدة من مصدر مختلف . ملأ واحدة من الحديد وحامض الكبريت ، وثانية من الزنك وحامض الكبريت ، وثالثة من القصدير وحامض الكبريت . ورابعة وخامسة وسادسة ملئت « هواء » من الحديد ، والتوتيا ، والقصدير ، بالتعاقب ، مع حامض كلور الماء .

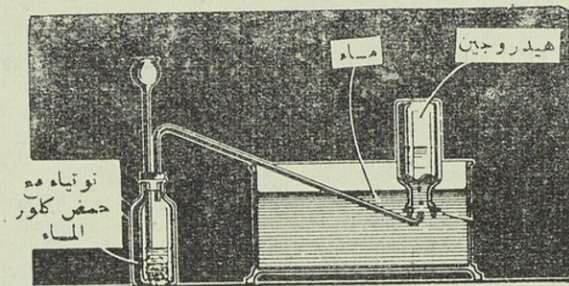
هل كان هذا فلوجستونا حقاً ؟ أشعل كافنديش عينة من كل واحد من هذه « الهوائيات » . فاحترقت كل عينة بالشعلة الزرقاء الجميلة الباهتة ذاتها . وليكي يستوثق من الأمر ، وزن كل واحد من هذه « الهوائيات » فوجد أن لها كلها وزناً واحداً . كانت خفيفة جداً لكن كانت ذات وزن واحد . وتبين من تجربة أخرى أن مقدار « الهواء » القابل للاحتراق الناتج يتوقف على مقدار المعدن المستعمل . وتوصل إلى نتيجة خاطئة إذ حكم بأن « الهواء » لم يكن ينتج من الحامض بل من المعدن . وخيل إليه أنه عزل الفلوجستون فنشر مكشفاً أمام علماء الجمعية الملكية في ١٧٦٦ .

قد نتساءل الآن كيف قبل علماء ذلك العصر هذه المادة على أنها « فلوجستون » ، أو كيف قبلوا فكرة الفلوجستون من الأساس . وكان هنري كافنديش بارعاً براعة خارقة في العمل المخبري حتى أنه استطاع أن يزن الهواء القابل للاشتعال الخفيف جداً . وكان يعلم أن رماد المادة بعد أن تحترق يزن أكثر من المادة ذاتها ، ومع ذلك كان يريد أن يقبل القول بأن الفلوجستون يهرب من المادة حين تحترق . لم يكن كافنديش وحده في هذا ، بل كان علماء بارزون آخرون يقبلون بحماسة أن هذا الهواء القابل للاحتراق هو فلوجستون .

بعد حين من الزمن أسهم لافوازيه في تحطيم نظرية الفلوجستون فتعرف على « الهواء » ، الذي اكتشفه كافنديش ، ومماه هيدروجين .

وسواء سميته فلوجستون أم سميته هيدروجين فقد أحدث اكتشافه ضجةً

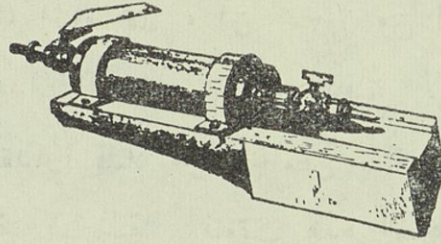
حقيقية وأخذ العلماء وغير العلماء يجربون استحضاره بأنفسهم ، ولا بد أن عددا كبيرا منهم قد آذوا أنفسهم وأفسدوا تجاربهم لأن الهيدروجين المزوج بمقدار معين من الاوكسجين يكون شديد الانفجار . ويحكى أن رجلا فرنسياً جريئاً كان يملأ رتيه بغاز الهيدروجين ثم يشعله أثناء خروجه من فمه .



(تحضير الهيدروجين في المخبر)

وجرى تطير اول بالون مليء ، بالهيدروجين عام ١٧٨٣ . إن الهيدروجين أخف العناصر وزنا ، وقد بين رجل ايطالي كان يعيش في انكلترا عام ١٧٨١ ، ان فقاعة الصابون المملأى بالهيدروجين يمكن ان تعوم في الهواء وترتفع الى أعلى . وكانت البالونات تصنع قبل ذلك من أكياس من القماش مبطنه بالورق وكانت تصعد في الجو إذا ملئت هواء ساخناً . فجاء جاك شارل الفيزيائي الفرنسي المشهور وصنع بالونا ملاءه بالهيدروجين . فطار هذا البالون بنجاح بلا ركاب ، لكن القرويين المذعورين حطموه حين نزل على بعد ١٥ ميلا تقريبا من باريس . وفي عام ١٧٨٥ انفجر بالون مليء بالهيدروجين وقتل من كان فيه . وبعد حوالي ١٥٠ سنة ، في عام ١٩٣٧ ، انفجر في ليكهرست بولاية نيوجرسي البالون (هندنبرغ) الضخم الفخم القابل للتوجيه ، فقتل ركابه الستة والثلاثون . وكان يحوي ٧ ملايين قدماً مكعبة من الهيدروجين . وقد عبّر المحيط الأطلسي مراراً . ومع انفجارات البالونات المليئة بالهيدروجين ، كانت ، هناك الانفجارات التي يجريها العلماء في المخابر ويتحكمون فيها . وأخذت التقارير العلمية ترد إلى الجمعية

الملكية فتحدث عن تجارب احتوق فيها الهيدروجين مشكلاً ندياً ، وذلك حين
 فجر أحد المجرين الانكليز الهيدروجين في وعاء مغلق بوساطة شرارة كهربائية
 ولاحظ تشكل الرطوبة . كما أن أحد المجرين الفرنسيين وضع صحناً من البورسلين
 فوق شعلة من الهيدروجين فشهد أن الصحن أصبح ندياً . ووصف بريسي
 انفجار الهواء والهيدروجين في وعاء زجاجي سميك . وكان مشغولاً جداً في أشياء
 أخرى فحكم بأن هذا لا يمكن أن يحل محل البارود . فهو قد رأى طرفاً من
 حل المسألة ولكنه لم يواصل البحث فيها .



(جهاز (بودوميتر) الذي ابتكره كافنديش لقياس
 وتحليل الغازات . عن رسم قديم)

وكان من نتيجة الانفجارات التي جرت في الأوعية الزجاجية والتقارير التي
 تحدثت عن الرطوبة أنها حركت فكرة في رأس هنري كافنديش فعاد إلى مخبره
 وملاً أنابيبه الزجاجية هواء وهيدروجيناً . وأعاد التجربة مع الأوكسجين ، ومع
 الهيدروجين . ومرر شرارة كهربائية خلال المزيج فتأكد من وجود ضبابية
 داخل الاسطوانة . وتتابع تجاربه ، الواحدة بعد الأخرى - عشر سنوات
 أمضاها في وزن الغازات الداخلة إلى الانبوبة والماء والغازات الخارجة منها وزناً
 دقيقاً . وكان يقيس الأوكسجين النقي والهواء العادي والهيدروجين ويفجرها
 ويسجل النتائج بدقة وعناية .

وفي عام ١٧٨٤ نشر كافنديش أمام الجمعية الملكية بلندن كتابه : (تجارب على الهواء) فكانت نتائج عمله مذهلة . وجد كافنديش أن الماء ينشأ حين يتحد الفلوجستون (وهي تسميته للاوكسجين) . ثم أثبت أن حجمين من الهيدروجين يمتزجان بحجم واحد من الأوكسجين وينتجان ماء .

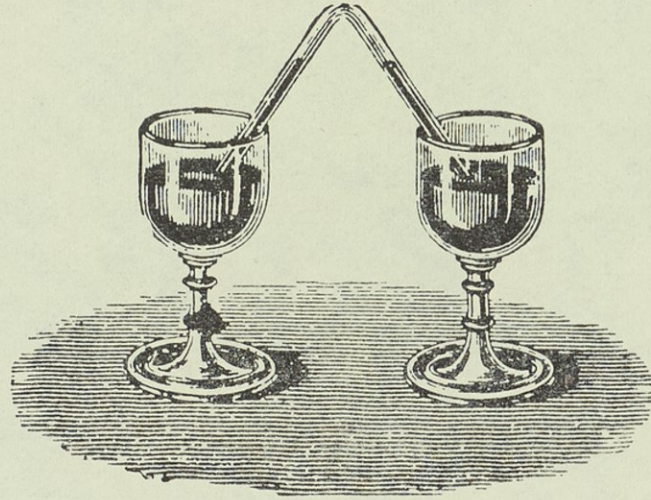
وكان قد مزج أحجاماً ضخمة من الهيدروجين والاكسجين لينتج كمية من الماء يعادل وزنها الوزن الأصلي للغازين . وأثبت كافنديش بشكل قاطع أن الماء ليس جوهرأ أو عنصراً واحداً بل يتكون ، ولو بدا هذا غير قابل للتصديق ، من غازين لالون لهما .

واكتشف كافنديش ، أثناء عمله ، أن ٢٠٪ من الهواء الذي نستنشقه هو أوكسجين . وقاده إلى هذا الاكتشاف تحليله الدقيق لانفجار الهيدروجين مع الهواء . كما لاحظ أن مقداراً قليلاً من الحامض يتكون حين يتحد الهواء مع الهيدروجين بواسطة شرارة كهربائية . فتعقب هذه الظاهرة حتى اكتشف وجود الآزوت في الهواء وتحقق أن الاوكسجين يتحد مع الآزوت بوجود شرارة كهربائية . وهذه الطريقة هي الأساس الذي تعتمد عليه الطبيعة في إنتاجها للسماد فالآزوت يتحد بالاكسجين ، حين يحدث البرق ، ويتساقط المركب الناتج إلى الأرض ، سماداً من السماء . وقد عصر كافنديش آخر نقطة ، تقريباً ، من المعلومات من الهواء . فظل يجري الانقراغات الكهربائية ويضيف الاوكسجين حتى لم يبق أي آزوت . بقيت هناك فقاعة من « الهواء » وكان معظمها من الآرغون وهو غاز نادر يؤلف أقل من ١٪ من الهواء الجوي .

قضى كافنديش كما عاش وحيداً لم يعتن به أحد ، وذلك في التاسعة والسبعين من عمره وفي عام ١٨١٠ . دفن في دربي بانكلترا حيث أقامت الكاتدرائية نصباً تذكاريأ لهذا العالم الشاذ الذي لم يكن أثناء حياته يلتفت إلى الدين الرسمي .

ولم يكتب هنري كافنديش بدراسة الكيمياء وحدها بل قام باكتشافات هامة

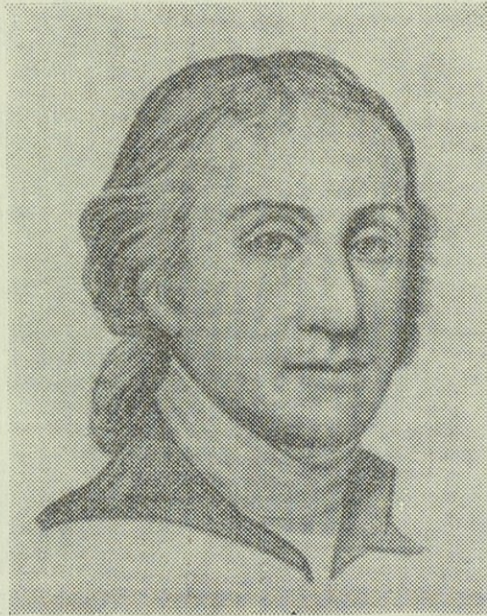
في الكهرباء - وتوصل إلى رقم دقيق دقة مدهشة وهو ٥,٤٨ للوزن النوعي للأرض مستخدماً قوانين نيوتن في الجاذبية . ويمكن القول مجازاً إنه وزن الأرض . استخدم وراثته شطراً كبيراً من ثروته لتأسيس مخبر كافنديش ، بانكلترا ، التي اكتشف فيها العالم العظيم ج . ج طومسون الالكترتون عام ١٨٩٧ ، والتي خرج من قاعاتها ستة على الأقل من حملة جائزة نوبل في الفيزياء والكيمياء . إن هنري كافنديش ، بسبب اكتشافه الهيدروجين ، والآزوت ، واهتمامه إلى تكوين الهواء وتكوين الماء ، واساليبه الممتازة في التجريب والتحليل ، يحتل المقام الأول بين عمالقة العلم .



(استخدم كافنديش هذه الأداة البسيطة لاجراء تجربة هامة جداً : وضع في الأنبوبة المنحنية مزيجاً من الأوكسجين والهواء ثم مرر شرارات كهربائية خلال الأنبوبة حتى اتحد كل من الأوكسجين والنروجين فأثبت أن الهواء مكون كله تقريباً من هذين الغازين) .

جوزيف بريستي

JOSEPH RIESTLY

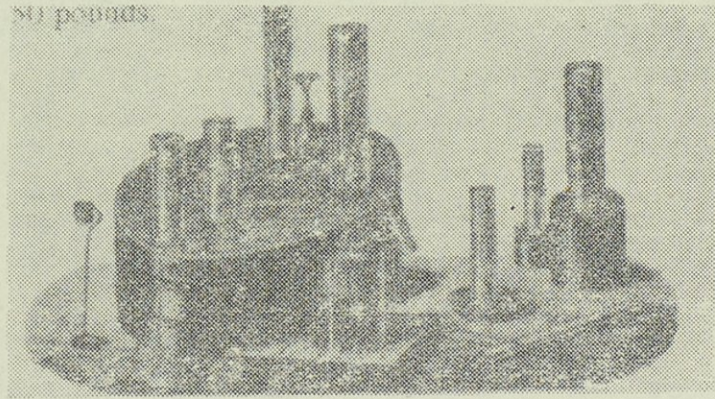


متى كان آخر عهدك بكأس من البوظة بالصودا أو بزجاجة من الصودا؟ -
ينفق الامريكيون مبلغاً مدهشاً ، الف مليون دولار ، سنوياً على البوظة
الممزوجة بالصودا ، وعلى الصودا المعبأة بالقناني ، ومشروبات الكولا ، وبيرة
الزنجبيل ، والماء القراح الذي نبتاعه في المطاعم . وحين تسلم جوزيف بريستي
الميدالية الذهبية من اجل اختراعه غاز ثاني اوكسيد الفحم المحلول بالماء لم يقدر
قط انه يفتح صناعة ماء الصودا يباع انتاجها بمليار دولار . ولكن ليس اختراع
ماء الصودا هو الذي جعل بريستي عملاقاً من عمالقة العلم ، بل اكتشافه غاز
الحياة gas of life .

ولد جوزيف بريستي في ١٣ اذار عام ١٧٣٣ في بلدة صغيرة بالقرب من مدينة ليدز بانكلترا . وكان ابوه حائكا ، رجلا فقيراً توفي مخلصاً ولده جوزيف يتما في السابعة من عمره . فتولت امره احدى عماته ، وربته في جو تسوده المناقشة الحرة . وكانت تنتسب الى فرقة دينية صغيرة تدعى « الخوارج Dissenters » وارسلت جوزيف إلى معهد ديني غير تابع للكنيسة الانكليزية ليتخرج قسا . فكان جوزيف طالباً كفاء ، وأبدى مقدرة ملحوظة في تعلم اللغات . فأتقن الفرنسية والايطالية والالمانية والعربية والارامية . لكنه كان يعاني صعوبة في النطق فلم يستطع بعد تخرجه أن يحصل على عمل الاراعيا لكنيسة صغيرة جداً براتب أسبوعي أقل من جنيه واحد . ولكي يتلافى النقص في موارده او ربما لأنه لم يكن ممن يغلبهم التعب ، اخذ بريستي يعلم في مدرسة محلية طوال النهار ، ثم يعطي عقب ذلك دروساً خصوصية . وفي الوقت ذاته استطاع ان يجد وقتاً لتأليف كتاب في قواعد اللغة الانكليزية ولم يلبث ان عين مدرساً للغة الانكليزية في (معهد الخوارج Academy of Dissenters) وفي هذه المؤسسة استمع الى بعض المحاضرات في الكيمياء وبدأ يجري التجارب بنفسه . وذاع صيته بين العلماء المحليين .

وزار انكلترا بنيامين فرانكلن ، السفير المتجول للمستعمرات الامريكية ، لكي يكسب الانصار لقضية الاستقلال . جاء فرانكلن متكرراً في زي عالم ، وقد كان عالماً حقاً . فأسرع بريستي الى لندن لمقابلة عالم الكهرباء العظيم في عصره فأوحت له هذه المقابلة تأليف كتاب « تاريخ الكهرباء وحالتها الحاضرة » الذي أسفر عن انتخابه عضواً في الجمعية الملكية في ١٧٦٦ . واتفق ان كان بريستي مقتنعاً بعدالة قضية الثورة الامريكية فتوثقت بينه وبين بنيامين فرانكلن عرى صداقة دامت مدى الحياة . ولا يخفى علينا ان تاريخ الكهرباء الذي كتبه بريستي لم يكن مجرد مجموعة من الحقائق المعروفة من قبل ، بل كان يحتوي تجارب أصيلة مبتكرة .

وحين كان بريستلي قساً ، وحين لم يكن يعمل كعالم إلا شطراً من يومه ،
 تولى إدارة كنيسة صغيرة في ليدز . وكان الاجر الذي يتقاضاه اقل مما يكفيه
 كما أنه في هذه الفترة أصبح مسؤولاً عن إعالة أسرة ، فاضطر الى السكن في
 بناية مجاورة لمعمل كبير للبيرة . وهذا الجار الذي كانت تفوح منه رائحة قوية
 ساحرة هو الذي دفعه دفعاً قوياً الى حرفة الكيمياء . فاستأذن اصحاب معمل
 البيرة ان يجمع « الهواء » الذي كان يتصاعد من الخليط الموجود في الدّثان . ثم درس هذا
 الغاز ولاحظ ان قطعة من الخشب المشتعل تنطفئ حين توضع في هذا « الهواء » .
 فاخذ بريستلي يبحث فيما كتبه العلماء ؛ ووجد طرقياً أخرى لتحضير هذا الهواء
 الثابت الذي نعرفه اليوم باسم ثاني اوكسيد الفحم . ولحسن الحظ نجح في اذابة
 مقدار قليل من هذا الغاز في الماء ونال الميدالية التي أتينا على ذكرها .
 واعترف الفرنسيون بنجاحه فكرموه بانتخابه عضواً في المجمع العلمي الفرنسي .
 وقدر له ان يتخلص من منصبه الذي كان يستنفد جل وقته ، وكان هذا هو
 الالم بالنسبة للعلم . وكانت طائفته في الوقت ذاته ، وقد تملكها الخيرة لزاء
 تصرفاته ، لا تطيق رؤية قس تحيط به باستمرار القناني والقوارير والروائح
 ويقضي شطراً من وقته في معمل البيرة . فكان ان عرض عليه اللورد شلبورن ،
 العالم ورجل الدولة ، ان يعينه مديراً لمكتبته ، وقدم له ، الى جانب هذا
 المنصب ، مخبراً وافتتح له مسكناً شتوياً في لندن ، ومسكناً صيفياً في قلعته
 في كالن ، وأسس له مخبر ليعمل فيها ورتب له ٢٥٠ جنياً سنوياً .



(جهاز استخدمه بريستلي في تجاربه على العناصر التي يتألف منها الهواء .
 عن صورة مأخوذة في أيام بريستلي)

أنجز بريسيلى أم تجاربه العلميه حين كان في صحبة اللورد شلبورن . ورافقه في زيارة لفرنسا ولانطوان لافوازيه ، الذي أدرك بثاقب بصره أن « الهواء الخالي من الفلوجستون » الذي اكتشفه بريستلي لم يكن في الحقيقة سوى عنصر جديد ، فدعاه « أوكسجين » .

وفي عام ١٧٨٠ أصبح بريستلي عضواً في (الجمعية القمرية) . بدعوة منهم ، وكانت هذه المنظمة المشهورة تضم أبرز العلماء والصناعيين في ذلك العهد . نذكر منهم جوزيه ويندغود ملك الفخار ، وجيمس واط رائد المحرك البخاري ، والعالم اراسموس دارون جد شارل دارون العالم الطبيعي وكان أعضاء « الجمعية القمرية » يجتمعون مرة كل شهر في يوم الأثنين الأقرب إلى اكتمال القمر (البدر) . واختاروا هذا الموعد لكي يعودوا إلى بيوتهم في ضوء القمر بعد ان يقضوا ست ساعات في اجتماع يبتدئونه بعد تناول العشاء معاً . وإلى جانب ما كانت تقدمه الجمعية لبريستلي من الطعام الجيد والحديث المثير المشجع ، تعهد بعض أعضائها الأكثر ثراءً بتقديم مساعدات مالية إلى بريستلي لكي ينفق منها على تجاربه . وكان بريستلي مثالياً لم يفكر قط ولم يقصد احراز مكاسب مالية من أي واحدة من تجاربه ، بل كان يهبها للناس . كما أنه لم يكن يقبل مبالغ كبيرة من أعضاء الجمعية بل يكتفي بما يحتاج إليه في إجراء تجاربه .

بيد أنه لم يكن مقدراً لجوزيف بريستلي أن يواصل حياته العلمية المسالمة . فقد اتهم القس المثالي بتشجيع الثورة الفرنسية بالكتابة والدعوة إلى « مبادئ » الحرية والمساواة والاخوة ، وبتأييد فصل الكنيسة عن الدولة . وأخذ ادموند بروك ، الذي كان قد حاول عام ١٧٧٥ اقناع الحكومة البريطانية بمصالحة المستعمرات ، أخذ يعارض سبيل العنف الذي سلكته الثورة الفرنسية وحمل على بريستلي في خطاب له ألقاه في مجلس العموم . ولما حل اليوم الرابع عشر من

تموز عام ١٧٩١ ، يوم الذكرى السنوية الثانية للثورة الفرنسية ، هاجمت جماعة من الغوغاء ، بتعريض من المعارضة ، بيت بريستي . وقد وصف أحد الشهود شهود العيان الحادثة كما يلي :

« اقتحموا البيت فوراً ، أفرغوا حجراته ، دمروا أثاثه ، بعثروا كتب المكتبة ، حطموا الأجهزة الفلسفية والكيميائية في مخبره ، وأتموا عملهم باحراق البيت . وقد شوهدت الشوارع عقب ذلك مغطاة لمسافة عدة أميال بمزق المخطوطات الثمينة التي سجل فيها بريستي ثمار عمله ودراسته مدة عشرين سنة .» وتلك خسارة ظل بريستي يندبها بمرارة حتى ختام حياته .

وكان الدكتور بريستي وزوجته قد فرا لحسن الحظ ، فغادرا برمنغهام الى لندن . واخذت النعمة على بريستي تشدد باشتداد حكم الارهاب الذي أعقب الثورة الفرنسية . واتهم بالخيانة ووصف بأنه ضد المسيح . ولم يعد زملاؤه السابقون في الجمعية الملكية يجتمعون به فأجبر في ١٧٩٤ الى أمريكا .

وصل الدكتور بريستي الى مدينة نيويورك واستقبله الشعب بهتافات الفرح ، وحيّاه الزعماء السياسيون وكبار العلماء ورجال الدين . وما ان أصبح في الولايات المتحدة حتى التحق باولاده الذين كانوا قد اقاموا منذ سنتين في نورثمبرلاند في بنسلفانيا . وعرض عليه كل أنواع المناصب : قساً للكنيسة التوحيدية ، أستاذاً للكيمياء في جامعة بنسلفانيا ، جولات في البلاد من أجل القاء المحاضرات . وفتح بنيامين فرنكلن له أبواب فيلادلفيا واجتمع بتوماس جفرسون وتناول الشاي مع جورج واشنطن .

بيد أن الدكتور بريستي آثر الإقامة في نورثمبرلاند وأسس مخبراً في ذلك المكان الهادىء . وبيته الآن متحف قومي يستطيع الزوار أن يشاهدوا فيه القوارير والقناني والبوتقات والأحواض التي كان يستعملها في بحته الكيميائية . ماهي اكتشافات بريستي التي تضعه في المرتبة العليا بين الكيميائيين

والعلماء ؟ اكتشف ذلك العنصر العجيب - الاوكسجين ، بطريقة بسيطة وفعالة وجميلة . وضع قليلا من اوكسيد الزئبق في قارورة منكسة فوق حوض من الزئبق . ثم سخن اوكسيد الزئبق من الخارج بان وجه اشعة الشمس عليه بواسطة عدسة مكبرة ، فاذا كان التفاعل الكيماوي ينتج غازاً فان مستوى الزئبق في الحوض يهبط ، او اذا كان التفاعل الكيماوي يستهلك غازا فان مستوى الزئبق يرتفع . فوجد بريستيلى ان اوكسيد الزئبق يطرح كمية كبيرة من الغاز . ولاحظ بالصدفة المحض ان الشمعة تشتعل بتوهج اشد حين توضع في هذا الغاز . وجرب هذا الغاز على الفئران فلاحظ ان الفأر الذي يوضع في اناء مملوء بهذا الغاز يعيش مدة أطول مما لو وضع في اناء مملوء هواء .

واكتشف بريستيلى ان الحياة النباتية « تعكس أثر التنفس عند الحيوان فتزعم الى تحسين الجو » . وكان قد وضع نبتة في وعاء خال من الاوكسجين فاكتشف بعد عشرة أيام ان الشمعة يمكن ان تشتعل اذا وضعت في هذا الاناء . وبهذا اكتشف بريستيلى طريقة الطبيعة في انتاج الاوكسجين .

بعد ان أسس بريستيلى مخبره في بنسلفانيا قام فيه باكتشاف هام . فقد أزاح الستار عن غاز مفيد لكنه : ميمت أول اوكسيد الفحم ، الذي ينتج حين يتجدد الفحم أو زيت الغاز أو المازوت أو أي نوع من الوقود . بكمية من الأوكسجين أقل من الكمية اللازمة للاحتراق التام . ويحدث هذا عرضاً عندما تشغل السيارة في مرآب مغلق : ينفد الاوكسجين بسرعة ، وبدلاً من أن ينتج ثاني اوكسيد الفحم (الغاز اللطيف الذي يستعمل في الصودا) ، لا يستطيع الوقود المشتعل الحصول على كمية كافية من الاوكسجين لذلك ينتج اول اوكسيد الفحم ، الغاز الميمت . ويمكن انتاج اول اوكسيد الفحم عمداً ؛ وهو المادة الأساسية التي يتألف منها القسم الأعظم من الغاز الذي نعدّه عليه قهوتنا ويدفئ لنا بيوتنا في الوقت الحاضر .

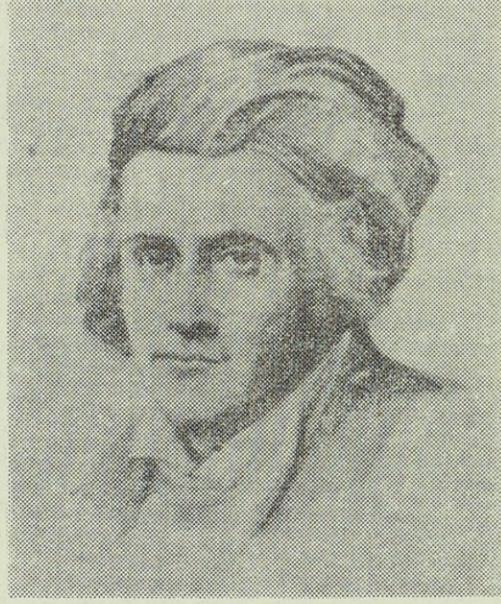
لقي السر همفري دافي صدمة من غاز آخر اكتشفه جوزيف بريستي و ذلك
حين استنشق قليلاً منه ووصف آثاره كما يلي : « رفع الغاز نبضي ٢٠ ضربة
وجعلني أرقص في المخبر كالجنون » . وهذا الغاز الذي أشار اليه هو الذي يدعى
في أغلب الأحيان « الغاز المضحك » وقد استعمل كمخدر قبل قلع الاسنان .
ويسمى ، في الكيمياء : أوكسيد الآزوتي .

من دواعي فخر الأمريكيين أنهم الجأوا في بلادهم العديد من الناس الذين
اضطهدوا في مواطنهم التي ولدوا فيها . وكان بريستي واحداً من هؤلاء .
مات جوزيف بريستي في ١٨٠٤ وقد جاوز السبعين من العمر .



انطوان لوران لافوازيه

ANTOINE LAURENT LAVOISIER



أقامت الحكومة الفرنسية عام ١٧٩٦ جنازة لتكريم أنطوان لوران لافوازيه فجاءت احتفالاً مؤثراً أُلقيت فيه تأبينات كثيرة للعالم العظيم . وكان ذلك أحسن ما بوسعها أن تصنعه ، إذا لم يكن في وسعها أن تعيده إلى الحياة ، بعد أن بعث به إرهابيو الثورة إلى المقصلة قبل ذلك بستين ، عام ١٧٩٤ ، ثم ألقوا بجثته في حفرة مجهولة .

ولد أنطوان لوران لافوازيه في باريس في ٢٦ آب عام ١٧٤٣ . وكان أبوه تاجراً ثرياً يمتلك مساحة كبيرة من الأرض . وتوفيت أمه وهو صغير جداً .

فتولى تربيته ورعايته أبوه الذي كان يحبه ، وعمته العانس التي اشتهرت باخلاصها وتضحيتها وبعدها عن الأثرة .

أراد له أبوه أن يدرس القانون . فآتم دراسته الرسمية بمنتهى الجد والمثابرة وانتقل إلى ممارسة المهنة . لكن ولعه بدراسة العلوم كان أعظم من ولعه بدراسة القانون . فكان ، وهو في الكلية ، يحضر محاضرات الكيمياء التي كان يلقيها الاستاذ بورديان ، عالم الكيمياء النظري إلا أن أكثر ما كان يستهويه ويذهب بلبه تلك التجارب الايضاحية التي ترافق المحاضرات وتشرحها . واجتمع بالعالم الطبيعي السويدي العظيم ليناوس فشجعه هذا الاجتماع كذلك إلى اختيار مهنة العلم .

ولما بلغ الثانية والعشرين من عمره منحه المجمع العلمي الفرنسي ميدالية ذهبية مكافأة له على نجاحه في مسابقة لتقديم أحسن تصميم لتنوير شوارع باريس . وبعد ذلك بستين أصبح عضواً في المجمع اعترافاً بما بذله من جهد في اعداد دراسة جيولوجية عن فرنسا وتقديراً لبحوثه الكيميائية عن الجبس والملاط في باريس .

وقد مُهّد طريق لافوازيه إلى المقصلة حين عُيّن رئيس جباية الضرائب لدى ملك فرنسا . لكنه سرّاً بهذا المنصب في ذلك الحين لأنه أتاح له وقتاً كافياً لبعثه العلمي .

وتعرف عن طريق أحد زملائه في إدارة الضرائب على ماري آن بولز . فوق أنطوان ، الرجل الطويلُ الجذاب البالغ من العمر ٢٨ عاماً ، في غرام ماري الجميلة الناضجة قبل الأوان والتي لم تكن إلا في نصف عمره .

وقد كان هذا الزواج زواجاً محظوظاً سعيداً ومشراً من الناحية الفكرية . إذ أصبحت ماري سكرتيرة ومساعدة لزوجها الذي لم يكن يميل إلى تعلم اللغات الأجنبية . فتعلمت هي الانكليزية واللاتينية وترجمت الرسائل العلمية التي كتبها بريستي وكافنديش والعلماء الانكليز الآخرون في تلك الأيام . وجعلت من بيت لافوازيه بفضل براعتها وجمالها ، مكاناً معروفاً يلتقي فيه العلماء الزائرون من

فرنسا ومن كل الأقطار وكانت تملك مواهب فنية فهيات الرسوم الايضاحية لكتب زوجها .

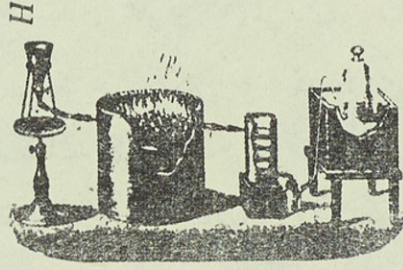
انجز انطوان مخطوطة كتابه العظيم « مذكرات في الكيمياء » أثناء مقامه في السجن بانتظار إعدامه ، وماري هي التي حررته فيما بعد ودفعتة الى المطبعة . كان العلماء منذ سنوات كثيرة يشغلون أنفسهم بهذا السؤال : « ما النار ؟ » وكان القدماء يعتبرون النار عنصراً ، أكمل العناصر الارضية . وبعض الحضارات القديمة عبدت النار بوصفها آلهة . وكان للاحتراق في زمن لافوازيه تعليل مقبول لدى الجميع يسمى نظرية « الفلوجستون » الخاصة بالاحتراق .

إن كل مادة قابلة للاشتعال تحوي ، بموجب هذه النظرية ، مقداراً كبيراً من مادة تدعى فلوجستون . لم يكن أحد قد رأى هذه المادة ولا كان لديه أي فكرة عنها ، ورغم ذلك كانت فكرة الفلوجستون مقبولة بصورة واسعة . حتى بريستي ، العالم العظيم الذي اكتشف الأوكسجين ، كان من الذين يعتقدون اعتقاداً راسخاً بنظرية الفلوجستون إلى يوم وفاته . وكان البرهان الظاهري للنظرية أن الاشياء حين تشتعل تبدو كأنها تفقد شيئاً ما في السنة اللهب المتصاعدة ، فقال العلماء : إن هذا الشيء الذي تفقده الأشياء المشتعلة هو الفلوجستون .

وكان لافوازيه منهمكاً ومنكباً على الدراسة التجريبية لصدأ المعادن والاحتراق فاقنعتة تجاربه التي أجراها على الكبريت والفوسفور بأن المواد حين تشتعل ، بدلاً من أن تفقد شيئاً منها ، يزداد وزنها بعد الاشتعال . فزعزع هذا اعتقاده بالنظرية التي تقول إن الفلوجستون يتطاير لدى الاشتعال .

حينئذ ابتكر لافوازيه تجربة تعد من بين التجارب الكيمائية الخالدة على مر الدهور . وضع مقداراً من الزئبق في الزجاج المعوجة بعد أن وزنه وزناً دقيقاً . ووصل هذه الزجاج المعوجة بزجاجة بشكل ناقوس تحوي مقداراً من الهواء ذا

وزن معروف . وُسِدَّت زجاجة الناقوس عن الجو بواسطة حوض مملوء زئبقاً .
 وأخذ لافوزيه يسخن ببطء الزئبق في الزجاجة المعوجة . فأخذ قسم منه يتحول
 الى مسحوق أحمر . وارتفع مستوى السائل في الزجاجة الناقوسية مما دل على ان
 حجم الهواء قد نقص . وتابع لافوزيه تجربته . وبعد مضي اثني عشر يوماً لم
 يعد يجري أي تبدل جديد : لم يعد الزئبق يكتسب طبقة حمراء جديدة ولم
 يعد الهواء يتناقص . وكانت المعوجة والأنبوب والزجاجة الناقوسية ، حين بدأ
 تجربته . تحوي ٥٠ بوصة مكعبة هواء وبعد أن فرغ من تسخين الزئبق وجد
 أن حجم الهواء المتبقي ٤٠ بوصة مكعبة .



(جهاز لافوزيه لتحليل الماء . عن رسم
 من ذلك العصر)

لما أتم القسم الأول من التجربة ، جمع بعناية المسحوق الأحمر وسخنه تسخيناً
 شديداً هذه المرة ، وجمع الغاز الذي كان يتصاعد ، فوجد البوصات العشر
 المفقودة من « الهواء » ! وفسر نتائجه تفسيراً صحيحاً : - خمس الهواء غاز يمكن
 أن يتحد بالزئبق ويؤلف معه المسحوق الأحمر . وأطلق لافوزيه على هذا الغاز -
 الذي كان بريستلي قد سماه الهواء الكامل - الأوكسجين وهو اسم مشتق من اللفظة
 اليونانية Oxus (حمض) و Gennan (يولد) ، - وطن ، خطأ ، أن جميع الأحماض
 لا بد أن تحوي هذه المادة .

وكان لافوزيه يجري تجاربه بمنتهى العناية فابتكر موازين حساسة جداً تمكنه
 من القيام بعمله . وكان يقول :

« لما كانت فائدة الكيمياء ودقتها تتوقفان كلياً على تعيين أوزان العناصر الداخلية في المركبات وأوزان الأجسام الناتجة ، فنحن لا نستطيع أن نتوخى المزيد من الدقة في هذا الباب إلا إذا تجهزنا بأدوات جيدة » .

إن لا فوزيه أحد آباء الكيمياء الحديثة المشهود لهم . وذلك بفضل هذه التجارب التي اقامت الدليل على صحة القانون الهام ، مصونية المادة الذي يمكن وضعه في هذه الصيغة : « لاشيء يمكن أن يغنى ولا شيء يمكن أن يولد » . ويعتبر هذا القانون حجر الزاوية في المعادلات الكيميائية في الوقت الحاضر . فيجب أن يتساوى الوزن في طرفي المعادلة بلا زيادة ولا نقصان .

قام لا فوزيه بتجربة أخرى هامة : أحرق ماسة في الاوكسجين النقي وحصل بنتيجة ذلك على ثاني أوكسيد الفحم ، بما أثبت ، طبعاً ، أن الماس والفحم هما ، من الوجهة الكيميائية ، شيء واحد : كلاهما فحم .

إن عمليات البناء والهدم التي تتم في جسمنا - التبدلات الكيميائية والحرارية التي تحدث حين نتناول طعامنا وحين نطرح النفايات - تسمى الاستقلاب . حين نكون في حالة الاستراحة نحتاج إلى طاقة أقل طبعاً . ويهتم الاطباء بمعرفة ما يدعى الاستقلاب الأساسي أو حاجات الجسم الأساسية ، الطعام الذي نحتاج اليه لنظل على قيد الحياة فقط . فقام لا فوزيه بدراسات في علم وظائف الأعضاء والكيمياء العضوية ، أدت إلى وضع طرق راسخة لفحوص الاستقلاب الأساسي . وأجرى تجارب على الأرانب الرومية ، فقام بدقة ما تتناوله من الأوكسجين وما تطرحه من ثاني أوكسيد الفحم .

وكان هو أول من بيّن أن حرارة الجسم تنتج عن عملية « الاحتراق » التي تحدث باستمرار في الجسم بنتيجة اتحاد الطعام بالأوكسجين .

وكان منهمكاً في تجربة لقياس نفايات الجسم حين ألقى القبض عليه أثناء عهد الارهاب الذي أعقب الثورة الفرنسية .

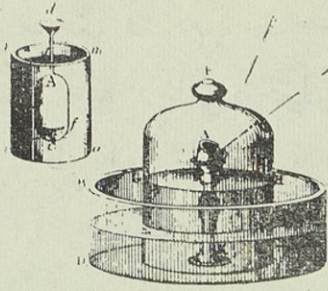
كان هنري كافنديش ، أثناء مقامه في انكلترا ، يجري على تجارب على غاز قابل للاحتراق - الهواء القابل للاحتراق . كما كان يدعو . وأثبت في عام ١٧٨١ أن هذا الغاز ، حين يحترق ، ينتج ماء . فأعاد لافوازيه تجارب كافنديش وعمم مغزاها : إن الماء مركب من غازين : الاوكسجين والهيدروجين . وكان هذا أكثر من أن يتقبله بعض علماء ذلك العصر الذي قال أحدهم : « هذا الساحر الداهية المكار يستغل ميلنا إلى سرعة التصديق إلى درجة أنه يريد منا أن نعتقد أن الماء ، أقوى المواد الطبيعية التي نملكها ضد الفلوجستون ، مركب من غازين ، أحدهما يفوق كل المواد في قابليته للاشتعال » .

ولقد يكون حقاً بما يدعو إلى العجب أن الماء المؤلف من الهيدروجين ، الذي يحترق بسهولة ، ومن الاوكسجين الذي لا يحترق أى شيء بدونه ، هذا الماء ، رغم ذلك ، يطفئ معظم النيران . وقد أعطى لافوازيه « للهواء القابل للاحتراق » اسمه الحالي - هيدروجين ، من الأصل اليوناني Hydro (ماء) Gennan (مولد) .

وكان لافوازيه طول حياته يترك بحوثه لكي ينصرف إلى الخدمات العامة . وكان رجلاً موهوباً في عدة ميادين شأن بنيامين فرنكلين الامريكي . فكان رائداً في الكيمياء والفسينولوجيا والزراعة العلمية ، والمالية ، والاقتصاد ، والحكومة والتعليم العام .

وأثناء الثورة الأمريكية قدّم لافوازيه خدمة لفرنسا انتفع بها جيش الثورة الامريكي . فقد كان في فرنسا منظمة أهلية تحتكر البارود . وكان عمل هذه المنظمة دون المستوى المطلوب ، ولم تستطع أن تنتج سوى كمية قليلة من البارود الذي كان في الوقت ذاته ، رديئاً وغير مضمون النتائج .

فأسس لافوازيه مؤسسة حكومية لانتاج البارود تمكنت في غضون ثلاث سنوات من تحسين نوعه ورفع انتاجه إلى أكثر من ضعف كمية الانتاج السابقة .



(جهاز هيدرومتر ابتكره لافوازيه . عن رسم من ذلك العصر)

هذا الانتاج الاضافي من البارود جعل في وسع فرنسا أن تزود بالذخيرة المستعمرات المحاربة . وبينما كان انطوان وماري يجريان بعض التجارب على البارود كاد يقتلها الانفجار الذي أودى بحياة اثنين من زملائها .

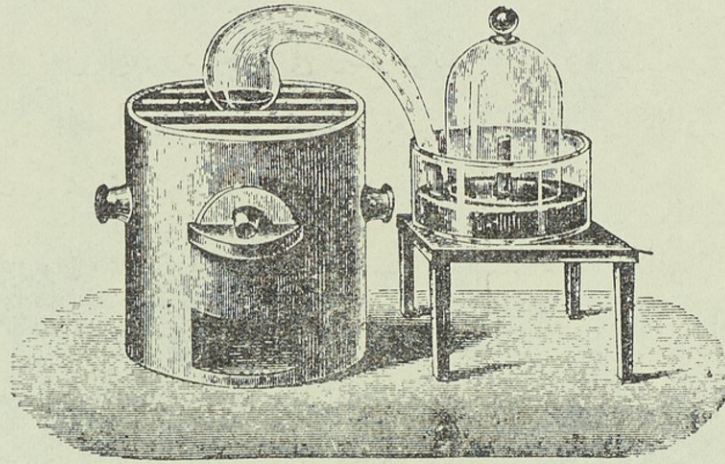
وكان ايريني دوبون عاملاً مبتدئاً في مصنع الأسلحة . ولافوازيه هو الذي أعانه فيما بعد على افتتاح مصنع للبارود في ديلاوير . وأحب ايريني أن يطلق على مشروعه اسم « معامل لافوازيه » لكن أسرته حملته على أن يسميه (دوبون Du pont) وقد نما مصنع البارود هذا حتى صار شركة كيميائية صناعية واسعة لا تزال تدعى . E. I. Du Pont de Nemours

وكان لافوازيه مولعاً ولعاً شخصياً قوياً بالزراعة . وكانت له مزرعة واسعة جداً في لوبورجيه حيث برهن على أهمية السمادات وعلى أهمية توزيع الأرض توزيعاً مناسباً من أجل المرعى والزراعة . وفي وقت قصير نسبياً ، وبفضل تطبيق المبادئ العلمية على الزراعة ، تمكن من مضاعفة محصوله وزاد ما شتته إلى خمسة أضعافها ...

وكان وجهاً سياسياً يمثل الطبقة الثالثة (الشعب) في البرلمان الاقليمي لـ (أورليانز) . وكان في فلسفته ديمقراطياً يعبر عن أفكاره بهذه الكلمة : « يجب ألا تكون السعادة مقصورة على فئة قليلة من الناس ؟ يجب ان تكون للجميع » . وكان يعتقد بأن لجميع الناس الحق في الحرية الفردية .

وفي عام ١٧٨٩ عين لافوازيه مديراً لبنك فرنسا وقدم تقريراً إلى المجلس

الوطني (المؤتمر الوطني) يُعتبر إحدى روائع الدراسات في التضخم المالي وفي عام ١٧٩١ أعادت الجمهورية الفرنسية طبع رسالته « حول ثروة فرنسا العقارية » . وكان قد اقترح أيضاً نظاماً للتعليم الوطني العام لفرنسا ، يشبه النظام التربوي الأمريكي الحديث .



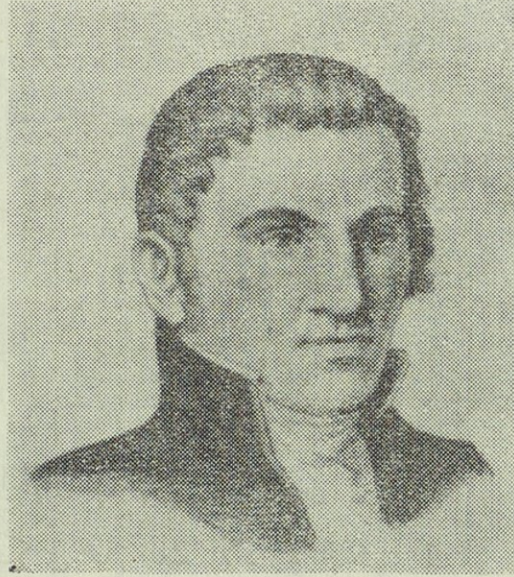
(جهاز أكسيد الزئبق ، الذي ابتكره لافوازيه . عن رسم من ذلك العصر) .

ومن سوء حظ لافوازيه أنه أثار حفيظة جان بول مارات ، أحد زعماء الإرهاب الذي أعقب الثورة الفرنسية ، لأن لافوازيه ، رفض له رسالة كيميائية كان قد تقدم بها الى المجمع العلمي الفرنسي .

اتهم مارات لافوازيه العالم ونجح في طلب توقيف أعضاء إدارة جباية الضرائب على أنهم لصوص ينهبون الشعب . وألقي بلافوازيه وحميمه في السجن المزدحم . ولم تنفع جميع التوسلات لإطلاق سراح لافوازيه بوصفه ذلك العالم العظيم الذي قدم للدولة خدمات لا تقدر بثمن . وفي الثامن من أيار وضعت المقصلة حداً لحياته .

اليساندر فولتا

ALESSANDRO VOLTA



« هل « ذقت » الكهرباء مرة ؟ ، غطيت رأس لساني بشريط من القصدير وجعلت بطن ملعقة الفضة تلمس مؤخرة لساني ، ثم جعلت مقبض الملعقة تلمس شريط القصدير . « بهذه العبارات وصف اليساندر فولتا ، أستاذ الفيزياء في جامعة بافيا بايطاليا ، إحدى التجارب . وكان يتوقع أن يحس بنفضة في لسانه إلا أنه بدلا من ذلك أحس بطعم حامض .

ولد فولتا في ١٨ شباط عام ١٧٤٥ في كومو بايطاليا ، وهي أكبر بلدة تقع على بحيرة كومو الجميلة الشهيرة عند سفح جبال الالب الايطالية . وقد جذبت

جزيرة كومو الأثرياء لقيموا فيها كما كانت دائماً تلك البقعة المشهورة التي تستهوي السواح .

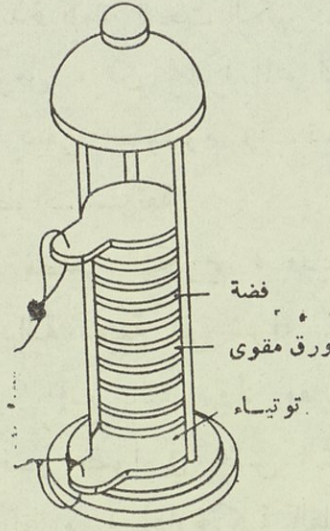
ولم تكن أسرة الياسندرو فولتا من الأسر الغنية ، لكن صينا الذي استطاع أن يتعلم بفضل توسط بعض أقرباء الأسرة من ذوي النفوذ في الكنيسة . وعقب اتمام دراسته التي أحرز بها شهادة جامعية في السابعة عشرة من عمره حصل على منصب للتدريس في مدرسة ثانوية في كومو . وبقي فيها حتى عام ١٧٧٩ حيث عين ، وهو في الرابعة والثلاثين من عمره . في جامعة بافيا لانشاء قسم الفيزياء . وبقي لديه وقت للقيام بالبحث .

ابتكر فولتا ، وهو بعد مدرس في كومو . جهازا لنقل الكهرباء الساكنة وصفه في رسالة بعث بها الى جوزيف بريستي بانكلاترا . وليس لهذا الجهاز اي فائدة عملية سوى أنه لا يزال يستخدم في دروس العلوم لتوضيح الكهرباء الساكنة والبرهنة عليها .

استخدم فولتا هذا الجهاز (الكترولوفوروس) او حامل الكهربائية لاكتشاف كثير من القوانين التي تتحكم في عمل تلك الادارة الكهربائية التي تدعى الآن المكثفة وقد أطلق فولتا عليها لفظة Condensator الا أن مترجم التقارير في الجمعية الملكية البريطانية اختزل اللفظة الى Condenser . واستخدم فولتا هذا الجهاز بطريقة عبقرية لتكبير مفعول الشحنة الكهربائية لكي يمكن تشغيل جهاز الالكترولوسكوب أو جهاز الالكترولومتر غير الحساسين اللذين كانت تقاس بهما الكهرباء في تلك الايام . فقد شحن جهاز الالكترولوفوروس بالكهرباء ثم باعد ما بين الصفائح . مما أدى إلى زيادة الكمون أو عدد الفولتات بين الصفائح واقترح لهذا الاختراع اسم كاشف الكهربائية الصغير Micro Electro Scope .

كان ايجي كالفاني ، أستاذ علمي الحياة والفيزيولوجيا في جامعة بولونيا ، يقوم بدراسة بعض الضفادع المشرحة في مخبر الجامعة عام ١٧٩١ . فحشر في

الحبل الشوكي للضفدعة شصاً حاداً من نحاس أصفر ، ولمس احد مساعديه ساق الضفدعة بمشط من حديد . وحين جعل النهاية العليا للمشط تلمس شص النحاس رجفت عضلة الضفدعة بشدة ! أعاد كالفاني هذه العملية - فكانت النتيجة هي ذاتها ، رجفت العضلة .



(بيل « فولتا »)

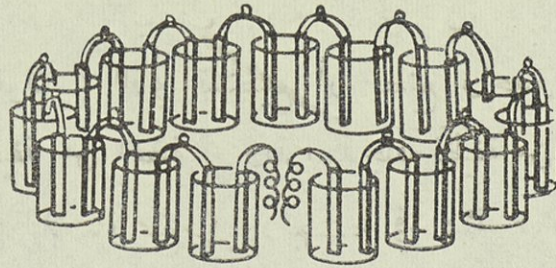
نشر كالفاني مشاهداته وشعر أن ذلك الفعل نشأ عن الكهرباء التي تولدت في الحيوان ذاته . وأطلع فولتا على التجربة فداخله الشك لكنه حين جرّبها بنفسه قال : « قمت بالمعجزة بنفسي وانتقلت من حالة الشك إلى حالة اليقين المتحمس » . بيد أن فولتا لم يقتنع بأنهم كانت « كهرباء حيوانية » وواصل دراساته . وفي ٢٠ آذار عام ١٨٠٠ كتب إلى الجمعية الملكية في لندن رسالة وصف فيها ما يعرف بـ (بيل فولتا) الذي تستطيع أن تصنع واحدة منه بنفسك أخذ فولتا اقراصاً جافة نظيفة من الفضة ، واقراصاً جافة نظيفة من التوتياء ، واقراصاً من الكرتون مغموسة قليلاً بماء مملح ، ورتبها في هيئة عمود (بيل) فضة ، كرتون ، توتياء ، فضة ، كرتون ، توتياء . الخ .

بهذه الصورة أمكن الحصول على سيل متصل من الكهرباء من طرفي البيل .
وصنع فولتا أول خلية كهربائية ، طليعة البطارية ذات الخلية الجافة المستعملة
في جهاز الراديو المتنقل الذي في حوزتك . فأنتج مصدراً ثابتاً للكهرباء لأول
مرة في تاريخ العلم . ولما وضع قطعة القصدير وملعقة الفضة في فمه انتجت
هاتان أيضاً خلية كهربائية . وهنا أيضاً استخدم معدنين مختلفين وسائلاً
موصلاً للكهرباء .

افتتح اكتشافه ميادين جديدة كاملة للبحث الكهربائي والكيميائي . فاستطاع
العلماء ، في فترة قصيرة من الزمن ، ان يحلوا الماء الى هيدروجين وواوكسجين
بوساطة بيل فولتا . واكتشف ديفي الصوديوم والبوتاسيوم مما ساعد في تقدم
دراسة الكهرباء والمغناطيس بخطوات سريعة .

وانهال على فولتا كثير من مظاهر التكريم ، فدعاه نابوليون لالقاء خطاب
في معهد باريس ، وضربت مدالية ذهبية على شرفه . ولما أراد الاستقالة من
منصبه في الجامعة بدافع السن ، أقنع بالبقاء ولو مقابل إلقاء محاضرة واحدة في
السنة - ويراتب كامل ! وانتخب عضواً في مجلس الشيوخ عن لومبارديا .
وأوكل امبراطور النمسا الى فولتا مهمة إدارة كلية الفلسفة في بادوا . وفي عام
١٨١٩ ، وقد بلغ فولتا الرابعة والسبعين من عمره ، عاد الى مسقط رأسه -
كومو ، حيث توفي عام ١٨٢٧ .

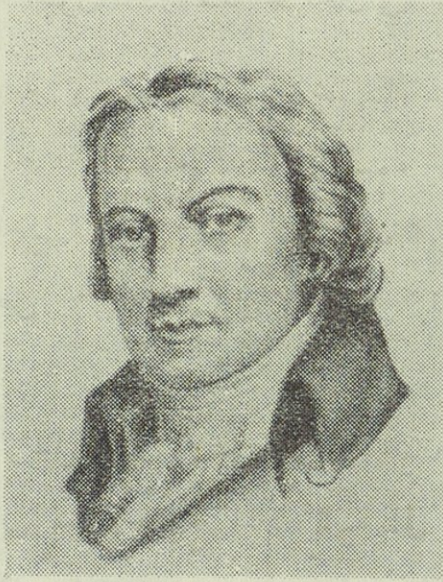
وفي مدينة كومو تمثال رائع لتخليد منجزات فولتا ، لكن أعظم نصب
تذكاري لفولتا هو استخدام اسمه كلما جاء ذكر الكهرباء ، عام ١٨٩٣ أطلق
مؤتمر الكهربائيين على الوحدة الكهربائية المحركة اسم فولت . إن بيل فولتا هو
الذي وضع الانسان على عتبة عصر الكهرباء .



(بطارية قديمة ، على طريقة بيل فولتا ، وكانت الخطوة التالية أن يوصل عدد من « الخلايا »
الكيميائية معاً ، وهي تحوي المبدأ ذاته الذي يستخدم في بطارية السيارة الحديثة التي يحدث
فيها تفاعل كيميائي بين معدنين في محلول يدعي المتحال الكهربائي Electrolizte

إدوار جِنَر

EDWARD JENNER



ستون مليون نسمة تساوي ضعف مجموع سكان لندن ونيويورك وطوكيو
وشانغهاي وموسكو ! وقد قدر عدد الأوربيين الذين قضوا بالجدري بين عامي
١٧٠٠ و ١٨٠٠ بحوالي ستين مليون نسمة .

وفي وباء عام ١٧٢١ أصيب بهذا الداء أكثر من نصف سكان مدينة بوسطن
وتوفي واحد من كل عشرة من ضحاياه . ولكن هذا الداء الخفيف هو الآن من
الندرة إلى درجة ان الاكثوية العظمى من الاطباء لم يشاهدوا أي حالة منه
إطلاقاً . وإنما أمكن القضاء على هذا الداء ، الذي كان مخيفاً فيما مضى ، بفضل

مبدأ التلقيح الذي قدمه الدكتور جينر في عام ١٧٩٦ .

ولد ادوار جينر في ١٧ أيار عام ١٧٤٩ في مقاطعة غلوستر بانكلترا . وارسله ابوه الى المدارس المحلية للتعليم الابتدائي فأبدى ولعا مبكراً بعلم الحياة (البيولوجيا) واختار دراسة الطب . وكان من بين الطرق التي يصبح بها المرء طبيباً في تلك الأيام أن يدرس على أحد الأطباء . « فتتلمذ » جينر على الجراح دانييل لودلو . ولما بلغ الحادية والعشرين من العمر رحل الى مستشفى (سان جورج) بلندن للعمل والدراسة على يد جون هانترو عميد الجراحين في تلك الايام .

وكان الدكتور هانترو متحمساً ومولعاً بحب الاستطلاع ولعاً لا حدود له . كان طبيباً يعتقد بضرورة تجربة الأشياء لكنه ، لسوء الحظ ، كان يجعل من نفسه موضوعاً لتجاربه ، فأصيب بمرض عضال هدم صحته وقصر عمره . غير انه ، وان عدى نفسه بالمرض ، قد عدى تلاميذه بفلسفته : « لماذا تتساءل ؟ لماذا لا تجرب ! » .

كان جون هانترو يرأسل جينر وظل طوال حياته صديقاً له وناصحاً ، فلما تخرج جينر من مستشفى سان جورج اعاده ثانية الى مقاطعة غلوستر ليزاول مهنته لأنه ، فيما يبدو ، كان يرى ان جينر الذي نشأ في الريف لن يكون سعيداً بين جدران المدينة . وإن العالم لمدين بالشيء الكثير الى هذا القرار بالعودة الى الريف .

كان جميع الناس ، قبل ظهور الطب العلمي والادوية العجيبة الحديثة ، يعترفون بفائدة الادوية التي تنبت في البيئة المحلية . وقد اشتهرت بعض النباتات بأثارها الطبية القيمة . فاستعمل نبات الديجيتال كدواء لمرض القلب قبل ان يكتشف رجال الطب سبب مفعوله . كما ان كثيراً من الناس استعملوا العفن لشفاء الالتهابات قبل ان يكتشف (فليمنغ) البنسلين . ويصر الكثيرون على ان

البصل النيء يشفيهم من التهاب الحلق . وقد ثبت فعلاً ان البصل النيء يفيد في قتل الجراثيم .

وقبل ان يشتد ساعد علم التحليل بزمن طويل ، كان من جملة ما يعرفه الناس أن بعض الامراض لا يمكن ان يصاب بها المرء إلا مرة واحدة في حياته . ويفرح الآباء المحدثون فرحاً خاصاً حين تصاب بناتهم الصغيرات ، بالحصبة الالمانية . لان الحصبة الالمانية يمكن أن تكون خطيرة جداً إذا أصابت المرأة الناضجة أما حين تصيب الطفلة الصغيرة فلا يكون لها أي عواقب خطيرة . وحين تصاب الطفلة الصغيرة بالحصبة الالمانية تكتسب مناعة ضد هذا الداء طوال حياتها .

وعرف الناس أنه إذا أصيب المرء بالجدرى ثم شفي منه فلن يصاب به ثانية . واستغلت شعوب الشرق هذه الفكرة فاخذت تترق جراثيم الجدرى في الجسم . وابتكروا طريقة لإضعاف قوة الجراثيم حتى إذا زرقت في الجسم لم يصب المرء إلا بجالة خفيفة من الجدرى ، ثم يشفى ويصبح منيعاً ضد هذا الداء . ولكن هذه الطريقة لسوء الحظ لم تكن سليمة العواقب دائماً إذ كان كثير ممن يصابون بالمرض لا يشفون منه .

وكان الريفيون من أهل مقاطعة غلوستر يعلمون أن الشخص الذي يصاب بجدرى البقر لن يصاب بالجدرى العادي Small Pox إطلاقاً . وجدرى البقر ، كما يفهم من اسمه ، هو الداء الذي يصيب البقر وتنتقل عدواه من البقر إلى البشر . لكن الذي يدعو إلى العجب حقاً ، إن البقر كانت تُعدى به نتيجة لداء يصيب حوافر الخيل .

أخذ الدكتور جينر يولي اهتمامه هذه القضية الغريبة : قضية الإصابة بجدرى الماء وجدرى البقر ، وذلك بتشجيع من استاذة الشيخ ، الدكتور هانتو ، الذي كان يقول له : « حاول . اصبر وكن دقيقاً » وهي نصيحة صالحة لكل من

يتصدى للبحث العلمي . وبلغ مجموع الحالات التي فحصها سبعاً وعشرين إصابة .
ثم نشر اكتشافاته عام ١٧٩٦ .

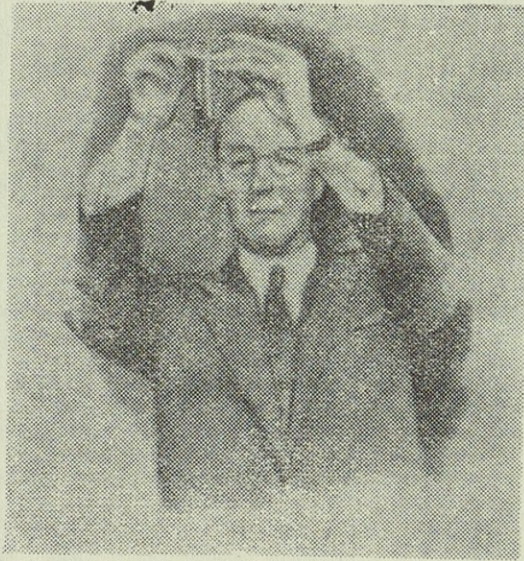


(الدكتور جينر يطعم ابنه . عن صورة منقوشة مشهورة)

وكان جينر يدون بعناية المعلومات عن مرضاه . فلاحظ في المراحل الاولى
من تحرياته أن الناس الذين سبق أن أصيبوا بجذري البقر لم يكونوا يعدون
بالجدري حتى ولو اختلطوا بالمصابين به . فتناول قليلاً من سائل دماغ الجدري
وزرقه في سواعد هؤلاء الأشخاص فلم يصابوا بالجدري . وأخيراً - ونحن مدينون
بالشكر لشجاعة ذوي الطفل - طعم جينر صبياً سليماً في الثامنة من العمر يدعى
جيمس فيبس ، بفايروس جذري البقر وأنتج ذلك المرض في الفتى . ثم زرق
قليلاً من مادة الجدري في جسم الصبي وفي جسم شخص آخر ممن لم يسبق لهم أن
أصيبوا بجذري البقر قبل ذلك . فظهر الجدري ، لكن في الرجل الذي لم يسبق
أن اكتسب مناعة بواسطة جذري البقر ، ولم يُصب به جيمس فيبس المحظوظ .
حين نشر جينر اكتشافاته ثارت عاصفة . فقد وُجد من يعترض على التحرش

بالطبيعة ، بينما سارع آخرون إلى ادعاء حق الاكتشاف . وهناك فئة ثالثة طبقوا
الفكرة لكن مزجوا بها قليلاً من مادة جذري الماء ففقدوا بذلك على مرضاهم
بدلاً من أن يشفوهم .

ولما هدأت العاصفة واستطاع جينر أن يبرهن على صحة طريقته وادعاءاته ،
انتهت عليه مظاهر التكريم والاعتراف بالفضل من كل أنحاء العالم المتمدين . منحه
البرلمان رتبة فارس وكافأه بمبلغ ٢٠,٠٠٠ جنيه استرليني . ومنحته اوكسفورد
درجة فخرية . وأهداه قيصر روسيا خاتماً من ذهب . وأثنى على اكتشافه نابليون
امبراطور فرنسا . وجاء من الولايات المتحدة وفد من الهنود الحمر يحمل إلى ادوار
جينر الهدايا والتشكرات .



(الدكتور جوناس سالك ، مكتشف لقاح البوليو)

أخذ هذا الرجل وهماً من الأوهام القديمة المنتشرة في الريف ، وأثبت أنه صحيح
علمياً . وكان يملك الشجاعة المتبصرة لكي يعدي البشر بمرض خفيف حتى يدفع
عنهم كارثة مفزعة . وقد كان طبيباً ريفياً من كل قلبه ، لذلك ، بعد أن نال
مظاهر التكريم السامية ، عاد من لندن إلى مقاطعة غلوستر ليقتضي سنواته الأخيرة

في المزرعة . وتوفي في كانون الثاني عام ١٨٢٣ .

حين تنظر الى أثر التطعيم في ساعدك فكر في شجاعة العدد الكبير من الذين
سمحوا بأن تجري عليهم التجارب . وتذكر ادوار جينر ذلك العبقرى الذي اكتشف
اللقاح فوقانا جميعاً من شر الجدري .

فكر أيضاً بجميع أنواع اللقاحات التي تحفظ صحتنا ومن ضمنها ذلك اللقاح
الذي اكتشفه الدكتور جوناس سالك لوقايتنا من شال الاطفال (البوايو) .



بنيامين تومسون ، الكونت رومفورد

BENJAMIN THOMSON, COUNT RUMFOR



لعلك تعرف أناساً يقولون لك جادين : إن من أهم الأشياء في الحياة كوبا من القهوة الجيدة . وبعد الكونت رومفورد في نظر هؤلاء عملاقاً لأنه هو الذي ابتكر لمبريق القهوة .

أما بالنسبة لطلبة العلم الاكثر جداً فان الكونت رومفورد مشهور بفضل إسهامه في دراسة الحرارة .

ولد الكونت رومفورد عام ١٧٥٣ ، وسمي بنيامين طومسون لدى ولادته ، في بلدة ووبرن في ماساشوسيتس المستعمرة البريطانية . وكان ابوه مزارعاً توفي

ولما يتجاوز بنيامين بضعة اشهر من العمر . فعُهد بتعليمه الى معلم خصوصي من أهل البلدة من خريجي هارفارد . ثم درس في المدارس المحلية . وأبدى قابليات خارقة طالباً ومجرباً ورياضياً ، الا أنه رغم ذلك اضطر الى مغادرة المدرسة في الثالثة عشرة من عمره لكي يعمل كاتباً في مخزن . وعجز بسبب ضيق ذات يده عن تحقيق رغبته بأن يصبح طبيباً .

ولما بلغ الثامنة عشرة من عمره عيّن معلماً في مدرسة في كونكورد عاصمة مستعمرة نيوهامشاير وكانت من قبل تدعى رومفورد . وكان بنيامين طومسون شاباً وسيماً ، يبلغ طوله ستة اقدام ، ذا شعر اسمر ضارب الى الحمرة ، ازرق العينين . وكان يمتطي صهوة جواده برشاقة . فملاً عين (رولف) الأرملة الثرية المتنفذة البالغة من العمر ثلاثاً وثلاثين سنة ، واستهوى قلبها وتزوجها عام ١٧٧٢ وهو في التاسعة عشر من عمره . وقدمت السيدة طومسون زوجها الى مجتمع المستعمرة . فكان أن عين برتبة رئيس في الفرقة العسكرية المحلية من قبل الحاكم الذي تعينه بريطانيا .

اخذ ابن المزرعة سابقاً يسلك سلوكاً متعالياً متعجرفاً ضايق مواطنيه الثورين فاتهم بالتجسس للبريطانيين . وقرر مغادرة المستعمرات بعد أن اوقعه « ابناء الحرية » عدة مرات بوصفه جاسوساً . واجبر في تشرين الاول عام ١٧٧٥ الى انكلترا مخلقاً وراءه ابنته الصغيرة وزوجه التي ماتت بعد ذلك بسبع عشرة سنة دون ان يراها ثانية .

وفي انكلترا عين طومسون خبيراً في الشؤون الامريكية في دائرة المستعمرات البريطانية . وكان في الوقت ذاته يجري التجارب على البارود وأدخل تحسينات على القوة الانفجارية للأسلحة النارية . فانتخب من أجل ذلك زميلاً في الجمعية الملكية ومنحه الملك رتبة فارس في ١٧٨٤ .

أعجب حاكم بافاريا بسجل خدمات طومسون للحكومة البريطانية فدعاه ليكون

مستشاره . وفي بافاريا عين الرجل الجذاب ذو المواهب المتعددة وزيراً للحربية ،
ووزيراً للشرطة ومديراً للبلاط . وأصبح ابن المزرعة الامريكي هذا أقوى رجل
في المملكة بعد الملك . وأمضى في بافاريا إحدى عشرة سنة انصرف خلالها إلى
سائر ألوان الخدمة الاجتماعية ، التربية ، الصحة ، السكن ، استطلاع الاراضي
واستثمارها ، المستشفيات ، إغاثة الفقراء . وأدخل تحسينات على تغذية الجنود .
وقام من أجل هذا بدراسات حول التغذية . ومكافأة على الخدمات التي قدمها
لبافاريا منح لقب (كونت الامبراطورية الرومانية المقدسة) فاختار لنفسه بهذه
المناسبة اسم رومفورد وهو الاسم الذي كانت تعرف به كونكورد في ولاية
نيوهامشير ومنحت ابنته سارة ، التي لحقت به بعد وفاة امها ، لقب كونتيسة ،
ورتب لها مرتب ضخيم .

أقيم في ميونيخ تمثال ضخيم تخليداً لذكر الكونت رومفورد . وعبر عن فلسفته
المتفائلة بهذه الكلمات : « كان الجميع يفترون انه ، لكي نجعل الأشخاص
الفاستدين المهجورين سعداء ، لا بد أولاً أن نجعلهم فضلاء . لكن لماذا لا نعكس الآية ؟
لماذا لا نجعلهم سعداء أولاً ثم فضلاء ؟ » لكن الكونت رومفورد لم يتمكن
من اسعاد ابنته فعادت إلى أمريكا واضطرت فيما بعد لاتهامه بأنه ضيع عليها
فرص زواجها .

عاد بنيامين طومسن أو الكونت رومفورد ، كما صار يدعى حينئذ ، إلى
انكابتوا لمتابعة بحوثه العلمية . وفي كانون الثاني عام ١٧٩٨ قرأ على الجمعية الملكية
رسالته « بحث يتعلق بمصدر الحرارة الناشئة عن الاحتكاك . » وقد جاءت هذه
الرسالة نتيجة لمشاهداته عن صناعة المدافع في ميونيخ . فقد لاحظ ، كما لاحظ
عدد لا يحصى من الناس قبله ، أن البنادق المصنوعة من الشبه (النحاس الأصفر)
تسخن كثيراً حين اطلاق القذائف . وكانت النظرية السائدة عن الحرارة شيئاً
مادياً ، وكان يُظن أن « الكالوريك - السائل الحراري » يخرج من الأجسام

حين تبرد . وكانت نظرية الحرارة الكالورية الناجمة من الاحتكاك تذهب الى أن الاحتكاك يعصر « السائل الحراري - الكالوريك » من الأجسام تماماً كما يُعصر الماء من الاسفنجة . لهذا نظرية يتعذر علينا في الوقت الحاضر أن نصدق ، بأن رجال العلم كانوا يعتقدون بها .

أوعز الكونت رومفورد ببناء علبة محكمة مملأها ماء وجعلها حول اسطوانة المدفع . وبدأ حصانان بتشغيل الآلة التي تثقب المدفع فأخذت آلة الثقب تحرق الاسطوانة . وبعد عدة ساعات من هذا العمل غلى الماء .

وعلى الكونت رومفورد ذلك كما يلي : الماء عزل الهواء عن الاسطوانة ، إذن لا يمكن أن تأتي الحرارة أو « الكالوريك » من الماء الذي كان في البدء بارداً وصار الآن ساخناً يغلي . ولم يكن بالإمكان ان تنشأ من النحاس لأنه إن كان يفقد « الكالوريك » فيجب أن يغدو أبرد من ذي قبل ، مع ان المدفع هو أيضاً قد صار أسخن من ذي قبل . واذن فالمصدر الوحيد الذي يمكن أن تأتي منه الحرارة هو احتكاك الآلة مع المدفع .

ورافق هذا البرهان تجربة أخرى صممت من أجل تهديم فكرة الكالوريك الخاطئة . أخذ رومفورد وعائين متماثلين تماماً . ملاً أحدهما ماء ووضع في الآخر كمية من الزئبق تعادل وزن الماء . ثم ختم الوعائين الكيلا ينفذ ما فيها من سائل ووضعها في حجرة باردة ، درجة حرارتها فوق درجة التجمد بقليل . وظلا هناك ٢٤ ساعة ثم وزنها فكان وزنها واحداً ساخين وباردين . فقدا حرارة الكنهما لم يفقدا أو يكسبا وزناً . لم يكن هناك « كالوريك » . إن تهديم نظرية الكالوريك يعتبر حدثاً هاماً في تاريخ العلم يضاها في الأهمية تهديم نظرية « الفلوجستون » التي سبق إيضاحها عند الكلام عن لافوازيه .

قام الكونت رومفورد بتجارب ، ونشر مكتشفاته عن طريق انتقال الحرارة . وفي إحدى التجارب الكيماوية سخن حوجلة تحوي سائلاً ملوناً .

وكان فيها دقائق من الغبار . ثم وضعها على النافذة لتبرد فساعدت أشعة الشمس على رؤية الغبار . ولاحظ رومفورد أن ذرات الغبار تتدفق بسرعة فتصعد إلى مركز الحوجلة وتنحدر إلى جوانبها وكلما بردت الحوجلة قلت سرعة تدفق الغبار حتى توقف التدفق حين صارت درجة حرارة الحوجلة مثل درجة حرارة الحجرة .

كرر رومفورد هذه التجربة عدة مرات ، طبعاً ، وسجل النتائج ، إلا أنه اكتشف ، صدفة ، الطريقة التي تنقل بها السوائل والغازات الحرارة من مكان إلى آخر ، وهي أن السائل الأشد حرارة يرتفع إلى السطح والسائل الأبرد ينحدر إلى القعر . وبالرغم من أن التجربة كانت علامة العالم العظيم . فقد لاحظ كثير من الناس الظاهرة ذاتها كما لاحظوا المدفع وهو يحمى ، غير أن رومفورد استنتج من ذلك نتائج علمية صحيحة .



(نموذج مخبري لايضاح السخين بواسطة تيارات الحمل وهو المبدأ الاساسي المستخدم في نظام التدفئة المركزي)

إذا وضعت قطعة رقيقة من الورق فوق مشع حراري أمكنك ترى أن حركة الهواء بتأثير الحرارة . وتدعى هذه الحركة تيارات الحمل Convection . وقد قادت ملاحظات رومفورد إلى إعادة تصميم نظم التدفئة في إنكلترا والعالم مما أدى إلى توفير كبير في النفقات وإلى المزيد من الرفاهية .

بلغت الانجازات العلمية التي قام بها رومفورد وشهرته الدولية مبلغاً دعا الحكومة الأمريكية الحديثة النشأة إلى تعيينه لمنصب المفتش العام لمدفعية الولايات

المتحدة . وكان هذا بمثابة تكريم عظيم له بالنظر لسلوكه السابق المؤيد لبريطانيا .
بيد أنه آثر البقاء في بريطانيا العظمى .

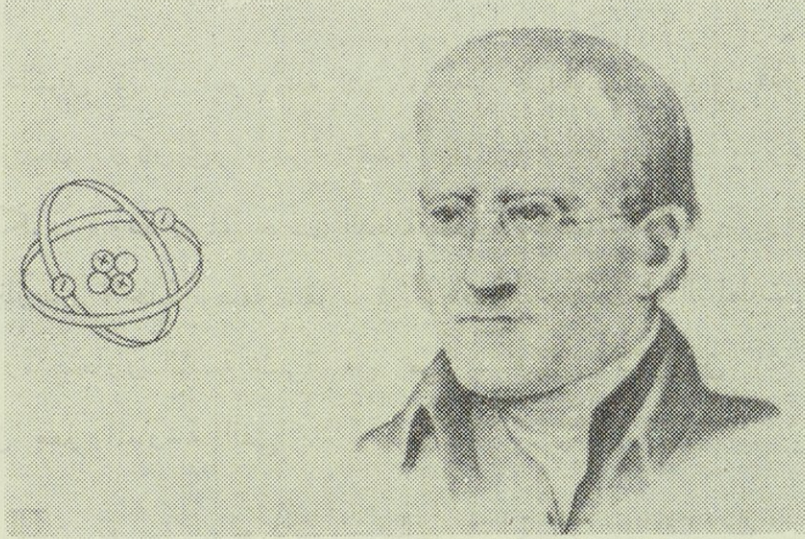
وكان إذ ذاك رجلاً ثرياً فافتتح في لندن المؤسسة الملكية المنتجة المشهورة التي
كان القصد منها لا أن تكون مؤسسة علمية نظرية بل مخبراً علمياً شعبياً من أجل
« نشر المعرفة وتسهيل استخدام الاختراعات والتحسينات الميكانيكية المفيدة ،
ولتدريس أساليب تطبيق العلوم في تحقيق هدف الحياة المشترك » . وكان في
المؤسسة عالمان كبيران : هامفري ديفي ومساعدته وخلفه ميكائيل فارادي . فعمل
هامفري ديفي مع رومفورد لتثبيت نظريات الحرارة . وبالرغم من أن المؤسسة
كان يُقصد منها أن تكون مؤسسة تطبيقية أكثر منها مؤسسة نظرية فان النتائج
التي تم إنجازها فيها بينت أن النتائج التطبيقية تنشأ دائماً من الدراسات النظرية .
كانت سنوات رومفورد الأخيرة غير سعيدة وغير منتجة نسبياً ، لأنه تزوج
ماري لافوازيه أرملة انطوان لافوازيه الكيماوي الفرنسي اللامع . وكان ينبغي
لمثل هذه الزيجة ان يحالفها التوفيق لأن كلا الزوجين غني وذكوي وجميل ومشغوف
بالعلم ، لكنها لم يستطيعا الاتفاق على أي شيء فافتقرا بعد أربع سنوات من
حياة زوجية شقية .

توفي بنيامين طومسن ، الكونت رومفورد عام ١٨١٤ . ان هذا الانسان
الذي كُرِّمَ بمنحه لقب (كونت الامبراطورية الرومانية المقدسة) ورتبة فارس
بريطانيا العظمى ، وكان موسراً وناجحاً ، لا بد أنه كان يحن الى مسقط رأسه
فتروك في وصيته مبلغاً من المال لجامعة هارفارد .

كان الكونت رومفورد عالماً عملياً وضع الأساس لعلم الحرارة ، العلم الذي
جعل منازلنا أكثر رفاهاً ، وأعطانا المحركات التي تشد قطاراتنا وتدفع سياراتنا
وتشغل مصانعنا .

جون دالتون

JOHN DALTON



كان جون دالتون مديراً لمدرسة قبل أن يغدو أحد علماء العالم البارزين .
وليس هناك أي غرابة طبعاً في أن يكون المعلم عالماً لولا أن جون دالتون كان
مديراً للمدرسة وهو في الثانية عشرة من عمره .

بقيت الفكرة القائلة بأن المادة تتألف من دقائق صغيرة تجول في أذهاب
الناس عدة قرون . فتحدث اليونانيون القدماء عن هذه العناصر : التراب ،
الهواء ، النار ، الماء . وحاول أرسطو أن يعلل تكوين جميع المواد بهذه
العناصر الأربعة مع العنصر السماوي . وجاء ديمقريطس ، العالم والرياضي اليوناني
بفكرة أن هناك حداً للصغر لا تتجاوزه الدقائق . فقال إن الدقائق تبلغ من

الصغر جداً لا يمكن بعده أن تنقسم . وسبى هذه الدقيقة النهائية ذرة (Atom)
- وهي كلمة مشتقة من الكلمات اليونانية وتعني : غير قابل للانقسام) .
إذا كانت فكرة الذرة قديمة كل هذا القدم ، فلماذا إذن نكرم جون دالتون ؟
- لأن تقدم الكيمياء منذ أيام دالتون إلى اليوم الحاضر مقرون معظمه بالعناصر
والمركبات والذرات والجزيئات - وكلها مشتقة من عمل جون دالتون . لأن
هذا العالم المقدم اقترح نظرية ذرية تخطت كثيراً أفكار القدماء .

ولد جون دالتون في ٦ ايلول عام ١٧٦٦ ابناً لحائك نول يدوي فقير في القرية
الانكليزية ايكزفيلد . وكان في الأسرة خمسة أطفال ، فدخل مدرسة يديرها رجل من
طائفة (الكويكرز) ودرس إلى جانب الديانة بعض الرياضيات والعلوم وقواعد اللغة
الانكليزية . ونال شهرة محلية بوصفه عبقرية في الرياضيات فأذنت له السلطات المحلية بأن
يفتح مدرسة ولما يتجاوز الثانية عشرة من عمره . فكان كثير من تلاميذ المدرسة
أكبر سناً من معلم المدرسة الفتى .

وفي هذه السن تقريباً أولع دالتون بتلك الهواية التي رافقته طوال حياته ،
أعني دراسة الاحوال الجوية والتنبؤ عن الطقس . فصنع لنفسه أدوات لدراسة
الطقس ، وشرع في سلسلة من المشاهدات التي لم ينقطع عن تدوينها كل أيام حياته .
فكان آخر ما دونه منها في اليوم ذاته الذي توفي فيه . وقد بلغ مجموع ما دون
من مشاهدات عن الطقس أكثر من مئتي ألف مشاهدة .

بيد أنه لم يهمل واجباته الأخرى . فبينما كان يدرس ، ويؤازر والده في
أعماله بالمزرعة الصغيرة ، ويدرس أحوال الطقس ، أتقن إلى حد ما ، اللاتينية
واليونانية ، ودرس الرياضيات وزاد اطلاعه على الفلسفة الطبيعية . وهو الاسم
الذي كان يطلق على العلوم في تلك الايام .

ولما بلغ دالتون الخامسة عشر من العمر اضطر إلى إغلاق مدرسته لعدم

وجود تلاميذ فيها والتحق بأخيه جونانان في قرية (كاندال) حيث درّس مدة اثنتي عشر سنة ، وزاد اضطلاعاً على الرياضيات والعلوم وثابر على هوايته ، أي دراسة الطقس . وحاول أثناء مقامه في كاندال أن يؤسس ندوة للمناقشات العلمية لكن شخصيته الخطابية غير الجذابة وعدم ملاءمة صوته للحديث أديا إلى إخفاق هذه المحاولة .

وفي عام ١٧٩٣ أصبح دالتون مدرساً في كلية مانشستر بانكلترا . فدرس فيها الرياضيات والعلوم لكنه لم يكن سعيداً ، بسبب كثرة الوقت الذي تقتضيه واجباته . وكان أثناء مقامه في كاندال قد وقع تحت تأثير جون غو العالم البارز المشهور الذي كان مكفوفاً منذ مولده والذي يتقن عدة لغات ويميز كل نوع من النباتات الذي يعيش على بعد عشرين ميلاً منه بالاعتماد على اللمس والذوق والشم . وكان بالإضافة إلى ذلك اختصاصياً في علم الطقس الأمر الذي وثق صلته بجون دالتون السبيء الطلعة .

شجع جون غو دالتون على نشر مشاهداته عن الطقس مما أدى إلى الانتساب إلى جمعية مانشستر الأدبية والفلسفية التي احتفظ بعضويته فيها طوال حياته ، وقرأ على أعضائها أكثر من خمسين رسالة علمية خلال السنوات الخمسين من نشاطه . عزادالتون ، بكل تواضع ، ما أحرزه من نجاح إلى العمل الشاق والدأب ، وذلك بأن قال لجمعية مانشستر : « إذا كان نجاحي يفوق نجاح الكثيرين ممن يحيطون بي فذلك يرجع بالدرجة الأولى - وأكاد أقول يرجع فقط - إلى المتابعة وطول الاجتهاد . » وقد قال توماس أديسون قولاً مماثلاً بعد مائة سنة لكن صاغه بهذه العبارة : « العبقرية واحد بالمائة وحي والإلهام و ٩٩٪ دأب وكد » . غادر دالتون الجامعة في مانشستر لتكريس وقته للدراسة العلمية والتأمل . ولم يكن غنياً فاكتفى باعطاء دروس خصوصية لكي يتمكن من تكريس وقت فراغه لدراسة الهواء المحيط به .

ان دراسة دالتون المستفيضة للجو هي التي قادته في نهاية المطاف الى النظرية الذرية للمادة . وكان روبرت بويل ، الكيميائي والفيزيائي الايرلندي ، الذي جاء قبله بمائة وخمسين سنة ، قد درس الهواء وضغط الهواء دراسة غير قليلة خلص منها الى أن الهواء مؤلف من عدة غازات . وتبعه كافنديش ولافوازيه وبريستي فاثبتوا أن الهواء مؤلف من أوكسجين وآزوت وثاني أوكسيد الفحم وبخار الماء .

وكان دالتون قد جمع مئات العينات من الهواء من أنحاء مختلفة من انكلترا ، من قمم الجبال والوديان ، من المدن والأرياف . ثم حللها ووجد أن تركيب الهواء في كل حالة واحد لا يتغير . فأثار هذا حيرة دالتون . لماذا لا يستقر ثاني أوكسيد الفحم الثقيل في القعر ؟ لماذا ينبغي أن تمزج الغازات هذا الامتزاج التام ؟ هل الريح والتيارات الحرارية هي التي تمزج الغازات ؟ حاول دالتون ، ولم يكن مجربا عظيما ، أن يتحقق من هذه القضية في المخبر . وضع زجاجة مملأى بغاز ثقيل على الطاولة وقلب فوقها زجاجة مملأى بغاز خفيف بحيث تلتقي فوهتا الزجاجتين . فلم يبق الغاز الثقيل في الاسفل ولم يبق الغاز الخفيف في الاعلى ، بل لم يلبث الغازان ان امتزجا امتزجا تاما .

وصف دالتون هذه الظاهرة «بعبارة عرفت فيما بعد بنظرية الضغوط الجزئية : « ان دقائق أحد الغازات لا تتنافر ودقائق غاز آخر ، بل تتنافر فقط مع الدقائق التي من جنسها . » وهذه الفكرة قادت دالتون الى الاعتقاد بأن الغاز يتألف من دقائق صغيرة منفصلة بعضها عن بعض بمسافات شاسعة . ولا تزال هذه الفكرة مقبولة .

وعرف دالتون الكيمياء والتحليل الكيميائي فقال أن كل ما تستطيع الكيمياء أن تقوم به هو فصل الدقائق بعضها عن بعض او جمع الدقائق بعضها ببعض . وهذه الدقائق التي تحدث عنها هي تلك الاجزاء الصغيرة التي لا نقبل التحطيم والتي تتألف منها

كل المواد وقد ظلت غير قابلة للتخميم حتى اكتشاف النشاط الاشعاعي وتخميم الذرة .

من المهم جداً لكل من يمارس الكيمياء أن يعرف ذلك القدر من المادة الذي يجب أن يدخل في أحد التفاعلات لكي ينتج ذلك القدر اللازم من المركب . وقد أمكن جمع هذه المعلومات حول كثير من الأشياء بطريق التجربة والخطأ . ولكن دالتون هو الذي استخدم هذه المعلومات المجموعة ، للحصول على الوزن النسبي للدقائق النهائية الذي ندعوه الآن الوزن الذري . وأدرك دالتون أنه يستطيع الاستعانة بالأوزان الذرية للتنبؤ بالمقدار اللازم من كل مادة للحصول على أي مركب .

ثم عمد دالتون إلى وضع جدول للأوزان الذرية . وكانت نتائجه غير دقيقة رغم سداد تفكيره . ونشأت الأخطاء التي ارتكبها عن العمل المخبري المغلوط . فبنى أوزانه الذرية بأن أعطى لدقيقة الهيدروجين 1 وقال واحد « بسيط » من الهيدروجين يتحد بواحد « بسيط » من الأوكسجين فيعطيان مركباً واحداً من الماء . وبما أن وزن الأوكسجين يساوي سبعة أضعاف وزن الهيدروجين فان الوزن النسبي لدقيقة الأوكسجين يساوي سبعة أضعاف وزن دقيقة الهيدروجين . ولم يعلم أنه يلزم ذرتان من الهيدروجين للاتحاد بذرة من الأوكسجين . ثم أخطأ في وزن المواد . أما نحن فنقول الآن إن الوزن الذري للأوكسجين 16 أي إن وزن ذرة من الأوكسجين تساوي وزن 16 ذرة من الهيدروجين .

إن نظرية دالتون الذرية ، التي ثبتت بقسمها الأعظم لاختبار الزمن ، تحوي الأفكار التالية : المواد جميعها مؤلفة من دقائق غير قابلة للانقسام تدعى ذرات Atoms . وذرات العناصر المختلفة لها صفات مختلفة ، لكن جميع الذرات في العنصر ذاته متماثلة تماماً . والذرة بكاملها تدخل في التبدلات الكيميائية . والذرات لا تتبدل حين تدخل في المركبات الكيميائية . والذرات لا يمكن خلقها أو تدميرها . ولكي يوضح اتحاد « وحداته البسيطة » رسم دوائر صغيرة ذات مراكز مختلفة

وجعل كل دائرة رمزاً لأحد العناصر . وتجد هذه الرموز ، مع رموز بعض المركبات ، في الرسوم الايضاحية .

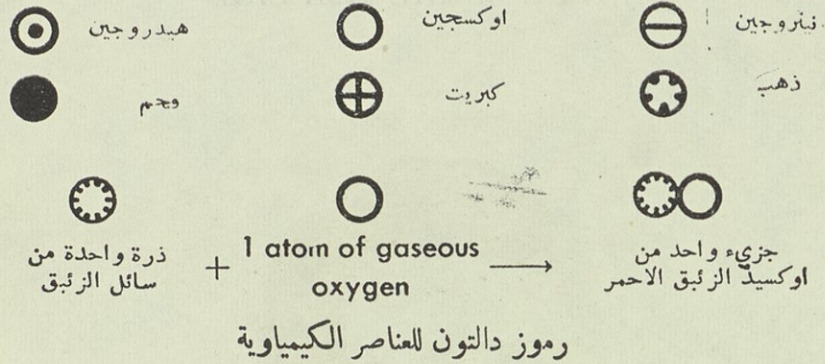
قبل زملاء دالتون العلماء نظريته الذرية بسرعة عظيمة وحظيت بتقديرهم الفائق . فانتخبه الفرنسيون عضواً في جمعهم العلمي واستقبل في باريس استقبالا حافلا . ومنحته الجمعية الملكية البريطانية وسامها عام ١٨٢٦ . وهذا ما قاله حول زيارته للندن : « إنها مكان غريب يستحق من الانسان أن يزوره مرة ، لكنها ، بالنسبة للرجل المفكر المتأمل ، أسوأ الأمكنة للإقامة الدائمة » . إنها مكان جميل أهل للزيارة لكن دالتون لا يجب أن يعيش فيه .

ونشأت مشكلة : كان على دالتون أن يمثل أمام الملك . وكانت تقاليد البلاط تقضي بأن يرتدي سراويل الفرسان ، وينتعل أحذية ذات أربطة (مبكلة) ، ويتقلد سيفاً ، وهي أمور محرمة على طائفة الكويكرز . إلا أن دالتون ، لحسن الحظ ، كان قد تسلم منذ عهد قريب درجة فخرية من جامعة او كسفورد تخوله ان يرتدي ثياب الجامعة . ولكن كيف يستطيع ابن طائفة الكويكرز ارتداء اللون الأحمر ؟ بيد أن دالتون فحص قبة الروب الجامعي وحكم بأنها خضراء اللون ، لأنه كان مصاباً بعمى الألوان . وقد قام دالتون بتجارب على هذا النقص . ولا يزال عمى الألوان يدعى باسمه - الدالتونية Daltonism .

لم يتزوج دالتون اطلاقاً غير انه ما كان ليغفل عن الجنس الآخر . فاحتوى التقرير الذي ارسله إلى أخيه يوناتان عن زيارته للندن عام ١٨٠٩ على ما يلي : انني اشاهد كل يوم حسناوات شارع نيوبوند اللواتي يسحرني منهن وجوههن أكثر من ثيابهن . ويخيّل إليّ أن ثياب بعض النسوة مشدودة إلى أجسامهم كما يشد الطبل ، أما البعض الآخر فيلقين ثيابهن حول أجسامهن كالذئار . لا أعرف كيف يجري ذلك ، لكنني أتصور أن النسوة الجميلات يبدون جميلات المظهر على أي حال .

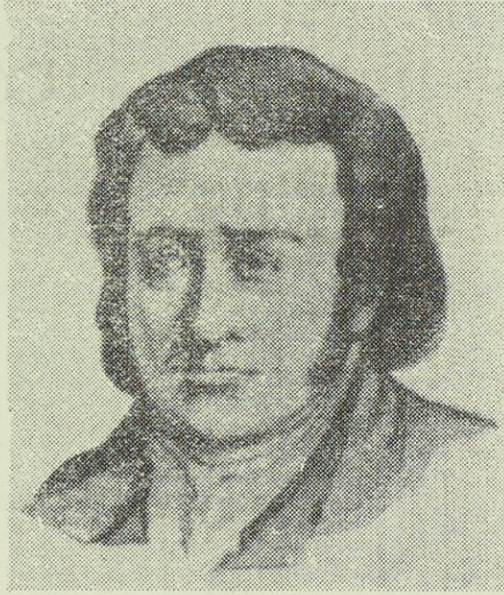
جلبت نظرية دالتون الذرية الدقة الرياضية إلى الكيمياء وجمعت بين علمي الفيزياء

والكيمياء . وأدت إلى اكتشاف أن لكل مادة طبيعة كهربائية ، وقادت إلى القنبلة الذرية : وهي أساس لتطبيق الطاقة الذرية في الأغراض العلمية .
 حين توفي دالتن عام ١٨٤٤ شيعه ٤٠ ألف شخص . لأن الناس ، حتى في ذلك الزمن ، كانوا يعلمون أن جون دالتون عملاق في دنيا العلم .



آندريه ماري آمبير

ANDRÉ MARIE AMPÈRE



كانت قسوة الانسان على أخيه الانسان في مختلف مراحل التاريخ تبلغ حداً لا يصدق . وقد كان « عهد الارهاب » الذي أعقب الثورة الفرنسية إحدى هذه المراحل في فرنسا . فهزئت « لجنة الأمن العام » بالشعار الثوري المجيد « الحرية والمساواة والأخوة » وأعدمت آلاف الأشخاص بالمقصلة لمجرد الشبهة وبلا محاكمة إلا في الحالات القليلة النادرة .

وكان من بين الذين نفروا من مشاهد القتل الفظيعة هذه ، آندري ماري آمبير ، الذي كان في الثامنة عشرة من العمر ، وقدر له أن يشهد مقتل والده الجيب ،

فأورثه هذا المشهد يأساً مريراً ، وغدا عليل العقل والعاطفة ، وقضى سنة كاملة لا يستطيع خلالها ان يفعل شيئاً سوى ان يهيم على وجهه مخدولاً يأساً ، وكاد العالم يفقد هذا العالم العظيم حتى قبل ان يبدأ حياته العلمية .

ولد آمبير في ٢٢ كانون الثاني عام ١٧٧٥ ، ابناً لأحد تجار القنب في احدى ضواحي مدينة ليون بفرنسا . وكان أبوه ، إلى جانب اشتغاله بالتجارة ، من رجال الفكر ، فلم يلبث أن أدخل ابنه إلى دراسة أمهات الكتب اليونانية واللاتينية . ولكن كان واضحاً أنه كان مقدرراً لاندرية أن يصبح رياضياً . لأنه استطاع ، وهو بعد طفل صغير جداً ، قبل أن يتعلم القراءة والكتابة ، أن يحل مسائل حسابية مستعينةً بالحصى للوصول إلى الأجوبة . ولما بلغ الحادية عشرة من عمره كان قد أتقن اللاتينية وألمّ إلمماً كافياً بالحساب التفاضلي والتكاملي .

وحين شفي من الصدمة التي ألمت به عقب موت أبيه استفاق على ضرورة العمل لكسب رزقه بعد أن قضت الثورة على موارد الأسرة . فاضطر إلى تأمين عيشه باعطاء دروس خصوصية في الرياضيات واللغات والعلوم دون أن ينقطع عن متابعة دراساته . بيد أن ذلك كله لم يشغله إلى درجة تحول بينه وبين أن يحب ويتزوج جولي كارون الفتاة الجميلة .

وبعد عام من الزواج ، في ١٨٠٠ ، رزق الزوجان السعيدان ابناً ، جان جاك آمبير الذي قدّر له ان يصبح كاتباً ومؤرخاً من الطبقة الأولى وعضواً في الجمع العلمي الفرنسي .

لم يكتب لآمبير أن تستمر سعادته في حياته الشخصية فماتت زوجته الحبيبة عام ١٨٠٤ ولم يستطع النجاة من آثار هذه الصدمة إلا بالانصراف بلا كلل إلى العمل العلمي .

لقت آمبير انتباه العالم الرياضي والعلمي عقب مقال له عالج فيه النظرية الرياضية

المتعلقة بألعاب الحظ أو الصدفة ؛ فحل مسألة ظلت تحير عقول الرياضيين
زمناً طويلاً .

وأعجب بمقدرة الشاب اثنان من علماء الفلك والرياضيات الفرنسيين ، جان
ديلامبر وجوزيه لالاند واوصيا بتعيينه مدرساً للرياضيات والفلك في المدرسة
الثانوية بمدينة ليون . فمكث فيها سنتين انتقل في نهايتهما الى باريس عام ١٨٠٥
الى مدرسة البوليتكنيك ، وهي كلية هندسة . وفي عام ١٨٠٩ ، انتخب آمبير
استاذاً لكرسي الرياضيات والميكانيك في هذا المعهد . ونشر رسائل علمية في
موضوعات متنوعة جداً : الحساب التفاضلي والتكاملي ، الكيمياء ، البصريات ،
علم الحيوان . فانتخب عضواً في معهد الفنون والعلوم المحدود العضوية .

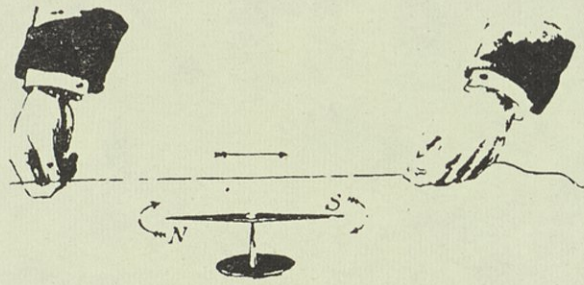
وفي عام ١٨١٩ ، نشر جوهان س ، او رستو ، العالم الدانمركي ، تقريراً
عن احدي التجارب ، وصف فيه انحراف الابرة المغناطيسية الموضوعة في جوار
سلك يحمل بالكهرباء . فكان ذلك اكتشافاً عظيماً لأنه ربط بطريقة ما بين
الكهرباء والمغناطيس .

ويبدو لنا الآن أن آمبير لم يزد في تجربته الشهيرة إلا شيئاً قليلاً جداً على
تجربة او رستو مارة الذكر . حتى لقد دار في خلد آمبير أن او رستو ربما قام
بالمهمة بنفسه . فقال : « حين اكتشف او رستو تأثير التيار على الأبرة المغناطيسية ،
ينبغي للمرء أن يتصور وجود تأثير متبادل بين دارتين تحملان تيارين من
الكهرباء » . لكن آمبير مضى يعلل السبب الذي ربما جعل هذه الفكرة تعيب
عن بال او رستو : « إن قضيباً من الحديد المش له نفس التأثير على الابرة
المغناطيسية ، بالرغم من أنه لا يوجد تأثير متبادل بين قضيبين من الحديد المش » .

أجرى آمبير تجربة : أخذ معدنية ناقلين (قضيبين من المعدن) . وجعل
أحدهما في وضع مواز للآخر . وكان أحد القضيبين معلقاً الى طرفي سكين ومدلى
منها بشكل يسمح له بان يتحرك بيسر . أما القضيب الناقل الآخر فقد ثبت

في مكانه بشكل لا يسمح له بالحركة . ووصل كلا الناقلين ببيل فولتا فأخذ القضيب الناقل المتحرك يتأرجح في اتجاه القضيب الناقل او بعيداً عنه تبعاً لاتجاه مجرى التيار في كل منهما . فان كان التياران في الاتجاه ذاته جذب القضبان أحدهما الآخر ، وإن كان التياران في اتجاهين متعاكسين نفر القضبان الناقلان أحدهما من الآخر .

وأثبت أمبير هذه الحقيقة العجيبة : يمكن انتاج المغناطيس من دون حديد وبلا مغناطيس ، ولكن بالكهرباء وحدها ! لأن الفراغ المحيط بتيار كهربائي هو من ذات نوع مجال القوة المحيط بالمغناطيس .



(تجربة اورستو : السلك الذي يحمل الكهرباء يجعل الابرة المغناطيسية تدور)

وفي عام ١٨٢٣ نشر أمبير رسالته المشهورة في المغناطيسية والكهرباء . وقد ضمن هذا الكتاب الرائع ، غير التجربة التي مر ذكرها ، تعاملاً للمغناطيسية في مغناطيس دائم بأنها ناشئة عن الكهرباء الجزيئية . وتذهب النظرية الحديثة إلى أن الذرة تتألف من نواة تدور حولها الكترونات ، والالكترونون المتحرك يشكل ، طبعاً ، تياراً كهربائياً . لذلك ربما لم يتعد أمبير كثيراً عن هذه النظرية . ولعل العلم الحديث يحل هذا اللغز : لماذا يمكن لبعض المواد أن تُمغْنَط بينما لا تعرف بعض المواد الحقل المغناطيسي ، بل وتضعف مواد أخرى الحقل الذي ينشأ عن تيار يجري في ناقل .

إن أندريه ماري أمبير واحد من زمرة الخالدين . قد تتراجع عظمة عمله
إلى المؤخرة في يوم من الأيام بسبب ظهور اكتشافات أكثر فأكثر جدة . لكن
العالم لا يمكن أن ينساه لأن العلماء أطلقوا اسمه على وحدة التيار الكهربائي
- الأمبير .



اميديو افوغادور

AMEDEO AVOGADRO



من أهم المشكلات التي واجهها العلماء في كل العصور معرفة ما يقوم به العلماء الآخرون . والعلماء بصورة عامة لا يجعلون أعمالهم سرّاً بل يسعدهم أن يطلّع الآخرون على ما اكتشفوه أو فكروا فيه . لأن التبادل الحر للأفكار بين العاملين في ميادين العلم هو الذي يعجل في التقدم . وكان العاملون في ميدان العلم في غير هذا العصر ينشرون مكتشفاتهم باللغة اللاتينية التي كان الجميع يتعلمونها في ذلك العصر .

ويكلّف الطالب في الوقت الحاضر بأن يتعلم لغة أجنبية كجزء من ثقافته .

وقد صنعت آلات الكترونية لترجمة اللغات الأجنبية ، ولا سيما الروسية ، إلى الانكليزية لكي يمكن الاطلاع على الوسائل العلمية . وهناك اختراعات الكترونية اخرى نجحت في تلخيص العدد الكبير من التقارير العلمية التي تطبع كل يوم لدى كل الأمم . ويقضي العلماء شطراً كبيراً من وقتهم في قراءة تقارير العلماء الآخرين .

والعالم الذي يعمل في حل إحدى المشكلات لا يغفل عن قراءة إلا القليل من المكتشفات المنشورة . لكن يتفق في بعض الأحيان أن يفلت أحد المقالات فلا يلتفت اليه العلماء أو لا يقدرّون مغزاه . نذكر من بين هذه المقالات ذلك المقال الذي نشر في فرنسا فلم تلتفت اليه طائفة العلماء مدة أربت على خمسين سنة ، بالرغم من أن الأفكار التي تضمنها هذا المقال كانت حيوية جداً لتقدم الكيمياء والفيزياء . فقد ميز آميديو آفوغادرو عام ١٨١١ تمييزاً واضحاً بين الذرة والجزيء فأهملت هذه الفكرة في ذلك الحين إلا أن الناس يقدرّون الآن أنها ذات أهمية أساسية .

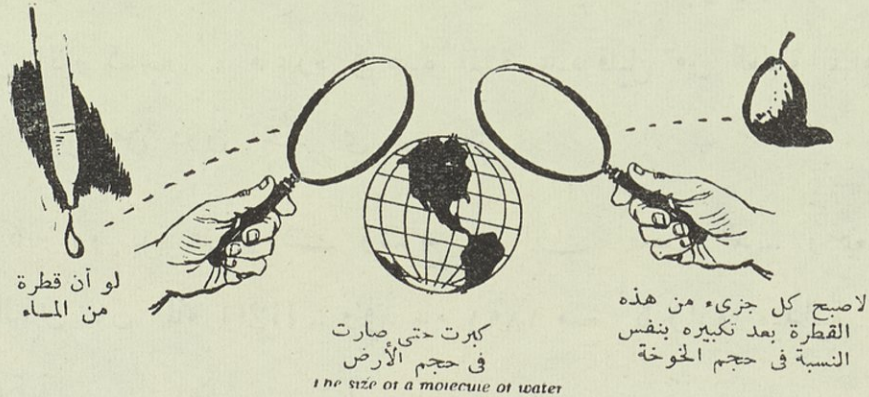
ولد آميديو افوغادرو في ٩ حزيران ١٧٧٦ في تورين بايطاليا . وكان ابوه محامياً فقرر ان يجذو حذو ابيه . وكان طالباً لامعاً فاحرز درجة البكالوريوس في الخامسة عشرة من عمره . وما إن بلغ العشرين حتى احرز درجة الدكتوراه في القانون الكنسي .

ومارس مهنته ثلاث سنوات اقتنع في نهايتها بان مهنة الحقوق لم تكن مناسبة له ، فانصرف الى دراسة الرياضيات والكيمياء والفيزياء ، ولفت انتباه الناس في بيئته الى بعض اعماله المبتكرة في الكهرباء . ولما بلغ افوغادرو الثالثة والثلاثين عين استاذاً للفيزياء في الكلية الملكية في بلدة فيرسيلي ، شمالي ايطاليا .

وبعد مضي سنتين نشر في ١٨١١ في مجلة الفيزياء الفرنسية المقال ، الذي أصبح الآن مشهوراً وكان إذ ذاك مهجوراً ، حول موضوع الجزئيات .

أمضى أفوغادرو بقية حياته في الدراسات العلمية وفي تدريس العلوم . وكان ينتاب حياته الجامعية انقطاع بين الفينة والفينة بسبب الحروب والثورات ، لأن زعماء إيطاليا كانوا يغلقون الجامعات كلها تبدلوا ثم يفتتحونها . وكان استاذاً للفيزياء في جامعة تورين من عام ١٨٥٠ الى عام ١٨٢٠ باستثناء الفترات التي اغلقت فيها الجامعة ابوابها . وتوفي في الثمانين من العمر وكان العالم في ذلك الحين لا يزال غير واع بعبريته العلمية .

من المعلومات الشائعة الآن أن صيغة الماء الكيميائية هي H_2O وكلنا نعلم أن هذه الصيغة تعني ان ذرتين من الهيدروجين تتحدان مع ذرة واحدة من الاوكسجين لانتاج جزيء واحد من الماء . والذرات والجزيئات صغيرة جداً . وقد وضع العلماء الآن طرقاً لاحصاء الجزيئات فاهتدوا الى أن قنينة حجمها ربع غالون مملوءة بأي غاز من الغازات تحوي (٢٥,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) جزيئاً . وقبل أن يضع العلماء طرقاً لاحصاء الجزيئات بمدة طويلة قال أفوغادرو إن الاحجام المتساوية من الغازات - مهما كان نوع الغاز - تحوي العدد ذاته من الجزيئات . يجب ، طبعاً ، أن يجري قياس الغازات تحت الشروط ذاتها من الضغط والحرارة . وتعرف هذه الفكرة لدى رجال الكيمياء المحدثين بقانون أفوغادرو .



(حجم جزيء من الماء)

كان دالتون ، وهي أبو الفكرة الذرية ، يكتفي بأن يتصور الماء على أنه OH ، وكان الكيميائيون ، بصورة عامة ، يستطيعون القبول بأن هذه الصيغة تبين العناصر التي تدخل في المركبات . ولكن هذا ليس كافياً لتوضيح جميع ما يحدث . والعلماء محتاجون الى معرفة الكميات التي تدخل في المركب بصورة دقيقة .

في عام ١٨٠٨ أجرى جوزيف غيلوساك ، الكيميائي الفرنسي المشهور ، بعض التجارب الإيضاحية التي أثارت الشك حول بعض جوانب نظرية دالتون . وكان كل من دالتون وغيلوساك محقاً . وكان أميديو آفوغادرو قد قال مثل ذلك في رسالته المشهورة الآن التي نشرها عام ١٨١١ فلم يقرأها أحد وظلت مقبورة بين محفوظات الكتب العلمية . وكان العلماء يسيرون في طريق مسدود . وفي عام ١٨٦٠ عقد العلماء اجتماعاً في (كارليسيروهي) بألمانيا من أجل السعي لحل المشكلة . واستعرضت وجهات نظر كثير من العلماء وعرض كيميائي "إيطالي يدعى (ستانيسلو كانيزارو) نظرية أميديو آفوغادرو ودافع عنها بقوله : « أنظروا الى المسألة ما أسهلها كلها ، فكل ما يجب علينا أن نقبل بأن الجزيئات لا ينبغي أن تتألف فقط من أنواع مختلفة من الذرات ، بل يمكن للجزيء أن يتكون كذلك من ذرتين من النوع ذاته . وعلى هذا يتألف جزيء الأوكسجين من ذرتين من الأوكسجين » فأعاره في هذه المرة عدد قليل من العلماء انتباههم . لكن الاجتماع تأجل من دون اتخاذ أي قرار .

لم ييأس كانيزارو بل علم وكتب وشرح إلى أن أصغت الدنيا وسمعت . وحينئذ قبل الناس بأن الماء H_2O . وفي عام ١٨٩١ منح كانيزارو ميدالية كوبلي من الجمعية الملكية .

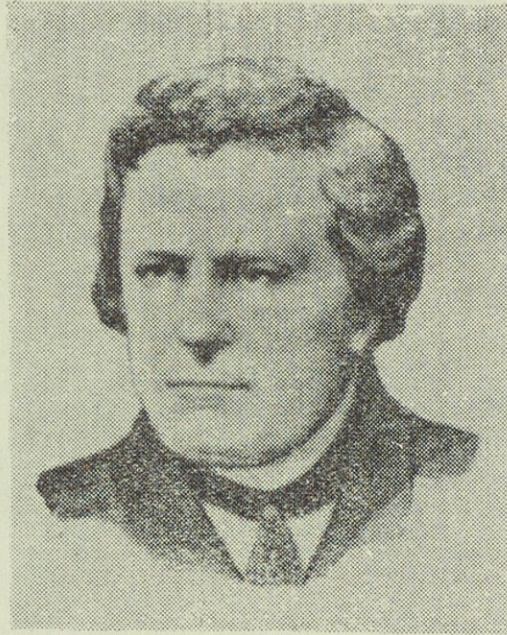
وفي عام ١٩١١ اجتمع المئات من العلماء من كل أقطار المعمورة في تورين
بايطالياً . اجتمعوا ايزيجوا الستار عن نصب تذكاري بمناسبة مرور ١٠٠ سنة على
نشر قانون آفو غادرو .

ان الاعتراف بالعبقري الذي اكتشف الجزيء جاء متأخراً جداً .



جورج سيمون أوم

GEORGE SIMON OHM



استقال جورج سيمون أوم من منصبه كأستاذ للرياضيات في الكلية الجزويتية في مدينة كولونيا . وكان ذلك في عام ١٨٢٧ حين كان البروفسور أوم في الأربعين من العمر وبعد أن فرغ من نشر رسالة عنوانها « قياسات رياضية للتيارات الكهربائية » . لكن الرسالة لم تستقبل بما كان يظن انها جديرة به من الحفاوة، ورأى أنها قد أهملت فعلاً . لأن الذين قرأوها شعروا أن أوم لم يقدم شيئاً جديداً إلى الرياضيات ولا إلى العلم . واختلف مدرس الرياضيات المتحمس هذا مع وزارة الثقافة ووجد نفسه بلا عمل مهما كان نوعه بعد أن كان يتوقع ترقية مكافأة له على نشر رسالته .

ولد جورج أوم في بافاريا بجنوب شرقي ألمانيا في ١٦ آذار عام ١٧٨٧ .
وكان أبوه كجده حداداً يصنع الأقفال والبنادق . فقد ظلت هذه المهنة أجيالاً
طويلة يورثها الأب لابنه !اجوهان أوم فقد قطع السلسلة ، وظل حتى الأربعين
من عمره يتجول في فرنسا يمارس مهنته الراقية حتى استقر في بلدته ارلانجن حيث تزوج
وأنجب ولدين : جورج ومارتن .

والتفت في الوقت ذاته إلى دراسة العلوم والرياضيات وأرضع ولديه حب العلم لاحب
المهارات الميكانيكية التي ورثها عن أسلافه . فأصبح ولداه كلاهما مدرسين للرياضيات
بعد أن تخرجا من الجامعة المحلية .

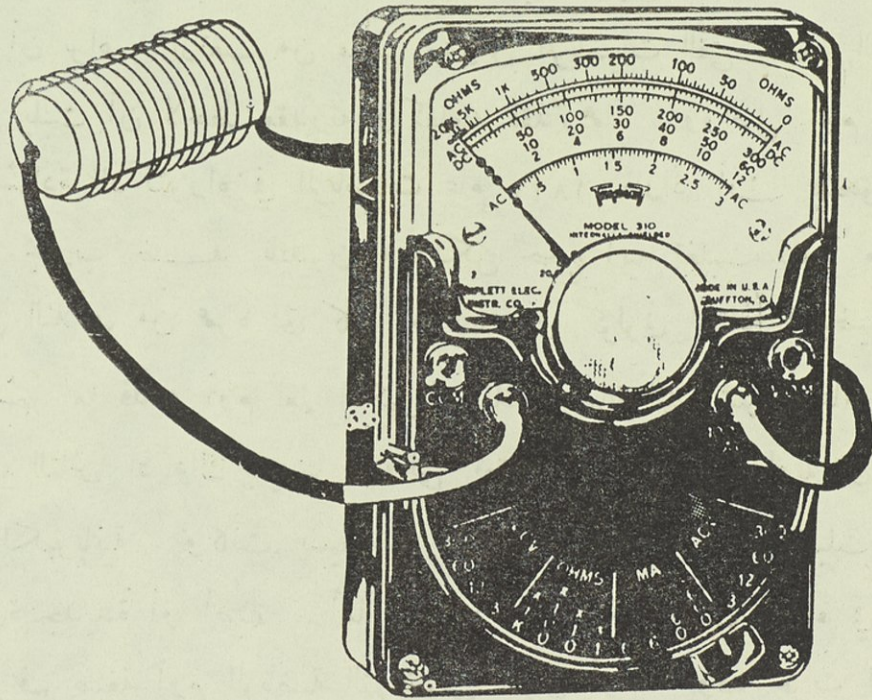
وعُيِّن جورج في الثامنة عشرة من عمره مدرساً للرياضيات في بلدة غوتشتاد
في منطقة برن السويسرية . ولما وقعت عليه عين مديره ، الذي كان قد عَيَّنَه
من دون أن يراه ، ارتعب من منظر مدرس الرياضيات الفتي الصغير النحيف .
إلا أنه لم يلبث أن لاحظ مقدرته وكفاءته فقدّرهما . وواصل أوم دراساته
حتى نال شهادة الدكتوراه في الرياضيات عام ١٨١١ فاراد أن يلتحق بالجيش
الذي كان يحارب ضد نابليون ، ولكن حجج أبيه تغلبت فبقي مدرساً .
وانضم في الثلاثين من عمره إلى كلية الجزويت في كولوني استاذاً للرياضيات .

إن أشهر ما قدمه أوم لعلم الكهرباء تلك الرسالة التي نشرت عام ١٨٢٧ ،
فلم يعترف الناس إذ ذاك بقيمتها ، والتي تُعتبر بحق حجر الزاوية في حسابات
الدارات الكهربائية . وكانت بسيطة في ظاهرها إلى درجة أنها استقبلت كبدهية
لا كفكرة جديدة أو أصيلة . أما في هذه الأيام فكل طالب فيزياء في المدارس
الثانوية يعرف صيغة أوم الرياضية التي تدعى قانون أوم . وقد جرت العادة بأن

يكتب بالرموز الرياضية هكذا : $s = \frac{q}{m}$ ، وهو يعني ان التيار الكهربائي

س في دارة ما يزداد شدةً كلما ازدادت القوة الكهربائية المحركة q . وبتناقض

كلما ازدادت المقاومة م . وهذا يكاد يكون تعبيراً عن قانون شامل - كلما
ازدادت صعوبة القيام بعمل من الاعمال ازداد الجهد اللازم للقيام به .
بعد استقالة أوم من منصبه وجد من الصعب عليه كسب رزقه باعطاء
الدروس الخصوصية ، وتمكن بعد ستة أعوام من العودة الى التدريس . واذ كان
ما يزال يلقي الاعراض في ألمانيا اعترفت بريطانيا بعمله العظيم وقدرته ، فمنحته
الجمعية الملكية بلندن وسام كوبلي عام ١٨٤١ .
توفي جورج أوم في مونيخ بألمانيا عام ١٨٥٤ في السابعة والستين من العمر .
وفي ١٨٨١ أثناء اجتماع المؤتمر الدولي لمهندسي الكهرباء في باريس تقرر أن
تسمى وحدة المقاومة الكهربائية أوم .



(مقياس أوم (اوم ميتر) ، جهاز حديث لقياس المقاومة ، نسبة الى أوم)

وقد كانت الغاية من هذا التكريم المتأخر التعويض عما عاناه أوم من الازدحام
طوال تلك السنوات الطوال . وإنه لمن الصدف السعيدة أن الوحدات الكهربائية

الثلاث تحمل اسماء الثلاثي الدولي - فرنسي ، وايطالي ، والماني . والذي بين
العلاقة بين الوحدات الثلاث هو أوم الالماني الذي يمكن كتابة قانونه هكذا :

$$\text{شدة التيار بالامبيرات} = \frac{\text{فرق الكمون بالفولت}}{\text{المقاومة بالاوم}}$$

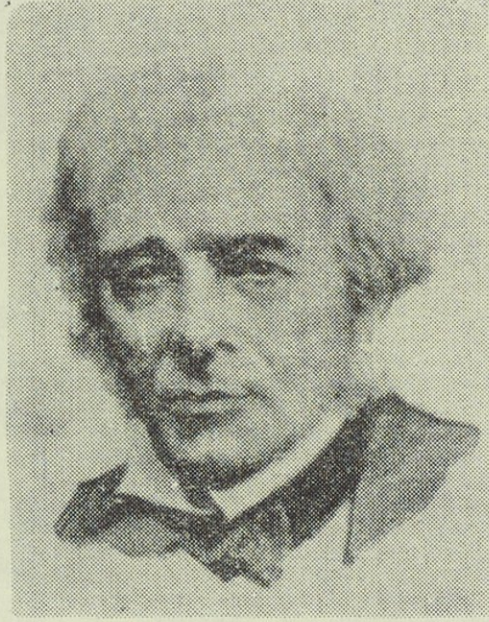
$$\text{Amperes} = \frac{\text{Volts}}{\text{Ohms}}$$



« دولية » (التي تسمى أيضا « أوم »)
 في سنة 1946 وقد تم الاتفاق في باريس على ان
 ان يكون هذا هو المقياس الذي يجب ان يتبعه
 العالم كله في قياس المقاومة . وقد تم
 الاتفاق على ان يكون هذا هو المقياس الذي
 يجب ان يتبعه العالم كله في قياس المقاومة .
 وقد تم الاتفاق على ان يكون هذا هو المقياس
 الذي يجب ان يتبعه العالم كله في قياس
 المقاومة .

ميكائيل فارادي

MICHAEL FARADAY



« حوّل المغناطيسية إلى كهرباء »

سجل ميكائيل فارادي هذه العبارة المختزلة في دفتر مذكراته عام ١٨٢٢ . وكان هذا الإيعاز المختصر الموجه إلى شخصه تلخيصاً لمشكلة علمية تتطلب منه حلاً . وعليه أن يضعها جانباً لأنه مشغول جداً ببعض المسائل « العملية » . وكان العلماء الآخرون في كل أنحاء العالم يبحثون عن حل لهذه المسألة النظرية البحتة في ذلك العصر . ويحتل ميكائيل فارادي مركز الصدارة بين العلماء التجريبيين لأسباب كثيرة . لكن العمل الذي توجّه به كل أعماله كان حين استطاع أن يبين للعالم

كيفية « تحويل المغناطيسية الى كهرباء » . وقد جرى ذلك عام ١٨٣١ حين التفت أخيراً الى المسألة وتوصل الى الجواب التاريخي خلال عشرة أيام من العمل فقط .

ولد ميخائيل فارادي في إحدى ضواحي لندن في ٢٢ ايلول عام ١٧٩١ . وكان أبوه حداداً فقيراً فلم يتهياً له سوى حظ قليل من التعليم : لم يتعلم تقريباً سوى القراءة والكتابة والحساب . واضطر حين بلغ الثالثة عشرة من عمره الى ترك المدرسة للعمل في توزيع الصحف لدى أحد باعة الكتب . وبعد سنة من هذا العمل رضي بائع الكتب بأن يستخدم ميخائيل في تجليد الكتب .

منذ هذا الحين تحول مجرى حياة هذا الصبي . فانتقل ليعيش في بيت مستخدمه كما جرت العادة بالنسبة لمن يتلمذ في إحدى المهن . وتمكن في أوقات فراغه من قراءة عدد كبير من الكتب المتيسرة . وكان معلمه يحسن فهمه ويشفق عليه ويشجعه على تثقيف نفسه بهذه الطريقة .

وكتب فارادي فيما بعد : « يوجد كتابان أفدت منها بشكل خاص : الموسوعة البريطانية التي جنيت منها أفكارى الأولى عن الكهرباء ، وكتاب (أحاديث في الكيمياء) للسيدة جين مارسيت الذي زودني بأفكارى الأساسية في ذلك العلم » ولا بد أن هذين الكتابين قد تركا فيه آثاراً راسخة فعلاً مما جعله يقضي عمره في البحث الكيماوي والكهرباء . وفي عام ١٨١٠ استمع الى مجموعة قليلة من المحاضرات في الفلسفة الطبيعية . وأخذ مذكراتٍ كاملة عن هذه المحاضرات ثم استخدم براءته في التجليد فجمعها في مجلدات . وكانت قدرته على تسجيل ما كان يسمعه أو يراه ذات أهمية خاصة له كما سنرى .

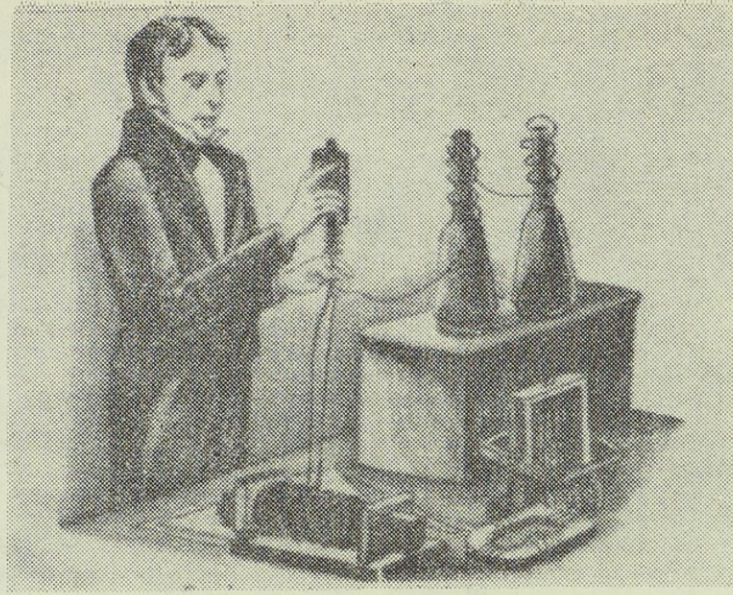
وأتى فارادي تلمذته في مهنة تجليد الكتب حين بلغ الحادية والعشرين من عمره . فترك معلمه ليستغل لا بصفة عامل مبتدئ بل بصفة عامل متخرج . لكنه لم يسعد بعمله الجديد لأن مستخدمه كان متعباً وكان العمل رتيباً ومزعجاً . وكانت دنيا العلم قد أخذت تستولي على خياله .

كتب فارادي رسالة إلى العالم اللامع السير هامفري ديفي في المعهد الملكي أبدى فيها رغبته في ان يهجر مهنة التجليد ويحصل على عمل في المخبر العلمي . وأرفق فارادي بالرسالة دفتر مذكرات مكتوباً بعناية ووضوح ؛ مذكرات دوّنها عن محاضرات السير هامفري ديفي . وكان أن قلب هذا الدفتر الأمور رأساً على عقب . فسُمع لفارادي بأن يقابل السير هامفري ديفي وأن يبين له أنه قد أجرى بنفسه تجارب كيميائية وكهر كياوية ودوّن مذكرات عما قام به من هذه التجارب ، وصنع بيل فولتا ، وحلل عدداً من المركبات إلى عناصرها بطريقة كهربائية فأعجب ديفي به إعجاباً عظيماً واقترح تعيينه مساعداً في مخبر المعهد الملكي . وبعد سنوات كان هامفري ديفي يقول : « ان اعظم اكتشافاتي هو فارادي » .

بدأ فارادي عمله في آذار ١٨١٣ ، وفي تشرين الأول ، بعد سبعة أشهر ، غادر السير هامفري لندن وزوجه الليدي ديفي ، التي كان قد تزوجها منذ عهد قريب ، لقضاء شهر العسل والقيام بجولة علمية في القارة الأوربية استغرقت سنتين ونصفاً . واصطحبا فارادي سكرتيراً ومساعداً علمياً . فغير ابن الحداد في أقل من سنة نظرتة العامة كلها . واستطاع مجلد الكتب سابقاً أن يجتمع إذ ذاك بعلماء العصر البارزين أثناء مساعدته لديفي في محاضراته وتجاربه الإيضاحية . وفي نيسان ١٨١٥ انتهت الجولة وعاد ميخائيل فارادي للعمل في المعهد الملكي الذي أمضى فيه الشطر الباقي من حياته الشديدة الحُصب وأصبح خلفاً لديفي في منصب مدير المخبر .

كرّس فارادي نفسه ، خلال عدة سنوات ، للأبحاث ذاتها التي كان السير همفري ديفي يهتم بها فأجرى التجارب في الكيمياء ، والكهر كيمياء وفي المعادن وساعد في تطوير مصابيح ديفي السلمية المشهورة .

وأسفر ولعه في الكيمياء الكهربائية عن قوانين التحليل الكهربائي التي تدعى



(فارادي يجري التجارب على الكهرباء)

أيضاً قوانين فارادي للتحليل الكهربائي . وتطلق عبارة التحليل الكهربائي على الأثر الذي ينشأ عن مرور الكهرباء في أحد السوائل . وكان العلماء قد وجدوا أن الكهرباء تستطيع أن تحلل الماء الى أوكسجين وهيدروجين . وكان السير همفري ديفي قد مرر كهرباء خلال كتلة من البوتاس الكاوي فأدى ذلك إلى تحليل هيدروكسيد البوتاسيوم وهو الاسم الكيميائي للبوتاس الكاوي ، وبذلك تم اكتشاف البوتاسيوم . فقام فارادي بتجارب دقيقة واستطاع أن يبرهن على أن كل مقدار معين من الكهرباء لدى تمريره بإحدى المواد يحلل مقداراً معيناً من العناصر التي تتكون منها .

هذا القانون جعل بالإمكان صناعة اول مقياس كهربائي تجاري . فصارت الكهرباء التي تستخدم في المنزل تمرر خلال زجاجة صغيرة تحوي مساري من الفضة (قضباناً من الفضة) وفي نهاية كل شهر توزن المساري الفضية فينبغي الاختلاف في الوزن عن كمية الكهرباء التي جرى استهلاكها . وبهذه المناسبة نذكر أن الاصطلاحات الفنية التي تُستعمل في الكهرباء التحليلية وأعني ، المسري ، المصعد ، المهبط ، الكهرليت او الجسم القابل للتحلل الكهربائي ، الشوارد -

هي كلها من وضع فارادي . وكانت النقطة الأخرى الهامة هي القدرة على تعيين قيمة الأمبير (أي وحدة التيار) بصورة مضبوطة . والأمبير هو كمية الكهـ باء اللازمة للحصول على ٠.٠٠١١١٨ غرام من الفضة في الثانية الواحدة لدى تحليل نترات الفضة . والجدير بالملاحظة ان الأمبير قد حدد بهذه الصورة بناء على قرار اتخذه الكونغرس الامريكي في ١٨٩٤ .

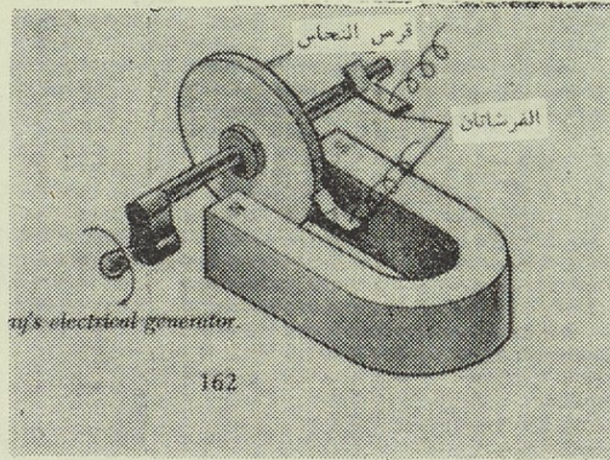
في صباح بارد من عام ١٨٢١ اصطحب ميخائيل فارادي زوجته من شقتها في المعهد الملكي إلى مخبره . وكان اليوم يوم عيد الميلاد . فتساءلت الزوجة الشابة ما عسى أن تكون الهدية التي سيفاجئها زوجها بها . ولما وصلت المخبر بمتلئة سروراً وبهجة وجدت - هديةً فاخرة لا لها فحسب بل للعالم كله . فقد استطاع فارادي لأول مرة انتاج حركة ميكانيكية مستمرة بفعل تيار كهربائي . وكل محرك كهربائي ، من ذلك المحرك الصغير الموضوع في لعبة قطار إلى المحركات الضخمة في القاطرات الكهربائية ، يعمل على المبدأ الأساسي ذاته الذي كشف عنه ميخائيل فارادي في ذلك العيد التاريخي من أعياد الميلاد .

ماذا رأت السيدة فارادي المحظوظة لدى زيارتها المخبر ؟ فوق الطاولة كان يوجد وعاء مليء زيتقاً حتى حافته تقريباً . وربط قضيب من المغناطيس بعناية من إحدى طرفيه إلى قعر الأناء ، وبرز الطرف الآخر قليلاً فوق الزيتق . وجيء بقضيب من النحاس فعُلّق فوق قضيب المغناطيس وألصقت نهايته السفلى بفليئة عائمة فوق الزيتق . وكان قضيب النحاس مركباً بأسلوب يسمح له بالدوران حول المغناطيس . ووصلت بطارية بالطرف العلوي من القضيب وبالزيتق الذي كان يلامس الطرف الأسفل من القضيب . ولما تمّت الدارة أخذ قضيب النحاس يدور حول المغناطيس .

وتعليل ذلك ، التعليل الذي نعرفه الآن ، أن الكهرباء التي تمر خلال السلك انتجت حقلاً مغناطيسياً ، فتفاعل هذا مع الحقل المغناطيسي للمغناطيس

الدائم وأخذت القوة الموجودة بينها تدفع قضيب النحاس الى الدوران بسرعة حول المغناطيس . وفحصت جميع الحالات المختلفة لهذا المبدأ ، وجرت البرهنة عليها . ورُتّب الجهاز من أجل تغيير الاتجاه الى عكسه - إما بعكس وصله البطارية أو بعكس قطب المغناطيس . وبدل فارادي التركيب فجعل قضيب النحاس ثابتاً وترك المغناطيس ليدور .

وادرِك أن من الممكن ألا يكون هناك حاجة الى المغناطيس . فالارض ذاتها مغناطيس . وقام بتجربة لاستعمال حقل المغناطيس الأرضي كجزء من « مُحركِه » وقام بالترتيب الذي تراه في الرسم البياني . فكان الناقل المعلق من طرفه الأعلى يعوم على الزيت في زاوية قدرها ٤٠ درجة تقريباً . وكانت زاوية ميل مغناطيسية حقل المغناطيس الأرضي حوالي ٧٢ درجة في لندن في ذلك الحين . ولما مرّر التيار دار الناقل حول خطوط القوة المغناطيسية الأرضية .



(المولد الكهربائي الذي صنعه فارادي)

وهكذا وُلِدَ المحرك الكهربائي . ولكن بما يدعو الى الاستغراب ان المخترعين لم يتهاقتوا على استخدام المحرك في الأغراض العملية . ولعل قلة اهتمامهم - بالرغم من أن بعض المخترعين اشتغلوا فعلا في هذا الموضوع - ناشئة عن

الكلفة الباهظة جداً للكهرباء وعن خطر اقتناء البطاريات الكهربائية (البيلات الفولتية كما كانوا يدعونها) .

وكانت دنيا العلم قد بدأت تقدر فارادي . ولم يكن حتى هذا الحين معروفاً الا بأنه مساعد السر هامفري ديفي . لكن بجهته ونجاحاته في مبدأ المحرك الكهربائي أبرزته كعالم عن جدارة . فرشح ثم انتخب عضواً في الجمعية الملكية . وبما يدعوا إلى الاستغراب أن السر هامفري عارض في انتخابه . فهل كان ديفي يغار من ارتفاع نجم مساعده بهذه السرعة ، أم كان يعتقد أن « هذا الذي كان عاملاً مبتدئاً في صناعة التجليد وغدا الآن فيلسوفاً » لم يكن بعد جديراً بهذا التكريم ؟

وبعد التجربة التي قدمها في عيد الميلاد ظل عشر سنوات مشغولاً في البحوث الكيماوية . لكن هذا لم ينسه ذلك الايعاز الذي وجهه إلى نفسه في مذكرته :

« حول المغناطيسية الى كهرباء ! »

وكان هانس كريستيان أورستد الفيزيائي الدانمركي قد اكتشف في تشرين الأول ١٨٢٠ أن التيار الكهربائي الذي يجري في ناقل له قوة تبديل وضع الأبرة المغناطيسية المتجهة إلى الشمال والجنوب . وادرك أن التيار ينتج حقلاً مغناطيسياً حول الناقل . وادركت دنيا العلم أهمية هذا الاكتشاف وتوجت الانظار والجهود إلى عكس هذا المفعول :

الكهرباء تستطيع توليد المغناطيس . فهل يستطيع المغناطيس توليد الكهرباء ؟ وكيف ؟

وحين وجد فارادي الجواب كان بسيطاً جداً بحيث يصعب علينا أن نصدق ان العلماء قد قضوا سنوات كثيرة لايجاد الطريقة . وبعد تجارب فاشلة كثيرة وجد الحل في ١٧ تشرين أول ١٨٣١ .

إليك كيف اكتشف فارادي مبدأ التحريض الكهربائي . جاء بسلك من النحاس طوله ٢٢٠ قدماً ، ولفه حول اسطوانة من الورق المقوى (الكرتون) وجعل بين لفات السلك خيطاً من القنب وجعل بين طبقات السلك النحاسي طبقات من قماش الخام ، ووصل طرفي السلك بجهاز يستطيع كشف وجود الكهرباء ، أي مقياس غلفاني . ثم أخذ فارادي يدفع قضيباً من المغناطيس الى داخل الاسطوانة فأشار مقياس غلفاني الى وجود تيار كهربائي . أخرج المغناطيس فوجد أن الجهاز يتحرك أيضاً لكن في اتجاه معاكس هذه المرة . وحين يكون هذا المغناطيس في حالة سكون لا تتولد اي كهرباء . واجرى التجربة بطريقة اخرى : حرك الوشيمة وجعل المغناطيس ساكناً ونجح أيضاً . وكان الحل الآتي : الحركة النسبية بين الناقل والمغناطيس تحول المغناطيسية الى كهرباء .

ولم يلبث فارادي أن ابتكر طريقة لجعل الحركة متواصلة من أجل تحريض قوة كهربائية مستمرة لا آنية . فجاء بقرص من النحاس ، قطره قدم واحدة وسمكه ربع بوصة تقريباً ، وركبه على محور من الشبّيه (النحاس الاصفر) وجعل القوس بين قطبي اقوى مغناطيس في الجمعية الملكية . ووضع قطعة من النحاس (فرشاة) بحيث تحدث تماساً مع القرص النحاسي الدائر ، ووضع « فرشاة » نحاسية ثانية بحيث تحدث تماساً مع المحور . ووصل الفرشاتين بمقياس كهربائي . حين يدور القرص ينحرف المقياس الكهربائي مشيراً الى أن هناك كهرباء تتولد . هذا المحرك الكهربائي الاول ، الجد الاكبر للمحرك العملاق المستعمل في الوقت الحاضر . تراه مصوراً في ص ١٨٧ .

وفي تشرين الثاني ١٨٣١ وصف فارادي اكتشافه امام الجمعية الملكية . واستخدم فكرة الخطوط المغناطيسية للقوة ولانابيد القوة من اجل شرح قوانين التحريض الكهربائي . وما يزال قانونه : - قوة الكهرباء المحرّضة تتوقف على عدد خطوط القوة المغناطيسية التي يقطعها السلك في كل ثانية - ما يزال هذا القانون حجر الزاوية لعلم الكهرباء النظري والعملي حتى يومنا هذا .

لم يقيم فارادي بأي محاولة لتطوير فكرته من أجل أي غرض تجاري ، لأنه كان لا يهتم إلا بالبحث العلمي ، ولا يصل إلى حل للمشكلة الأساسية حتى يفقد اهتمامه بها ويلتفت إلى بحوث أخرى .

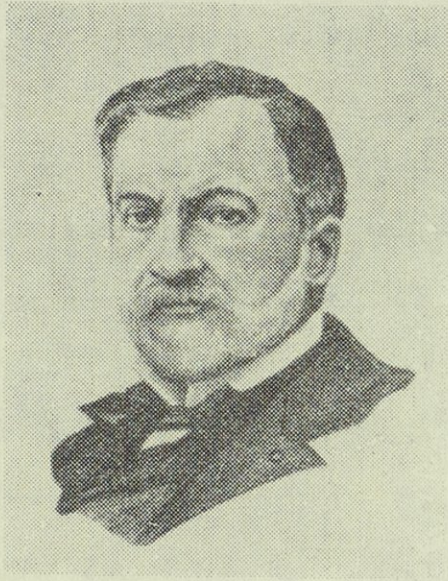
وواصل فارادي دراساته العلمية منذ ١٨٣١ حتى وفاته في ٢٦ آب ١٨٦٧ باستثناء فترة بين ١٨٤١ و ١٧٤٥ شكا خلالها من مرض ، ربما هو التسمم بالزئبق ، جاءه من عمله في المخبر . وأجرى دراسات أخرى تكفي كل واحدة منها لتجعل منه عالماً عبقرياً . فقد أقام الدليل ، مثلاً ، على أن للضوء طبيعة كهربائية وذلك بأن حرف ضوءاً مستقطباً بمغناطيس .

كان ميخائيل فارادي أبا المحرك الكهربائي والمولد الكهربائي ، وكانت عبقرية بريئة من الأثرة فكرس نفسه للعلم . إن الصناعة الكهربائية كلها تقرم على كتفي هذا العملاق وقد خلّد اسمه بإطلاقه على وحدة هامة من وحدات القياس في علم الكهرباء - الفاراد .

* * *

جوزيف هنري

JOSEPH HENRY



أهمل جوزيف هنري نشر تجاربه حين قيامه بها ففوّت على نفسه وعلى وطنه (الولايات المتحدة) ما هو جدير به من تكريم في تاريخ علم الكهرباء. فقد قام أستاذ العلوم هذا في معهد (أولباني) بولاية نيويورك باكتشافات في التحريض الكهربائي قبل فارادي بعدة سنوات، لكنه، بسبب التواضع والاهمال لم ينشر مكتشفاته، فوصفه كثير من المواطنين المتطرفين في الوطنية بالحيانة بسبب الرسائل العلمية التي لم يكتبها.

ولد جوزيف هنري في مزرعة صغيرة بمدينة (أولباني) بولاية نيويورك في ١٧ كانون الاول ١٧٩٧. وكانت أسرته على درجة شديدة من الفقر فأهمل تعليمه

إهمالاً شديداً ! وكان يقضي معظم وقته في العمل في المزرعة . بيد أنه علّم نفسه كيف يقرأ قراءة جيدة فاستوعب جميع الكتب - ولا سيما القصص الرومانتيكية - التي أمكنه الحصول عليها . وحين بلغ الرابعة عشرة من عمره أرسل إلى مدينة أولباني ليكسب رزقه بالعمل كاتباً في مخزن . وهناك اكتشف دنيا المسرح الحيايية . فعمل أيضاً سنتين ممثلاً هاوياً أبدي خلالها براعة كبيرة واكتشف في نهايتها عالماً حقيقياً جديداً ، عالم العلم .

انتسب جوزيف هنري إلى معهد (أولباني) الذي كان ، لحسن الحظ ، يقدم دروساً مسائية . وفي خلال سبعة أشهر أخذ خلالها دروساً خاصة من مدير المدرسة العطوف بالإضافة إلى الدروس النظامية ، استطاع ان يجرز المؤهلات التي تجعل منه معلماً في القرية . فتحول إلى التعليم في المدارس لكسب رزقه وواصل دراساته المسائية في معهد (أولباني) . ولم يكن لديه وقت كاف للقيام بأشياء كثيرة غير ذلك ، لأن التدريس ومتابعة الدروس والسفر بين المدرسة والمعهد كانت تستغرق معظم يومه . ولحسن الحظ شغرت وظيفة مساعد مخبر في قسم الكيمياء في معهد أولباني واستطاع ان يشغلها . فكان ذلك عملاً رائعاً إذ أتاحت لهنري الفرصة للعمل بالأجهزة طول النهار ، يُعيدُ العدة للتجارب الايضاحية للمحاضرات ويقدم بهذه التجارب بنفسه . وفي الوقت ذاته تابع دراسته وتخصص في الرياضيات والعلوم .

أتم هنري الدروس المتوافرة في معهد أولباني وترك المخبر ، بغير حماسة ، لقبول عمل في قنال إيري Erie حيث عيّن مهندساً مراقباً . وكان نجاح القنال سريعاً ، فجلب أرباحاً طائلة لمدينة نيويورك ولولاية نيويورك ، وافتتح عهداً للأشغال العامة في مختلف الولايات التي كانت تريد منافسة نيويورك . فعرضت وظائف كثيرة برواتب ضخمة على من كان لديه مثل مواهب جوزيف هنري ومثل تدريبه . إلا ان جوزيف قد أدار ظهره ، في التاسعة والعشرين من

عمره ، لعروض الوظائف الهندسية وقبل منصب أستاذ العلوم والرياضيات في معهد (ألباني) ..

وكان برنامج التدريس اليومي شاقاً ، لأن جوزيف كان مدرساً محبوباً . وكان ذا قوام متناسب ، أشقر الشعر ، أزرق العينين ، برونزي البشرة بسبب الحياة التي أمضاها بالعمل في العراق . وكانت السنوات التي عمل فيها مساعداً في المختبر قد جعلت منه أستاذاً في إجراء التجارب . كما أن عمله ممثلاً مبتدئاً ساعده على تقديم دروسه بطريقة جذابة مشوقة . فكان شتائه زاخراً بالعمل المدرسي . إلا أن سفر الطلاب لقضاء العطلة الصيفية كان بمثابة إشارة لكي يبدأ جوزيف العملية الخاصة .

وكان ويليام ستارجون قد ابتكر في انكلترا المغناطيس الكهربائي بأن أخذ قضيباً من الحديد المش وثناه بشكل حدوة حصان ثم دهنه بطبقة من الطلاء (الفرنيش) ولف عليه طبقة واحدة من سلك من النحاس العاري ، ومرر تياراً كهربائياً خلال السلك مما جعل قضيب الحديد مغناطيسياً . وقيل إن قضيب ستارجون المغناطيسي الكهربائي كان يستطيع حمل ٩ أرطال من الحديد الطري بقوة الجذب المغنطيسي . فجاء جوزيف هنري وأعاد بناء مغناطيس ستارجون الكهربائي وحسّن فيه بأن عزل السلك بالحريز وتمكن من لف عدة لفات من السلك حول قضيب من الحديد دون أن يخشى حدوث دارات قصيرة Short Circuits بين اللفات فاستطاع مغناطيسه رفع ٢٣٠٠ رطل .

إن بناء هنري للمغناطيس الكهربائي (الكهرطيس) قاده إلى المهمة المشهورة ، مهمة تحويل المغناطيس إلى كهرباء . فلف قطعة من السلك المغلف بالحريز حول قضيب من الحديد المش . ووصل طرفي السلك بجهاز غلفاني ووضع قضيب الحديد عبر محوري الكهرطيس . ثم أعطى إشارة إلى مساعده فوصل الكهرطيس ببطارية وأخذ هنري يرقب جهاز غلفاني . فرأى أن الجهاز يشير إلى وجود توتر كهربائي

(فولتاج) ثم يعود إلى الصفر . وأصدر إلى مساعده إشارة أخرى فقطع السلك ورأى هنري أن جهاز غلفاني يشير مرة ثانية الى ان قوة كهربائية قد تولدت في الوشيعه الثانية لكن في اتجاه معاكس هذه المرة . وهكذا اكتشف هنري مبدأ التحريض الكهروطيسي . إلا أنه لم ينشر اكتشافه فنال فارادي ، عن جدارة ، شرف نسبة الاكتشاف إليه .

لكنه كانت هناك ناحية صغيرة لم تخطر ببال فارادي ، أعني فكرة التحريض الذاتي . فظلت نسبة هذا الاكتشاف ، الذي تمّ في ١٨٢٩ ، من نصيب جوزيف هنري لحسن الحظ : إذا مررت تياراً كهربائياً خلال وشيعة من السلك يتولد حقل مغناطيسي . وحين تقطع الدارة يحتفي الحقل المغناطيسي . وأثناء ذلك تتولد قوة كهربائية في الوشيعه . أي أن التبدل في الحقل المغناطيسي الناشء عن تبدل في تياره ينتج قوة كهربائية . إن الوشيعه بذاتها تولد قوة كهربائية . لذلك يدعى هذا التحريض الذاتي .

بينما كان هنري يجري تجاربه في أولباني ، واثقاً من أنه سبق العلماء عدة سنوات ، كان فارادي يجري تجاربه في لندن . وفي ١٨٣٢ نشر فارادي نتائجه فيخسر جوزيف هنري السباق ، هذا السباق العلمي الذي كان فيه جوزيف هنري واثقاً من أن منافسيه لا يزالون بعيدين عنه .

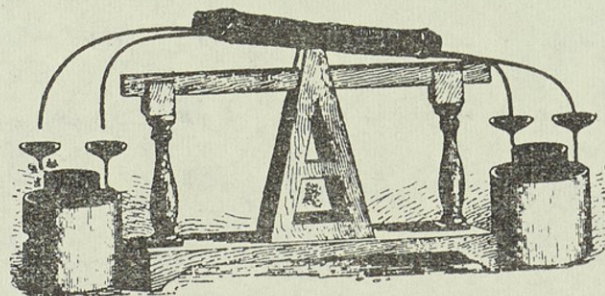
غير أن جوزيف هنري ، بألحاح من أصدقائه العلماء ، أعد سلسلة من المقالات لنشرها في (مجلة العلوم الأمريكية) . فساعدته هذه المقالات ، هي والبحوث العلمية التي بنيت عليها ، طبعاً ، على تعيينه أستاذاً في جامعة برستون . فقضى فيها ١٤ سنة من ١٨٣٢ الى ١٨٤٦ في التدريس والبحث .

وسلّ أي إنسان عنم اختراع التلغراف (البرق) ، يأتيك الجواب المحتم تقريباً : إنه سامويل مورس . غير أن جوزيف هنري صنع ، قبل مورس بزمن طويل ، نموذجاً شغلاً لجهاز تلغراف يعمل على سلك طوله ميل واحد . اضع إلى ذلك

انه ابتكر الجهاز الكهربائي Relay « الموصلة » وبين كيف يستطيع ان يستخدم هذا الابتكار لاعادة الاشارة مرات غير محدودة . ولا يزال هذا الجهاز الكهربائي الموصلة يُستخدم في الوقت الحاضر .

ولم يجر ادخال أي تحسين على الطريقة الأساسية التي اكتشفها هنري لصنعه ، رغم أنه قد تمّ صنع ملياراتٍ منه . فالطريقة التي كانت تُستخدم اذ ذلك في صنعه والطرق المستخدمة الآن (رغم التشذيب في بعض التفاصيل) تقضي باستعمال كهطيس لجذب قطعة من مادة مغناطيسية (تدعى طلبة الدينامو و Armature) تسد في وضعها الجديد دائرة كهربائية . وقد جرب هنري بجهازه التلغرافي امام مورس واما تشارلز ويتستون أبي التلغراف البريطاني .

يقضي الأنصاف بأن نقول ان نظام التلغراف في الولايات المتحدة كان بالدرجة الأولى ثمرة جهود مورس المتواصلة . إذ كان الجهاز الذي جربه هنري يتألف ، في الأساس ، من قاطعة ومن جرس . اما مورس فقال بضرورة استخدام جهاز أوتوماتيكي لضمان الدقة في النقل وبوجوب تسجيل الرسائل بصورة مستديمة . وبني أجهزة معقدة لانجاز هذه الوظائف ونجح في تسجيل النقاط والحطوط على شريط من الورق ، ثم كانت كتابة الشريط تترجم الى لغة . لكن العمال على اجزة التلغراف لم يلبثوا بعد مدة قصيرة ان تعلموا قراءة الأصوات حال وصولها ، وشيئاً فشيئاً اهملت الأجهزة المعقدة . ومن هذا نتبين ان جهاز التلغراف يتألف في جوهره من قاطعة ومن جرس .



(احد أجهزة هنري التجريبية . عن رسم من ذلك العصر)

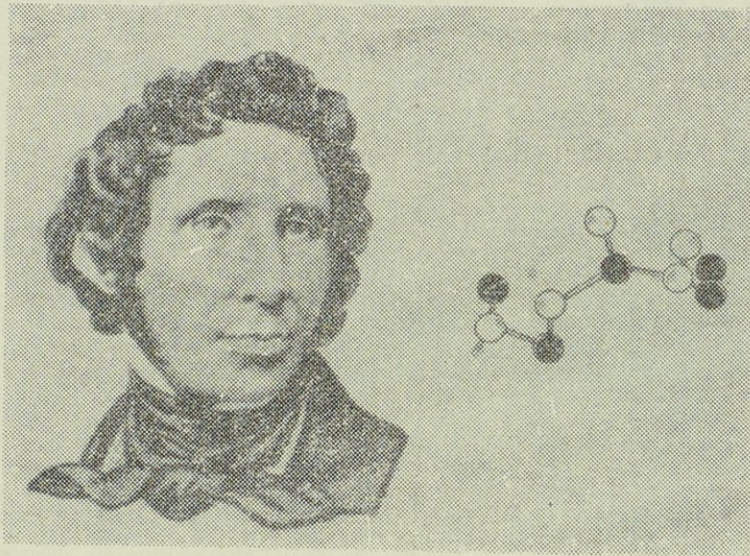
وفي ١٨٤٢ ، قبل تجارب هانريخ هرتر بنجسين سنة ، قام الاستاذ هنري بتجربة أوضح فيها إرسال أمواج الراديو واستقبالها . فقد أقام في المخبر فاصلاً تم فيه شرارة ، ولاحظ ان وشيعة ثانية موضوعة على بعد ٣٠ قدماً تقوم بدور المستقبل فتتغنت أبرة ولو لم تكن موصولة بمصدر كهربائي . ونشر هنري هذه التجربة فيما بعد ، لكنه كان في هذه المرة متقدماً جداً في السباق حتى ان العالم لم يتمكن من فهم ما قام به .

أوصى جيمس سميثون لحكومة الولايات المتحدة بأكثر من نصف مليون دولار لتشييد مؤسسة علمية . وجيمس سميثون كيميائي وعالم معادن بريطاني لم يزر الولايات المتحدة قط . فقبلت حكومة الولايات المتحدة هذه المنحة بقانون اتخذته الكونغرس الأمريكي في ١٨٤٦ ، وشيدت بالمبلغ المؤسسة السميثونية التي تقع في واشنطن العاصمة ، وتضم متحفاً ومنظمة للبحث العلمي في الوقت ذاته . وقبيل جوزيف هنري منصب الرئيس التنفيذي لهذه المؤسسة وظل في هذا المنصب حتى وفاته عام ١٨٧٨ . وقد فرغ تحت اشرافه عام ١٨٥٢ من تشييد العمارة السميثونية هذه ، التي لا تزال تجذب إليها زوار مدينة واشنطن . فأسس فيها هنري مصلحة الأنواء الجوية (الطقس) وأخذ يجمع المعلومات عن الطقس بالبرقيات التي ترد من أكثر من ٥٠٠ مرقب منتشرة في طول البلاد وعرضها . وكانت هذه المصلحة تنشر الحرائط وتقوم بالتنبوءات عن الطقس . وكان المرصد الفلكي الطبيعي يجري دراسات عن الشمس . ويعزى الى هنري انه قاس الحرارة النسبية للبقع الشمسية فوجد أنها ابرد من المناطق المحيطة بها .

سوف يبقى اسم جوزيف هنري خالداً على وجه الدهر لأن العلماء حذفوا الشطر الأول من اسمه واطلق الشطر الثاني على وحدة مقياس كهربائي هام ، له علاقة بجمع الحقل المغناطيسي ومقدار التيار اللازم لانتاج هذا الحقل . هذا المقياس يدعى التحريض وتدعى الوحدة (هنري) .

فريدريك وهلر

FRIEDERICK WOHLER



« استطيع ان اصنع بولة دون الاستعانة بانسان أو كلب أو كلية » .
هذا هو التصريح المذهل الذي أدلى به فريدريك وهلر ، فكان فتحاً في عالم
الكيمياء ؛ لأن الانسان تمكن لأول مرة من أن ينتج في المختبر مركباً لم يكن
يصنع قبل ذلك إلا بواسطة الحيوانات الحية . وحين ركب فريدريك وهلر البولة
في ١٨٢٨ أقام بين فروع العلم ذلك الفرع الذي يدعى الآن الكيمياء العضوية .
ان كلمة عضوية منسوبة الى عضو وهو شيء حي . وكان يظن أن نوعاً ما
من قوة حية يدخل في تكوين الدهون والسكر والفيتامينات والهورمونات
والمركبات المعقدة الأخرى الكثيرة التي توجد في النباتات والحيوان . وكتب
الكيميائي الانكليزي العظيم وليم هنري مايلي : « ليس من المحتمل أننا سنتمكن

في المستقبل من بلوغ القدرة على تقليد الطبيعة في هذه العمليات . وقد جاء هذا التصريح قبل سنة فقط من قيام وهار بعمله العظيم .

وتتمثل الكيمياء العضوية الآن في الأذهان بصورة كيمياء فحم لأن آلافاً وآلافاً من المركبات العضوية المبنية على عنصر الفحم تم انتاجها في المخابر الكيمياوية والمعامل من اجل تحسين مستوى المعيشة في العالم . مثال ذلك ان البول التاريخي قد مزج مع غاز CH_2O لصنع نوع من ادوات المائدة الخفيفة غير القابلة للكسر ، كالصحون الكبيرة والصغيرة والفناجين .

ولد فريدريك وهار في قرية قريبة من (فرانكفورت - آم - مين) بألمانيا في حزيران ١٨٠٠ . وكان ابوه رجلاً مثقفاً ذا نزعة قوية الى الاستقلال ، فتعهد تربية فريدريك الاولى . وأخذ الصبي تحت تأثير والده يهتم بالمعادن والكيمياء . وكان من حسن حظه ان وجد تحت تصرفه مكتبة ثمينة ومخبراً كيمياوياً خاصاً . فاخذ وهار الصغير يبني بيلات فولتا ويجري كل انواع التجارب الكيمياوية التي كان بعضها من الخطورة بحيث كان من المحتمل أن يقتل فتى أقل حظاً من وهار .

كان هدف وهار ، حين انتسب الى جامعة ماربورغ في العشرين من عمره ان يدرس الطب . فقام بدراسة البول والطرق التي تتحول بها النفايات الى هذا السائل الذي يفرزه الجسم . وفي الوقت ذاته واصل ، لوحده ، دراسة الكيمياء فحول حجراته الى مخبر ، الامر الذي أزعج أولي الامر ، وسبب له اللوم من أستاذه ، فاعتزم الذهاب الى مكان آخر .

وكانت الجامعة في هيدلبرغ تقدم دروساً في الطب . وكان ليوبولد غملين استاذاً للكيمياء فيها . ونال وهار شهادته في الطب لكن استاذه غملن أقنعه أن الكيمياء لا الطب هي الفرع الذي يرجى له فيه نجاح أعظم . لذلك ، بدلا من تنمية معارفه الطبية بالعمل طبيباً داخلياً في المستشفى ،

ارتحل الى ستوكهولم ليعمل على يد برزيليوس الكيمياوي السويدي الشهير . ونجح اثناء اقامته هناك في تحضير مركب من الآزوت والفحم والاكسجين والفضة يدعى (سيانات الفضة) . ونشر هذا الاكتشاف فتلقفه كيمياوي الماني آخر هو جوستوس لبيغ الذي كان يعمل في صناعة المتفجرات في مخبر بباريس . وكان هذا قد حضر ايضاً مركباً يبدو كأنه المركب ذاته الذي حضره وهار ، إذ كان يحتوي الاعداد ذاتها من اجزاء الآزوت والفحم والاكسجين والفضة . لكن كان هناك خطأ ما . لان المادتين ، مع أن لهما التكوين الكيمياوي ذاته ، لم يكن لهما المفعول ذاته .

كان هذا اكتشافاً عظيماً ، لأن الكيمياويين كانوا الى ذلك اليوم يكتفون باستعمال صيغة بسيطة لوصف أحد المركبات فاتضح حينئذ أن الصيغة ليست كافية . وأخذ وهار على عاتقه دراسة هذه المسألة مع برزيليوس الذي أدرك أهمية هذه الفكرة الجديدة وابتكر اسم : Isomer ، المتماكب (١) . فصارت المركبات التي تحوي العناصر الكيمياوية ذاتها بالنسب ذاتها تماماً ، لكن تختلف في ترتيب الذرات في جزيئاتها ، تدعى : Isomers المتماكبات .

وقد كان من نتيجة هذا اللقاء بالصدفة حول صيغة كيمياوية ، ان الكيمياويين العظيمين - وكان لبيغ في الحادية والعشرين ، ووهار في الثالثة والعشرين - أصبحا صديقين وزميلين في العلم طوال عمرهما . وكان لبيغ اذ ذاك استاذاً للكيمياء في جامعة غنيسن . أما وهار فقد حصل ، بعد عودته من السويد ، على منصب للتدريس في مدرسة التجارة ببرلين .

واصل وهار العمل في مركبات السينات في المخبر فصنع سيانات البوتاسيوم وبعد ذلك عاملاً سيانات البوتاسيوم مع سلفات الأمونيوم ، حينئذ حدث الاكتشاف العظيم . فقد نتج من المحلول بلورات سيانات الأمونيوم البيضاء الشبيهة

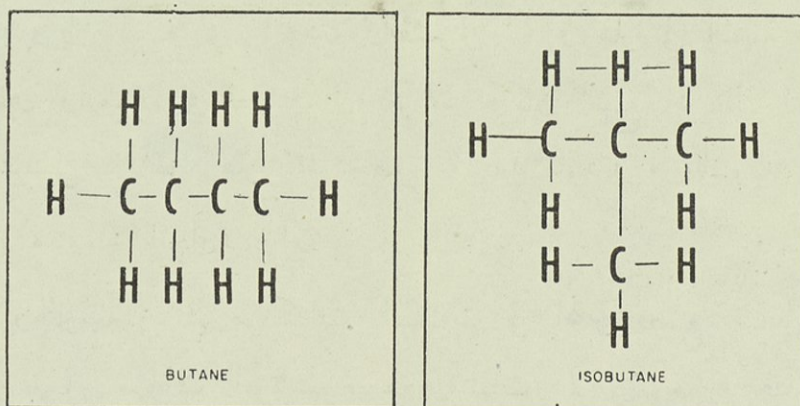
(١) المتماثل في التركيب ، المتماكبات = المتماثلات في التركيب .

بالإبرة ، أي البولة ، وهي مادة لم يسبق أن صنعت في مخبر من قبل . فافتتحت هذه البلورات للبشرية عالماً جديداً كاملاً .

ولو لم يكن وهار أباً لعلم الكيمياء العضوية أو الفحمية لكان كيميائياً عظيماً بالرغم من ذلك . لأنه نجح عام ١٨٢٧ في تحضير معدن الألومينيوم للمرة الأولى . ثم ان تلميذه الاستاذ فرانك جيويت من او برلن هو الذي أوحى إلى تلميذه تشارلز مارتن هول باكتشاف الطريقة الحديثة ، القليلة الكلفة ، في استخراج الألومينيوم . واكتشف وهار أيضاً عنصري البيريليوم و الايتريوم وكاد يصل إلى عزل الفناديوم .

كيف نقيس مساهمة وهار ؟ إن البولة (Urea) ، المادة التي علم العالم امكانية صنعها في المخبر الكيميائي ، هي اليوم قيد الاستعمال في المواد اللاصقة وفي الزراعة ، وفي البناء وفي صنع مركبات تجميل الشعر والوجه ، وفي الطب ، وفي الأدوات الصيدلية وفي اللدائن (البلاستيك) والأنسجة .

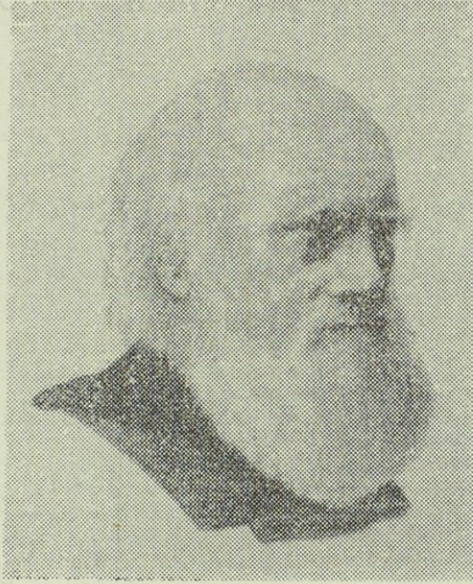
لكن مادة البولة ليست إلا مثلاً واحداً من الآلاف والآلاف من المركبات المستعملة التي تعتمد على تركيب المواد « العضوية » ، والتي كان الإنسان يظن أنها لا يمكن أن تنتج إلا من الأحياء ، حتى جاء وهار فدل على الطريق .



(العدد ذاته من ذرات الكربون والهيدروجين يكون مركبين مختلفين يسميان :
المتماكين المتماثلين في التركيب Isomers)

شارل دارون

CHARLES DARWIN



« انت لاتهم الا بالكلاب وبالرمي وبالقبض على الجرذان . سوف تكون عاراً على نفسك وعلى كل اسرتك » ذلك ماقاله اب مغضب مضطرب لابنه تشارلز دارون ، الفتي الذي قدر له ان يغدو احد الاوائل بين علماء الطبيعة في كل العصور ، ومؤلف الكتاب الخالد (اصل الانواع بواسطة الانتخاب الطبيعي) والذي يمثل تعليلاً ، للطريقة التي تطلع بها الى الوجود أشكال جديدة من الحياة النباتية والحيرانية .

ولد تشارلز دارون عام ١٨٠٩ في (شروزبري) بانكلترا في اليوم ذاته الذي ولد فيه ابراهام لنكولن ، لكن في بيت مختلف كل الاختلاف عن بيت لنكولن .

فكان أبوه روبرت طبيباً ناجحاً موسراً . وكان يزود اولاده بجميع الأشياء التي يمكن ابتياعها بالمال ، فلم يكن ينقصهم أي شيء من الحاجات المادية . لكنهم حرموا من عطف الأم منذ أن بلغ تشارلز الثامنة من عمره . وكان جده الدكتور اراسموس دارون رجلاً مشهوراً كطبيب وعالم طبيعي ومؤلف .

وكان تشارلز يُعتبر بليداً في هذه الأسرة ذات الثقافة الرفيعة . فوصفه مدير مدرسته مرة بالغباء . لكن تشارلز لم يكن غيباً . كانت مشكلته في أن خياله المتوثب لم يكن يتلاءم مع اطار المدرسة . وكان يبدي اهتماماً عظيمًا بجميع الكلاب والحشرات . كان ، رغم ماتصوره ابوه ، يعد نفسه للمهنة التي سيارسها كل حياته . كان يشهد ويطور اداة العلم الاولية ، فن الملاحظة . وقد قال فيما بعد بلا مفاخرة : « اعتقد انني متفوق على الناس العاديين في الانتباه الى الاشياء التي لاتقع بسهولة تحت الانتباه وفي ملاحظتها بدقة وعناية » . والحق أن أباه كان يقدر فيه دقة الملاحظة . فقد كان الدكتور روبرت دارون شخصاً عظيم الجثة يبلغ وزنه حوالي ٣٠ رطلاً - وكان كثيراً ما يجد صعوبة في زيارة مرضاه قليلي الحظ من الثراء لأن السلام والطوابق في منازلهم أضعف من أن تحمل ثقله . وكان تشارلز الفتى يصحب اباه الطبيب في جولاته ، ويزور عنه المرضى ، ويقدم له التقارير عما شاهده عليهم ، فيقدم أبوه الوصفات الطبية بالاعتماد على ملاحظاته . وكانت القوانين الطبية رخوة جداً في تلك الايام .

أرسل تشارلز الى جامعة ايدنبورغ مع أخيه اراسموس لدراسة الطب . فكان في ايدنبورغ طالباً ضعيفاً ، كما كان متوقفاً منه ، لكنه أبدى اهتماماً عظيماً في الحاققات التي كان يعقدها الطلبة للمناقشة - ولا سيما تلك التي تدور حول اصول الحياة ، الموضوع المحبب في تلك الأيام - . وامضى تشارلز في الجامعة سنتين لم يحالف فيها النجاح كطالب وتقرر على أثرهما أنه لم يكن أهلاً لمهنة الطب .

و كحلٍ أخير ، لكي يتمكن سليل الأسرة المثقفة هذا من الانتساب الى
احدى المهن الراقية ، تمت الموافقة على أن يدرس ليتخرج قسيساً . فارتحل الى
كمبردج حيث امضى في دراسة اللاهوت وقتاً اقل من الوقت الذي انفقه في صيد
الحشرات حتى صار لديه مجموعة نفيسة منها .

وفي الثانية والعشرين من عمره نال شهادة في اللاهوت لكنه لم يكن مشوقاً
للشروع في العمل كقسيس . وجاءته رسالة من جون هنسلو ، وهو محاضر شاب
في علم النبات كان قد اجتمع به في كمبردج ، فأتاحت له فرصة لعدم الإقامة
والاستقرار . وذلك لأن هنسلو قدمه الى الكابتن فيتزروي قائد سفينة كبيرة
تعمل في خدمة الملك تدعى (البيكل) ، Beagle

وكانت الباخرة (البيكل) موكّلة بمراقبة شاطئ أمريكا الجنوبية . فهل
يرغب تشارلز بالذهاب عليها كعالم طبيعي ؟ يجب أن يدفع نفقات الرحلة من
حسابه . والرحلة تستغرق سنتين . فهل يرغب تشارلز في الرحيل ؟
وقفل عائداً الى والده لكي يأخذ منه نفقات الرحلة . ولكن والده قال له :
« لا ، الرحلة كلها لا معنى لها . » وكانت توسلات . وعقدت الأسرة اجتماعات للمداولة
في هذا الأمر . وأخيراً تمت الموافقة . وفي شتاء ١٨٣١ حين انسابت الباخرة
من ميناء (ديفون بورت) الى عرض البحر كان تشارلز يحدق النظر في الأثر الذي
تتركه الباخرة خلفها على وجه البحر دون أن يعلم ان غيبته عن منزله سوف تطول
خمسة أعوام ، وانه مقدم على أعظم مغامرة يقوم بها عالم طبيعي .

كان دارون يجيد الملاحظة ويحسن وصف ما يلاحظه وكان يملك قوة على الجمع
لا تخور ولا تكل . فاخذ يجمع بصبر نباتات وصخوراً وحشرات وحيوانات
ومستحاثات . وقد ملأ بها كل الأماكن الفارغة على ظهر السفينة . وكان كلما نزل
في ميناء بعث الى موطنه بما تجمع لديه منها .

وكانت الرحلة زاخرة بالمغامرات والمخاطر . فقد كان يجب فوق اليابسة تجنب

لقاء المتوحشين والمجرمين الهاربين من وجه العدالة . وكان هناك الحمى والتعرض
لسهام الزنوج ، والمشقات والمتاعب التي تسببها العواصف والبرد . ومن جهة
اخرى كان هناك استقبالات حارة في بعض مدن امريكا الجنوبية الواسعة حيث
اجتمع دارون بسيدات جميلات « حوريات مستديرات جميلات » على حد تعبيره ،
وبرجال على جانب عظيم من الحضارة . فكان هؤلاء على خلاف ما كان عليه أولئك
المتوحشون الذين كان يقابلهم في الجزر القريبة من الشاطئ .

وفي هذه الرحلة اعاد الكابتن فيتروفي ثلاثة من المتوحشين إلى جزيرتهم المجذبة .
وكان قد اصطحبهم معه كرهائن من جزيرة (تيراديل فوغو) في رحلة سابقة .
فلاحظ دارون أن هؤلاء المتوحشين ، الذين اعدتهم الطبيعة للعيش في مناخهم
القاسي ، قد تبدلوا كثيراً نتيجة اتصالهم بالحضارة .



(بنيت نظريات نيوتن على عمل ميداني كثير)

وبعد مشاهدة كثير من الشواطيء التي لم تسجل على الحارطة ، وملاحظة
الكثير من أشكال الحياة الحيوانية والنباتية الغريبة ، القت السفينة البيكزل
المراسي عند جزر (غالا باغوس) الواقعة على بعد خمسمائة ميل تقريباً إلى

الغرب من امريكا الجنوبية . وفي هذه الجزر زودت الطبيعة دارون بالخبير الذي قاده في الطريق المؤدية الى « أصل الأنواع » إن الصفة البدائية غير المألوفة التي اتصفت بها المخلوقات المختلفة كانت له بمثابة دليل إلى النظرية التي تذهب إلى ان هناك تبدلات تطراً على أشكال الحياة . فكتب : « يكاد المرء يتصور أنه قد انبثق من عدد قليل من الطيور الاصلية في هذه المجموعة من الجزر نوع من الطيور طرأت عليه تبدلات لكي تلائم أغراضاً مختلفة » . إن الزواحف والطيور والحياة الحيوانية تختلف من جزيرة إلى أخرى لكن يوجد بينها رغم ذلك أوجه شبه . إذا كانت جميع المخلوقات قد تم خلقها في الوقت ذاته فلماذا إذن يوجد منها أشكال كثيرة مع فوارق ضئيلة بينها ؟ وبعد ان فحص المستحاثات التي تشبه أشكال الحياة الراهنة ، قرر ان هناك أنواعاً من الحياة انقرضت وحل محلها أنواع أخرى شديدة القرابة منها .

وقال نائب حاكم إحدى الجزر لدارون إنه يستطيع أن ينسب أي سلحفاة يراها إلى الجزيرة التي جاءت منها من بين الجزر المختلفة . واحس دارون بأنه يستطيع أن يفهم سبب وجوه الشبه ووجوه الاختلاف بين سكان الجزر المختلفة إذا انحدروا من أسلاف مشتركين ولكن طرأت عليهم أثناء تطورهم سلسلة من التبدلات الطفيفة . وهكذا بُذرت في ذهن دارون بذرة نظريته الخاءة عن التطور . هناك تبدلات طرأت على الأنواع ، وهذا أمر واضح . ولكن ما هو الدافع إلى هذا التبدل ؟ وكيف حدث ؟

لم يستطع دارون أن يكتشف كيفية وسبب تبدل المخلوقات الحية من جيل إلى جيل حتى عام ١٨٣٨ حين قرأ « مقالة عن السكان » التي كتبها توماس مالتوس . فقد ذهب مالتوس إلى أن البشر يزدادون أسرع من زيادة موارد الغذاء . وهذا يؤدي إلى وقوع معركة من أجل الحصول على الغذاء ومن ثم إلى معركة من أجل البقاء .

وكان دارون يعلم أن الحيوانات الأهلية تربى لانتاج صفاتٍ مصطفاة ، وأن

الانسان يتحكم في الصفات المطلوبة في الحيوانات الأهلية بمنع توالد الحيوانات التي لا تملك تلك الصفات ، وبتشجيع توالد الحيوانات التي تملكها . ولاحظ دارون فروقاً بين الحيوانات البرية ، فكيف حدث الاصطفاء بينها من دون مساعدة الانسان ؟

فقدّم مانتوس القبس الذي أضاء له الطريق : على الانسان أن يكافح من أجل أمن موارد عيشه ومن أجل التلاؤم مع البيئة . وكانت الحيوانات البرية تواجه المشكلة ذاتها . فاذا لم يتهيأ لها الطعام الكافي فلن يبقى منها على قيد الحياة إلا تلك التي أهلتها الطبيعة أكثر من غيرها للبقاء . فكان « الكفاح في سبيل البقاء » سرّ التبدل المستمر في الأنواع .

قال دارون في المعركة من أجل البقاء : « الفروق المناسبة تنزع الى البقاء والدوام ، والفروق غير المناسبة تنزع الى الزوال وبنتيجة ذلك يتشكل نوع جديد » .

قضى دارون عشرين سنة يجمع الأدلة لدعم نظرياته بينما كان يواصل الدراسات التي بدأها أثناء رحلته على السفينة « البيكل » . وفي ١٨٥٥ كتب ألفرد والاس عاليم الحياة ، مقاله « حول القانون الذي يظم ظهور الانواع الجديدة » وقد حوى المقال أفكاراً كثيرة تشبه دراسات دارون غير المنشورة . فنصح دارون بأن يصدر خلاصة لنظريته فلم يفعل وظل يرجى ذلك . وفي عام ١٨٥٨ أرسل والاس الى دارون مخطوطة لمقالة عنرانا « حول نزعة الأنواع المختلفة الى الافتراق بصورة غير محدودة عن النموذج الأصلي » . وأحس دارون أن هذه المقالة يمكن أن تكون موجزاً لنظريته الخاصة لو أنه أذاعها فقرر أن يذيع مكتشفاته على العالم . وفي الأول من تموز عام ١٨٥٨ وصلت مقالة والاس وموجز عن نظرية دارون كل منهما بصورة مستقلة الى (جمعية لينيان) اللندنية . وقرئاً على أعضائها .

وفي السنة التالية تم نشر كتاب « أصل الأنواع » الذي عرض فيه دارون نظريته ، وعالج فيه الجيولوجيا ، والتوزيع الجغرافي للنباتات والحيوانات ... ووصف دارون هذا الكتاب بأنه « حجة مطولة لدعم فكرة التطور » واحتدم الجدل حول نظرية دارون منذ نشر الكتاب للمرة الأولى .

فقرئت في عام ١٨٦٠ رسالتان تهاجمان دارون في اجتماع عقده (الجمعية البريطانية لتقدم العلوم) . وقد تزعم الهجوم مطران او كسفورد فسخر من دارون ومن توماس ه. هكسلي الذي كان يؤيده ، وطرح سؤاله المشهور : « هل يدعي هكسلي الانحدار من القرد عن طريق جده أم عن طريق جدته ؟ » فأجاب هكسلي إنه يفضل أن يكون سلفه قرداً على أن يكون مطراناً ، وحينئذ انفض الاجتماع وسط عاصفة من الضجيج .

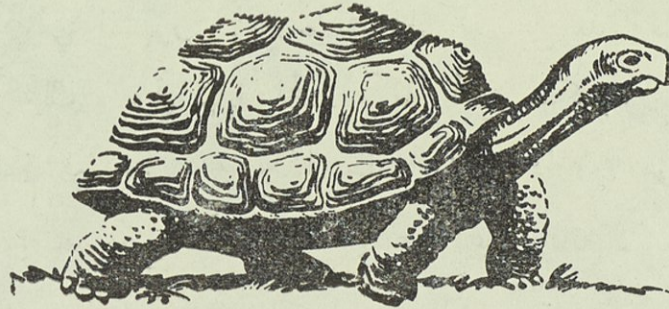
وفي ١٩٢٥ اضطره جون ت. سكوبس ، المدرس في إحدى المدارس ، بسبب قيامه بتدريس نظرية التطور في ولاية تينيسي . وتصدى للدفاع عنه كلورانس دارو المحامي المشهور . وجرت المحاكمة على يد وليام جينينغ بريان القاضي المشهور كذلك . وفي نهاية المحاكمة أدين سكوبس ، لكن المحكمة أوقفت تنفيذ الحكم فيما بعد . وهكذا ظلت نظرية دارون موضع جدل حتى في وقتنا الحاضر بعد مضي أكثر من ٤٠ عاماً على وفاته .

ودارون ، الذي اثار كتابه المكتوب بعناية ودقة جدلاً عظيماً ، كان إنساناً لطيفاً وديعاً . عاد من رحلته على ظهر السفينة (البيكل) رجلاً غليلاً يشكو من صداع مستمر وغثيان . وعاش حتى بلغ السبعين إلا أنه لم يعاود السفر قط .

تزوج ابنة عمه « ايا ويجوود » وعاش سعيداً مع أسرته في قرية صغيرة في (كنت) وكان له دخل كاف فلم يكن لديه ما يقلقه من أجل كسب الرزق . كان يقضي وقته في استعراض ذلك العدد الوفير من الادلة التي قادتته

إلى نظرية التطور . كان ، وهو الرجل العاجز المحب إلى النفس الحلو المزاج ، يتجول في بستانه فيعني بأزهاره ويجري التجارب النباتية من أجل اختبار نظريته . ألف دارون كتباً أخرى غير « أصل الأنواع » نذكر منها كتابه « تشكيل الفصن النباتي عن طوبق الدود » الذي يبين أن للدود أهمية عظيمة في تاريخ العالم . لكن أحداً من هذه الكتب لم يترك ذلك الاثر الذي تركه كتابه « أصل الأنواع » .

كان دارون ، مثل ارسطو ، معجباً جداً بفعالية الطبيعة وبراعتها في تصميم مخلوقاتنا للقيام بمهام خاصة . كتب يقول : « كلما أمعنت في دراسة الطبيعة ازددت اعجاباً و يقيناً بأن الفروق والتعديلات الجميلة التي تحدث ببطء في كل جزء والتي تتباين بالصدفة تبايناً طفيفاً ، تتفوق كثيراً على تلك الفروق والتعديلات التي يمكن ان يدعها أخصب الناس خيالاً » .



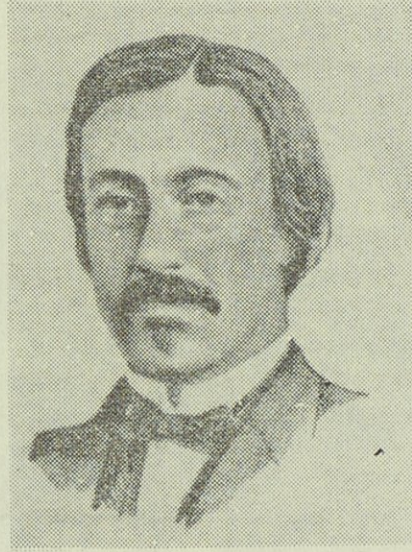
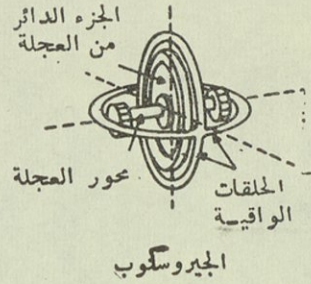
توفي شارل دارون عام ١٨٨٢ . ولو قُدِّر له أن يقوم برحلته في هذه الايام لما أفاد شيئاً من جزر غلاباغوس في دراسة الانتخاب الطبيعي فقد انقرضت السلاحف والقردة العملاقة ، كما أن النباتات النادرة والطيور الغريبة في طريقها إلى الزوال . وهذه الجزر تستخدم الآن قواعد جوية ، وتتلشى فيها بين زئير الطائرات النفاثة أصوات الحيوانات التي سمعها دارون في يوم من الأيام .

كان دارون يملك ذلك « العقل المهيا » الذي قام بمهمته في الوقت المناسب من التاريخ لكي يأتينا بنظرية التطور . ولا بد أنه كان يعرف أن النظريات العلمية ايضاً يطرأ عليها تبدلات تطورية فقال : « انني على يقين مطلق من ان الجانب الكثير مما في « أصل الانواع » سيظهر تافهاً ، لكنني أتوقع وآمل أن تثبت صحة الاطار الرئيسي » .



جان برنار ليون فوكو

JEAN BERNARD LEON FOUCAULT



في عمارة الأمم المتحدة بمدينة نيويورك توجد كرة صغيرة ، معلقة على قضيب طويل من الفولاذ وتتحرك على غرار حركة الرقاص لكنها تبدل اتجاهها بصورة ظاهرية مع مرور الساعات . هذه الكرة الذهبية ، التي تتأرجح ببطء ، البسيطة في مظهرها ، هي برهان عبقرى على أن الأرض تدور حول محورها . وهي تدعى « رقاص فوكو » نسبة إلى الذي اخترعها .

ولد جان برنار فوكو عام ١٨١٩ في باريس . وتلقى تعليمه الأول في منزله بسبب ثراء والديه اللذين عينا له معلمين خصوصيين . ودل جان ، وهو فتى ،

على اهتمامه العظيم وقدرته الفائقة في الاختراعات الميكانيكية من جميع الاصناف
فصنع مركباً وجهاز تلغراف ميكانيكياً ، ومحركاً بخارياً شغالاً بالإضافة إلى
مبتكرات أخرى .

ولما دخل فوكو الجامعة في باريس اتجه إلى دراسة الطب بيد أنه لم يطق منظر
الدم فهجر فكرة امتحان الطب وحصل على وظيفة في مدرسة الطب خبيراً فنياً
في إعداد صور الجرائم الزجاجية .

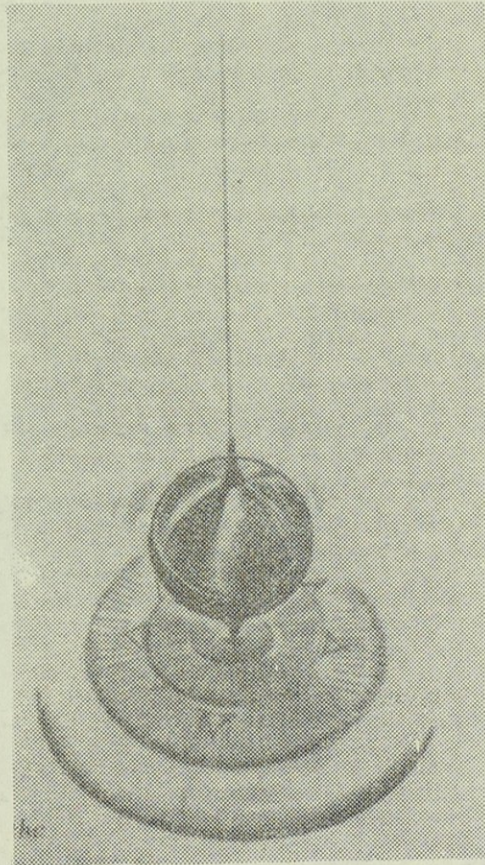
وكان من شأن طريقة التحميص الفوتوغرافية التي ابتكرها لويس جاك داغير
ووصفها عام ١٨٣٩ أن أثارت اهتمام فوكو في فيزياء الضوء وموضوع البصريات . فلم يلبث
أن تحقق من ان المهارة الميكانيكية وحدها لا تكفي لمتابعة ولعه الجديد . فأعاد
دراسة الرياضيات ووسع معارفه في العلوم .

اكتشف فوكو بعض الطرق العبقورية لقياس سرعة الضوء ، لكن بسبب المسافات
القصيرة التي اختارها والأساليب الميكانيكية القاصرة في زمانه لم يتمكن من الحصول
على النتائج الدقيقة الضرورية . غير أن تجاربه لم تكن بلا نتائج ايجابية . فقد
رسم فوكو المبدأ الهام بأن الضوء يجتاز الماء بسرعة أبطأ من السرعة التي يجتاز
بها الهواء . فأسهم هذا في تكوين الفكرة القائلة إن الضوء مؤلف من موجات
وليس تياراً من الجسيمات الصغيرة « Corpuscules » كما كان العلماء يعتقدون
إذ ذاك . ثم جاء البرت آ. ميكلسون ، الفيزيائي الأمريكي ، فاستخدم طريقة
المرآة الدوارة التي ابتكرها فوكو ، وقاس سرعة الضوء قياساً على جانب
عظيم من الدقة .

وكان فوكو عالماً خصباً إلى درجة كبيرة ، لم يحصر اهتمامه في دراسة الضوء
بل قاده ذكاؤه وفضوله إلى ميدان الكهرباء والميكانيك . وكان مصباح القوس
الكهربائي قد بدأ يوضع موضع الاستعمال ، وهو في الحقيقة عبارة عن شرارة
كهربائية ضخمة تقفز بين قضيبين من الفحم . وكانت المسافة بين قضيبين الفحم

الفحم تزداد مع احتراق الفحمتين حتى تصبح واسعة جداً فينطفئ الضوء .
فاكتشف فوكو منظماً ذاتياً لتغذية الفحمتين كلما أوشكتا أن تنطفئا .
ومن الأعمال الأخرى التي قام بها في ميدان الكهرباء تلك الدراسات عن
العلاقة بين الطاقة الميكانيكية والحرارة ، والعلاقة بين الطاقة الميكانيكية والمغناطيس
واكتشف وجود تيارات فوكو التي يمكن تحريضها في قرص من النحاس يتحرك
في حقل مغناطيسي قوي . ولا تزال هذه الفكرة مطبقة كجزء من عداد الكهرباء
في منازلنا .

ورقاص فوكو برهان مثير حي على قانون نيوتن بأن « الجسم المتحرك
يواصل حركته في الطريق ذاته ما لم تطبق عليه قوة خارجية » . كما أنه في



(رقاص فوكو في عمارة سميثون)

الوقت ذاته دليل على ان الارض تدور حول محورها . وقد علق الرقاص بكرة معدومة الاحتكاك تقريباً وبحق ينزل فيه محور الكرة . فحين تتأرجح الكرة إلى خلف وإلى قدام تدور الارض تحتها فيخيل للرائي أن الرقاص أخذ في تغيير اتجاهه . وهذا هو الوهم ذاته الذي يجعل الشمس تبدو كأنها تدور من الشرق إلى الغرب بينما الارض هي التي تدور في الحقيقة ، من الغرب إلى الشرق .

إن جميع مكتشفات فوكو واختراعاته أسهمت كثيراً في نمو المعرفة الانسانية لكن لعل أهم ما قام به تلك اللعبة التي اكتشفها . وهي عبارة عن عجلة صغيرة من المعدن ذات حافة ثقيلة إذا دارت يحافظ على محورها على الاتجاه ذاته .

وكان الملاحون منذ قرون كثيرة يعتمدون على الابرة المغناطيسية (البوصلة) للاهتداء إلى طريقهم . وتتألف البوصلة من مغناطيس صغير يوازي الحقل المغناطيسي في الارض ولكن استعمال الفولاذ في بناء السفن جعل من الصعب استعمال البوصلة المغناطيسية لأن الأبرة لم تعد تشير إلى الشمال بل صارت تجذب ، خطأ ، نحو فولاذ السفينة . وكانت المشكلة هي إيجاد شيء ما يشير إلى الشمال لكن من دون أن يتأثر بفولاذ السفينة .

وقد وقع « المرابروز سييري » ، وهو أمريكي ذو مواهب عبقرية في الاختراع ، على حل لهذه المشكلة في جهاز فوكو الذي يدعى (جيروسكوب) فطوره إلى بوصلة تدعى (جيرو كومباس) .

فلو وضعت هذه البوصلة وجعلت تدور بحيث يكون محورها موجهاً نحو الشمال الصحيح فسوف تظل محافظة على هذا الاتجاه مهما دارت السفينة . وقد ركبت أول بوصلة من هذا النوع على البارجة الحربية (ديلوير) في ميدان الاسطول ببروكلن عام ١٩١١ ونجحت نجاحاً سريعاً وبارزاً . واستخدم مبدأ الجيروسكوب في وجوه كثيرة . فقد أصبح ملاحاً

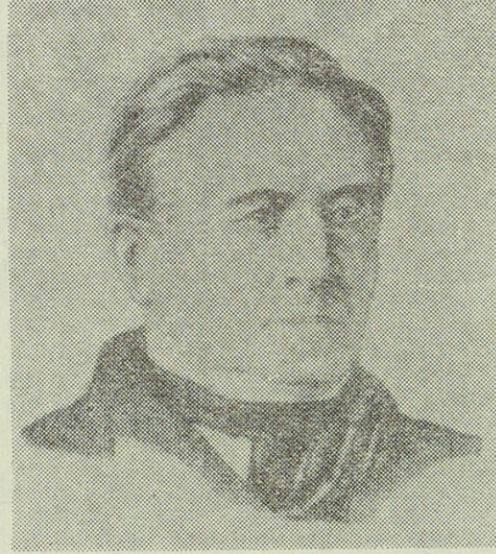
أوتوماتيكياً يحافظ على سير السفينة أو الطائرة في طريقها رغم الريح والطقس . وهو يُستخدم أيضاً من أجل المحافظة على سير الطوربيد بصورة دقيقة في الخط المرسوم . وهناك جهاز معقّد مؤلف من عدد من الجيروسكوبات والعدادات الالكترونية هو يؤلف نظام الملاحة ذات العطالة Inertial التي مكنت الغواصة الذرية (الملاح) من الابحار تحت القطب الشمالي .

إن الجيروسكوبات المحسّنة التي صنعها سبيري تأتي في مقدمة الرحلات الفضائية وتفوق الصواريخ الموجهة ، وتنظم سير الاقمار الصناعية في مداراتها . لكن لعبة فوكو هي ، بالدرجة الاولى ، التي دلت سبيري على الطريق .



لويس باستور

LOUIS PASTEUR



كان حداد القرية يقوم بدور الطبيب إزاء حالة عضة كلب . فان كان الكلب
كليباً فان العلاج المعتاد يكون بكيّ الجرح . كان الحداد يحمي حديدته حتى تحمرّ ،
ثم يغمسها في جرح المريض . فان كان المريض « محظوظاً » استطاع أن ينجو
من الداء والدواء معاً . وقد شهد لويس باستور هذه « المعالجة » يوم كان صبياً في
التاسعة من عمره . وبعد خمسين سنة اكتشف علاجاً ضد الكلب وجربّه .

ولد لويس باستور في قرية دُول° في الجزء الشرقي من فرنسا في شتاء ١٨٢٢ .
وكان أبوه جندياً في الجيش الفرنسي فافتتح بعد سقوط نابليون مذبغة في قرية
دُول° . وما إن وُلد لويس حتى انتقلت الأسرة إلى أربوا الواقعة في منطقة

الكروم غير بعيد من دُول . وتابع العريف السابق جان جوزيف باستور عمله في المدبغة وكرس نفسه هو وزوجته لأسرتها . ولم يكن قد تلقى العلم في المدرسة غير أنه كان قد ثقف نفسه تثقيفاً ذاتياً فكان يحترم العلم والفكر احتراماً عظيماً . وكان من بين أصدقائه في القرية الطيب المحلي ، ومؤرخ يدعى (بوسون دي مواريه) . فكان جان جوزيف باستور على حد اعتقاده يطمح في مستقبل باهر لابنه لويس فقد أراد له أن يصبح مدرساً في مدرسة ثانوية في المقاطعة .

وقد تولد لدى لويس ، بتأثير من أبيه ومن دي مواريه ، شعور بالوطنية الشديدة ، حباً لفرنسا واحتراماً لرجالها العظام ، أثر فيه أطوال حياته .

ولم يكن في حياة لويس باستور المبكرة ما يشير إلى أنه سيكون في المستقبل من بين المكتشفين في ميدان العلم . لأنه في الخامسة عشرة من عمره انصرف إلى رسم الأشخاص . وكانت لوحاته على درجة فائقة من الجودة ، وكان من الممكن أن يغدو رساماً مشهوراً لو أنه لم يهجر الرسم وينصرف إلى العلم . وقد حفظ الكثير من لوحاته وعلقت في معهد باستور بباريس .

رأى مدير المدرسة الثانوية المحلية ما يمكن أن يحرزه هذا الطالب المتحمس ، ولكن بترو ، من نجاح في المستقبل لو أنه صار مدرساً . وقبل لويس طالباً في قسم العلوم في مدرسة المعلمين العليا بباريس إلا أنه ، رغم ذلك ، أرجأ الدخول إليها سنة أخرى لأنه شعر بعدم استعداده بدرجة كافية لمواصلة الدراسة فيها . وقد صب اهتمامه الرئيسي في هذه الفترة على الرياضيات والفيزياء والكيمياء . كان باستور يريد أن يكون مدرساً بارعاً . وتفنصحه رسائله عما أحس به من اعتزاز وزهو يوم اجتاز بنجاح الفحوص المسلكية في الفيزياء والكيمياء . لكنه حين أحرز الشهادة انصرف إلى البحث لا إلى التدريس . وبدأ باستور ، يوم كان طالباً في المعهد العالي بدراسة البلورات ، واستمع

الى محاضرات في الكيمياء ألقاها (أنطوان جيروم بالار) مكتشف
عنصر البرومين .

وكان (بالار) يعتقد ، شأن بنيامين فرنكلن ، بأن الدراسة العلمية يمكن
القيام بها بتجهيزات بسيطة تبنى في المنزل وكان قد أنشأ في المدرسة مخبراً
مؤقتاً . وأعجب (بالار) إعجاباً عظيماً بما قام به باستور من دراسات أصيلة وما
كان يتحلى به من بصيرة نافذة فدعاه ليعمل معه كمساعد في المخبر . ومكنت
هذه الفرصة باستور من مواصلة دراساته البصرية المجهرية لبلورات حمض الطرطر .
وافت بالار انتباء الفيزيائي الشهير (جان بابتيست بيوت) الى مكشفت باستور
فقدمها هذا الى اكااديمية العلوم الفرنسية .

وفي ١٨٤٨ ، رغم اعتراضات واحتجاجات الأستاذ (بالار) والاستاذ (بيو)
وأعضاء آخرين من اكااديمية العلوم الفرنسية ، عينت وزارة التربية باستور
مدرساً للفيزياء الابتدائية في مدرسة ثانوية بمدينة ديجون غير أن اصدقاءه ومؤيديه
واصلوا ضغطهم في الوزارة حتى عينته بعد سنة استاذاً مساعداً للكيمياء في
جامعة ستراسبورغ .

وبعد بضعة أسابيع من وصول هذا العالم الشاب الجاد المتزن طلب من مدير
الجامعة يد ابنته . وجاء في رسالته الى المدير :

« لست أملك أي ثروة . ثروتي الوحيدة صحي جيدة ، وبعض الشجاعة ،
ومركزي في الجامعة ... أما بالنسبة للمستقبل فانني ، ما لم تتغير ميولي تغيراً
تاماً ، سوف أكرس نفسي للبحث الكيميائي . وآمل أن أعود الى باريس بعد
أن أنال بعض الشهرة بفضل دراساتي العلمية . وسوف يأتي أبي بالذات لكي يحدثكم
في موضوع الزواج » .

تزوج لويس باستور وماري لورانت في ٢٩ ايار عام ١٨٤٩ . وكان هو
إذ ذاك في السادسة والعشرين وكانت هي في الثانية والعشرين . فكانت ماري

باستور زوجاً نادراً المثال . كتب عنها (اميل رو) ، الذي اصبح مساعداً
لباستور عام ١٨٧٦ ومديراً لمعهد باستور عام ١٩٠٤ فوصفها قائلاً :

« منذ مطلع حياتها الزوجية فهمت السيدة باستور الرجل الذي اقترنت به .
فعملت كل شيء لتبعد عنه متاعب الحياة ، وأخذت على عاتقها هموم البيت لكي
يتمكن عقله من الانصراف بحرية تامة الى بحوثه . وكانت في الأماسي تكتب
له وهو يولي عليها . وأخذت تهتم اهتماماً صادقاً في البنية البلورية أو الفيروسات
الخفيفة . وصارت تعي أن الأفكار تصبح أكثر وضوحاً إذا شُرحت للآخرين ،
وأنه لا شيء يؤدي الى ابتكار تجارب جديدة أكثر من وصف التجارب فور الانتهاء
من القيام بها . وكانت السيدة باستور أكثر من رفيقه نادراً المثليل لزوجها ،
كانت له أفضل معين وزميل . »

وكان في حياة كل من ماري ولويس باستور مأساة شخصية . فقد فُجعا بوفاة
ابنتهما البكر جان في التاسعة من عمرها ، ، وبوفاة ابنتها كاميل في الثانية من
عمرها عام ١٨٦٥ ، كما فُجعا بوفاة سيسيل في الثانية عشرة من العمر بحمى التيفوئيد
عام ١٨٦٦ . وأتاهما نأب فقدان ابنتها جان بابتيست في العشرين من عمره أثناء
هزيمة الجيش الفرنسي على يد الألمان عام ١٨٧١ . فتترك باستور عمله وراح يبحث
عن ابنه بين الصفوف الطويلة للمحاربين المغلوبين العائدين .

وجاء في التقرير المؤلم أنه من بين ١٢٠٠ رجل في فرقة العريف باستور لم
يبق على قيد الحياة سوي ٣٠٠ رجل . ومن حسن حظ ماري ولويس أنها عثوا
على ابنتها الوحيد جريجياً لكن حياً . ومرّضاه حتى شفي . ولم يغفر لويس باستور
للألمان أبداً . فرفض بعد مضي سنوات على هذا الحادث قبول الوسام الذي رغبت
الحكومة الألمانية أن تمنحه له اعترافاً بإنجازاته العلمية .

فلنستعرض الآن ما قام به باستور . كانت تجاربه الأولى على البلورات . كان
(بيو) الفيزيائي قد اكتشف أن مستوي الضوء المستقطب يدور (أي أن اتجاه

الضوء يتحول) حين يمر خلال بلورة من الكوارتز . كما اكتشف علماء آخرون أن بعض البلورات لا بد من إذابتها لكي تستطيع ان تدير الضوء المستقطب .

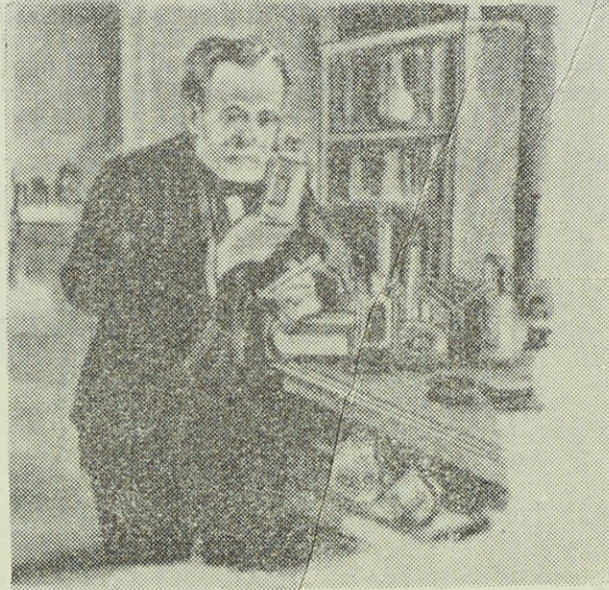
مثال ذلك ، إذا جعلنا الضوء المستقطب يمر خلال السكر المذاب في الماء فان سطح الضوء المستقطب يدور حين يمر خلال محلول السكر . وكان الكيميائي الالماني ايلهارد ميشرليخ يعمل في حل مشكلة لها صلة بحض الطرطر (العفص) الذي ينتج عن صناعة الخمرة . فقال إن هناك زعين من حمض الطرطر يدعيان حمض الطرطر الصحيح ونظير حمض الطرطر . ما حمض الطرطر الصحيح فيحرف الضوء المستقطب إلى اليمين بينما ليس لنظير حمض الطرطر أي تأثير على الضوء المستقطب . أما في سائر الوجوه الأخرى فقد إنها متماثلان .

وفف ذهن باستور الشاب عند هذه انملة . لم يستطع قبولها . لا بد أن يكون بينها فرق يمكن تمييزه . وطفق باستور يعمل باحثاً عن الفرق . وكانت دراساته المستفيضة للبلورات قد هيأته لهذه المهمة . فرأى وجوهاً صغيرة على بلورات حمض الطرطر . وحضّر بلورات محلول نظير حمض الطرطر من ذلك النوع الذي وصفه ميشرليخ وأخذ يدرسها .

فأكتشف ، وسط استغرابه ، وجوهاً صغيرة للبلورات من نوعين : بعضها إلى اليسار وبعضها الآخر إلى اليمين . وكان نظير حمض الطرطر ، في الحقيقة ، نوعين من الطرطرات ، مزيجين متساويين من البلورات اليمنى والبلورات اليسرى . فكان هذا اكتشافاً جديداً كل الجدة .

لم يكن هذا نهاية دراسته للبلورات بل كان هو البداية ، فقبل أن يتحول عن هذه الدراسة الساحرة صاغ نظريته عن الحياة . رأى أن الجزيئات ذات الوجه الأيمن والجزيئات ذات الوجه الأيسر تنتج دائماً عن عمليات حية . ويطلق على هذه الوجوه اليمنى واليسرى عبارة (اللاتناظر) . وخيّل إلى باستور أنه يستطيع أن يخلق الحياة ذاتها تحت تأثير القوى اللاتناظرية التي كان يريد إدخالها في التفاعلات

الكيمياء . وقد أخفق باستور طبعاً في خلق الحياة في مخبر الكيمياء ، لكن جهوده هيأت ذهنه لحل مشكلة أخرى ، مشكلة الاختار أو التخمر .



(باستور في مخبره)

والاختار عبارة تطلق على التبدلات التي تطرأ على بعض المواد . في بعض الأحيان يكون الاختار مستعجلاً وفي أحيان أخرى لا يكون مستعجلاً . فالخمرة تنتج من تخمر العنب ، ويمكن أن تتحول الخمرة إلى خلٍ حين تتخمر إلى حمض الخليك . والحليب يصبح حامضاً (لبناً خائراً) حين يتحول سكر الحليب إلى حمض اللاكتيك (اللبنيك) . أما اللحم والبيض فيمكن أن يفسدا بسبب التخمر . وكانت صناعة الخمرة صناعة عظيمة في فرنسا . وكان تخمر العنب أمراً جديراً بالاهتمام الجدي . لكن الظروف التي كان يجري فيها التخمر لم تكن مفهومة ، وكان يؤدي التعويل على الطبيعة لتأخذ مجراها إلى إنتاج خمرة حامضية أو إلى عدم إنتاج أي خمرة . ودرس باستور صناعة الخمرة دراسة مستفيضة خلص منها إلى وضع نظرية التخمر الجرثومي التي قدمها إلى جمعية العلوم في مدينة

لَيْلٍ . وعبر عن اعتقاده ، نتيجةً للبحوث الدقيقة الموسَّعة ، أن جميع التبدلات التي تحدث في المواد في الطبيعة يرجع سببها إلى أنواع مختلفة من الجسيمات الصغيرة إلى درجة أنها لا ترى إلا بالمجهر . وبين أن هذه الأحياء المجهرية يمكن التحكم فيها بالحرارة . وكان من نتيجة تجاربه ومكتشفاته أن صناعة الخمرة أخذت تتقدم على أساس علمي صحيح . وهذه الدراسة ذاتها قدمت للعالم طريقة التعقيم (البسترة) ، الطريقة المستعملة لحفظ الحليب الذي تشربه ، وللحيلولة بينه وبين أن يكون حاملاً للمرض .

بعد ذلك بعدة سنوات تعرضت صناعة الحرير في فرنسا لكارثة على إثر إصابة دود الحرير بمرض . ودعي باستور لتحري هذه المشكلة . فدرس ، بما عُرِف به من إتقان ، كلَّ وجه من وجوه هذه المشكلة الجديدة . وأصبح خبيراً في تربية دود الحرير . وابتكر طرقاً علمية لاصطفاء بيوض دود الحرير السليمة من الأمراض فأنقذ هذه الصناعة من الدمار والزوال .

كانت منجزات لويس باستور نتيجة نوع من التفاعل المتسلسل في التفكير الذي يؤدي فيه أحد الأشياء إلى الشيء التالي حتماً . فدراساته للبورات قادت إلى التفكير في أسرار الحياة . ودراسة الحياة قادت إلى مشكلة التخمر وإلى إيجاد حل لها وذلك حين أصر ، بحق ، على أن التخمر تقوم به مخلوقات مجهرية - الجراثيم . وقد سببت له هذه الدراسة خصومات مع أنصار نظرية التوالد الذاتي أي النظرية التي تقول بأن الأشياء الحية تنشأ من مادة غير حية . وكان الناس منذ عهد العالم الإيطالي فرنسيسكو ريدي ، قد توقفوا عن الاعتقاد بالتوالد الذاتي لدى بعض الحيوانات كالديدان ، والعت ، والدودة الوحيدة ، والفئران ، لكن كانوا لا يزالون يعتقدون أن من الممكن أن تنشأ الجراثيم من المواد العضوية غير الحية . فأثبت باستور استحالة التوالد الذاتي حتى للحياة الجرثومية . ومكنته نظرياته الجرثومية الخلوية ، المبنيّة على أسس راسخة ، من بعث صناعة الحرير الطبيعي في

فرنسا . كما أنه درس وكافح وباء الجحرة الذي كان يهدد بالقضاء على مواشي أوروبا .
وقام بدراسات مستفيضة للغانغارين أو تسمم الدم وحمى النفاس . وبين أن
هذه الأمراض كلها هي أيضاً أمراض جرثومية . وشرح طريقة السيطرة عليها .

وداء الكلب ، الداء القتال الذي تحمله الكلاب وتنقله إلى الانسان ، فخل
خبر باستور ، فكافحه واستطاع بتجربة تلقيح خطيرة أن ينقذ حياة صبي في التاسعة
من العمر كان قد أصيب بعضة من كلبٍ خطيرة لا يجدي الكي في شفائه منها .

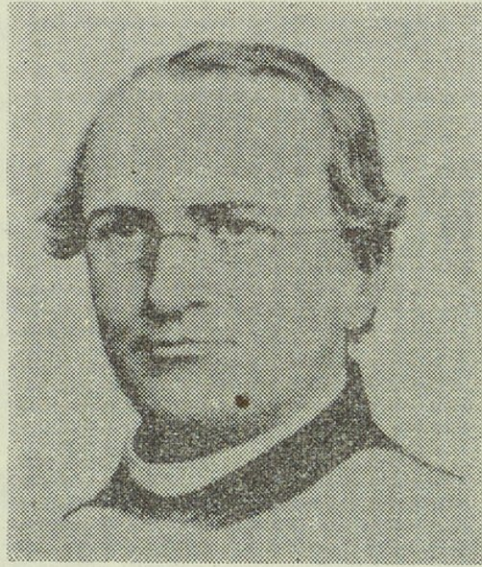
توفي باستور في ٢٨ أيلول ١٨٩٥ . ولخص فلسفته بهذه العبارات :

« اني على يقين تام بأن العلم والسلام سوف ينتصران على الجهل والحرب ،
وبأن الأمم في آخر الأمر سوف تتحد لا للتدمير بل للبناء ، وأن المستقبل
من حظ أولئك الذين بذلوا أعظم الجهود في سبيل الانسانية المعذبة . »



جوهان غريغور ماندل

JOHANN GREGOR MENDEL



« من أبسط الأشياء سوف تهدي الى الحقيقة . »

كان جوهان غريغور ماندل يعمل بجدٍ وعناية في زراعة أنواع كثيرة من البازلاء في بستانه الأثير لديه . وفي ١٨٦٦ ، بعد ثماني سنوات قضاها في الزراعة العلمية والملاحظة والتحليل بعناية ودقة ، نشر مكتشفاته . وكان ذلك فقط كان نهاية جهوده إذ لم يحدث على أثر ذلك شيء ، ولم يعترف أحد بأن كتاب ماندل من كتب العلم الكلاسيكية .

لكن ماندل كان قد وضع الأساس لدراسة الوراثة . وفي ١٩٠٠ ، بعد

٣١ سنة من نشر كتابه ، وبعد ١٦ سنة من وفاته ، اهتدى ثلاثة من العلماء بصورة مستقلة في ثلاثة أقطار ، إلى كتاب ماندل وأدركوا عظمته . وبذلك لحق العالم بعملاق آخر من عمالقة العلم سبق زمانه بسنوات كثيرة .

ولد جوهان ماندل لأسرة من الفلاحين والبساتنة في تموز ١٨٢٢ في مورافيا التي كانت جزءاً من النمسا حينئذ ، وهي الآن جزء من تشيكوسلوفاكيا . وكان الصبي بعاون أباه في المزرعة ، وينمّي شغفه بالطبيعة ومخلوقاتنا كلها . وقد ولدت فيه حياته في المزرعة أو ربما وراثته نزعة الإصرار على بلوغ الهدف (أو ربما العناد) التي أعانته وأعاقته في الوقت ذاته ، في حياته كلها .

درس في المدرسة الابتدائية في قرية هنزدورف التي كانت ، باصرار من صاحبة القرية ، تدرّس درساً كان يُعتبر في ذلك الحين زخرفاً وزينة . كانت دراسة الطبيعة من جملة الدروس التي تدرّس في المدارس الابتدائية بالرغم من مفتش المدرسة الذي كان يسمي تعليمها « فضيحة » . ويفضل هذه الدراسة أدرك جوهان الصغير شيئاً فشيئاً أن بالامكان دراسة الطبيعة وتحليلها .

ومن هنزدورف ارتحل جوهان إلى الجمنازيوم (المدرسة الثانوية) في بلدة تروبو المجاورة . وبالرغم من أن أسرته لم تكن بالأسرة الشديدة الفقر ، لم يكن لديها المال الذي تنفقه عليه للمزيد من الدراسة . وشق جوهان طريقه في المدرسة غير أنه لم يتمكن من إرضاء نفسه التواقة وهو في السابعة عشرة من عمره . واعتلت صحته بسبب سوء التغذية ، وخيّل إليه أن دراسته من جراء ذلك قد انتهت عند هذا الحد .

في هذه المرحلة الفاصلة من حياته ، كان أبوه ، أنطوان ماندل ، يعاني من آثار حادث خطير وقع له فقرر بيع المزرعة وحوّل بعض الدفعات من ثمنها إلى جوهان وأخته تيريزيا . ثم إن تيريزيا حوّلت حصتها من ثمن المزرعة إلى جوهان فتمكن بمجموع المبلغين من أن يقضي أربع سنوات من العمل والدرس والجوع

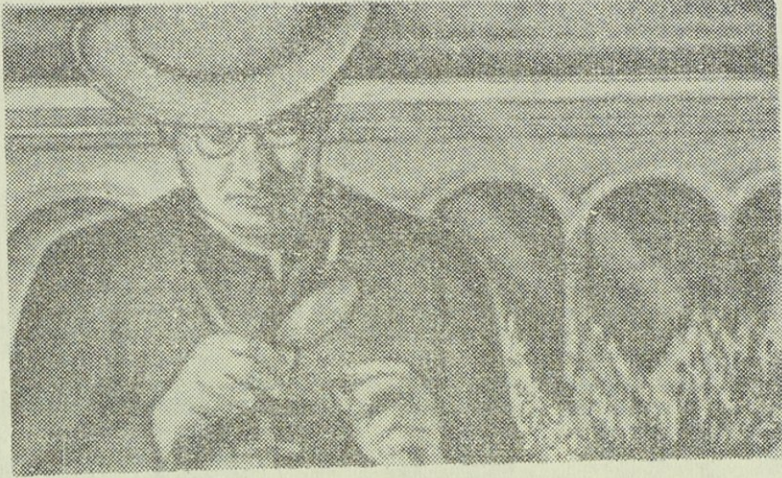
في معهد أولموتز . وكان على جوهان فيما بعد أن يفى ما عليه لأخته بأن يرسل
أبناءها إلى الكلية ليدرسوا على نفقته .

وبعد تخرجه من معهد أولموتز أصبح مستعداً لممارسة المهنة . وكان كفاحه في
سبيل الحصول على المال يصبغ تفكيره ، فدخل ، بناء على نصيحة أساتذته ،
دير أوغسطين في التبرن لكي يتمكن من التحرر من « القلق الدائم حول لقمة
العيش » . وكان في الحادية والعشرين عندما انتهى به المطاف إلى حياة الرهبنة
واتخذ اسم غريغور .

وجد غريغور ماندل السعادة مباشرة ، لأنه أخذ يتناول غذاء جيداً كما أن
الدير ، وهذا مهم أيضاً ، كان يمتلك بستاناً نباتياً زاخراً بأنواع النباتات . وكانت
هذه القطعة من الأرض المزروعة زراعة علمية قد أنشأها وتعهدها واحد من
الأخوة توفي منذ عهد قريب . فوجد غريغور نفسه مع زمرة من الرجال المتشابهين
أو المنقاربين في الأذواق والأفكار والمهتمين باللاهوت والفلسفة والعلوم
والأدب - وفي البستنة العلمية . وفي هذه الأثناء كان جوهان يدرس من أجل
الوصول إلى رتبة قسيس وقد رُسمَ قساً في ١٨٤٧ .

ترك غريغور ماندل الدير ، فترة من الوقت ، ليخدم كقس في كيسة
باحدى المناطق ، وكان لسوء حظه ، شديد التأثير بآلام الناس الى درجة أنه
كان يعتل جسمه إذا طُلب اليه أن يذهب لعيادة إنسان مريض أو لمواساة أسرة
فقدت أحد أفرادها ، فأعفى من هذه الخدمة بسرعة وعاد إلى ديره وبستانه .
وتقدم بطلب لوظيفة مدرس في المدرسة الثانوية المحلية . وقررت هيئة
الفاحصين المحلية أنه لم يكن يملك المعارف العلمية الكافية التي تؤهله ليكون
مدرساً نظامياً ، لكنها سمحت له بأن يكون مدرساً وكيلاً بأجور منخفضة ثم
تقدم ماندل فيما بعد إلى امتحان آخر ، فكان القرار في هذه المرة انه لم يكن
مؤهلاً للتدريس حتى في الصفوف الابتدائية . وكان يعرف موضوعه معرفة تامة

لكن هيئة المدرسة لم تكن تفهم إجاباته . ذلك لأن ماندل أصر على استخدام مصطلحاته العلمية ورفض بعناد استخدام اللغة العلمية المقبولة في تلك الأيام .



(ماندل في بستان الدير)

واصل ماندل التعليم بصفة وكيل ، ولم يصبح قط موظفاً أصيلاً . وجعل من حجرة صفه مكاناً بهيجاً . فكان الطلبة يجدون متعة في دروس هذا المعلم السعيد . - الذي كان قد غدا مستدير الجسم بسبب الطعام الجيد الذي يتناوله في الدير - وذلك لأنه كان يبعد عن الدروس جفافها بالحكايات التي يدور معظمها حول ما لديه من معلومات عن غابات المنطقة وحيواناتها . وكان يثني على تلاميذه وكانوا هم يقدرّون لطفه . وكان يتجنب إعطاءهم علاماتٍ تؤدي إلى رسوبهم ، ويساعد الطلاب الأقل مقدرة باعطاءهم دروساً إضافية تعينهم على النجاح في الفحوص . لكنه كان في هذه المدة كلها مثابراً على القيام بتجاربه النباتية في البستان وعلى دراساته . وكان إذ ذاك قد نشر رسالته ، المشهورة الآن ، من دون أن تشير ضجة في العالم الخارجي .

وحين لم يكن العالم الخارجي يلتفت إليه كان زملاؤه الرهبان يحبونه ، فانتخبوه رئيساً للدير في السابعة والأربعين من عمره . وكانت وظيفته الجديدة ،

رئيساً للدير ، تستهلك قسماً كبيراً من وقته فاضطُر إضطراراً الى التخلي عن وظيفته التعليمية .

كان الرئيس الجديد للدير إنساناً محبوباً جداً . وقد توافر له رزق وفير استخدم قسماً كبيراً منه في إكرام الأصدقاء . وكان يقيم في أيام الأعياد المآدب العامة ويدعو إليها جميع أفراد القرية . وكان يحتفل بعيد الميلاد بأسلوب لا يحى من الذاكرة ، فيقدم فيه الطعام والشراب للجميع . وقد اشتهر ماندل بحبه للإحسان بالرغم من أنه لم يكن يكشف عن الهبات التي يقدمها للقرويين المعوزين .

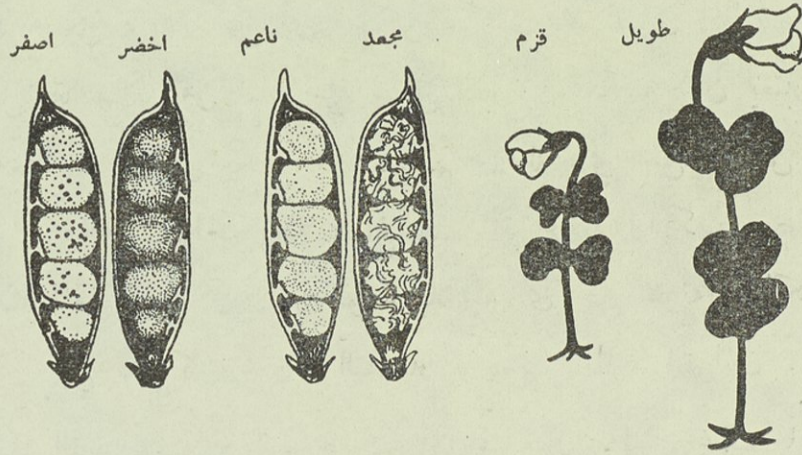
وبالرغم مما كان عليه من لطف أنهى حياته بنزاع مع الحكومة وذلك حين أصدرت الهيئة التشريعية في ١٨٧٤ مرسوماً يقضي بفرض الضرائب على أهلاك الكنيسة من أجل زيادة مرتبات القسس في المنطقة .

وقد وافق ماندل على أن الحكومة كانت تحتاج الى المال لهذه الغاية واقترح أن يرسل لها مبلغاً من المال على سبيل التبرع . لكنه كان يعتبر القانون الذي صدر مجحفاً ، ورفض بعناد أن يسلم للدولة بأي حق لفرض الضريبة على الكنيسة . ورفضت الحكومة المبلغ الذي تبرع به وأكدت مطالبتها مرة ثانية . واستمرت المعركة بينه وبين الحكومة بلا جدوى حتى موته . لكنها آلمته وجعلته ينقسم على كل من كان يحاول التفكير بوجوب إطاعة القوانين .

كانت التجربة ، التي جعلت من غريغور ماندل عالماً بارزاً ، نتيجة تخطيطٍ دقيق . فلم يسبق لأحد قط أن استغرب لماذا يكون لوالدٍ أحمر الشعر ولد أحمر الشعر . وكان أقرباء الوليد يتحلقون حوله ويقولون : « إنه يشبه أباه » . أما ماندل فكان أول من وضع القوانين التي تشرح كيفية انتقال الصفات من الآباء الى الأبناء ، القوانين التي تتحكم في الوراثة . لو تأملت في أبويك وأخوتك وإخوتك رأيت أنهم جميعاً يحتلفون فيما بينهم ، لكنهم في الوقت

ذاته يتشابهون بعض التشابه . وكان هذا الامر يحير علماء الحياة ، ولم يكونوا يعرفون كيف يفصلون بين الصفات المختلفة . فجاء ماندل وشرح كيف نقول بذلك ، وهو أسلوب يبدو بسيطاً : - ادرس صفة واحدة مستقلة في كل مرة .

وجه ماندل انتباهه الى دراسة الوراثة في نباتات البازلاء في البستان ، فوجد أن بعض النباتات طويلة وبعضها قصير ، وأن بعضها له قرون تبدو كأنها نفخت نفخاً ، والبعض الآخر قرونه ملفوفة بشدة حول حبات البازلاء . وفي بعض الحالات كانت البازلاء صفراء باهتة ، أو صفراء لامعة أو خضراء . ووجد أن هذه الصفات مجتمعة تبلغ سبعة يمكن تمييزها بسهولة وبصورة مستقلة . وقد اختار البازلاء لأن الميسم (رأس المدقة) فيها يلقح بغبار الطلع الذي يأتي من الزهرة ذاتها . وهذا يعني أن النبتة الجديدة لها في الحقيقة والد واحد .



(بعض الصفات التي درسها ماندل في نباتات البازلاء . وجد أنه في أي زوجين من الصفات المتضادة ، تكون إحدى الصفات مسيطرة والآخرى كامنة)

وكان ماندل يعلم أنه إذا نتجت نبتة من والد واحد فإن باستطاعته حينئذ أن يحصل على أنواع من النباتات النقية . مثال ذلك ، النبتة الطويلة التي تنتج نباتات طويلة جيلا بعد جيل هي نبتة « نقية » في صفة الطول ، وكذلك النبتة

التي تظل قزماً « قصيرة جداً » جيلاً بعد جيل فهي نبتة « نقية » في صفة القزامة . وأنتج بمزيد من العناية نباتات نقية في كل واحدة من الصفات السبع التي قرر أن يختبرها .

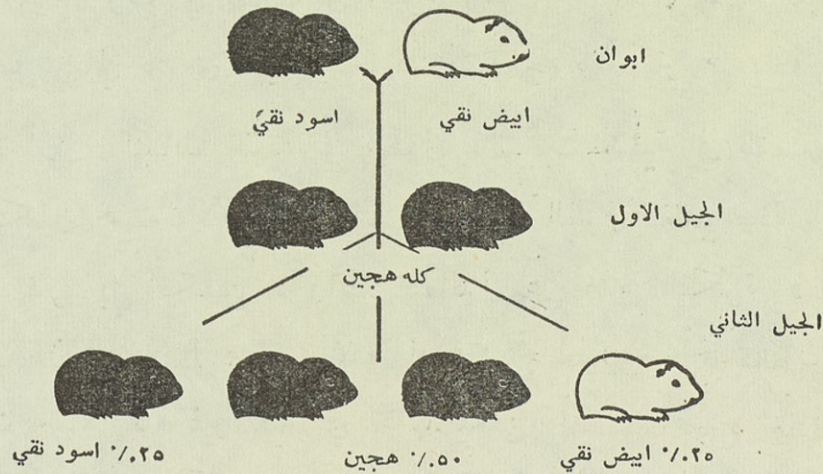
وكانت الخطوة التالية هي أن يمنع النباتات من تلقيح نفسها ، وأن يلقحها من نباتات أخرى ، أي أن يلقحها تلقيحاً متبادلاً (أن يلقح بعضها من بعض) بحيث يكون لكل نبتة بازلاء أبوان نقيان لكن لهما صفات مختلفة ، مثلاً ، والد طويل ووالد قصير . وأنتج بهذه الطريقة مئات النباتات واكتشف أن جميع الأولاد كانوا طوالاً . وكان هنا إزاء لغز . فما الذي جرى للأب القزم ؟ ألم يؤثر قط في الولد ؟

وقام بالمزيد من البحث - في هذه المرة زواج بين عدد كبير من النباتات كل واحدة منها كان لها أب طويل وأب قصير . وكانت كل واحدة من هذه النباتات نبتة طويلة . ثم زرع حبات البازلاء التي نتجت من هذا الزواج الجديد فكانت النتيجة : ثلاث نباتات من الأربعة طويلة ، والنبتة الرابعة قصيرة . فتبين أن النبتة النقية القزم أثرت في الذرية في آخر الأمر ، لكن صفة القزامة لم تظهر إلا في الجيل التالي . أي أن الوليد قد يشبه جدّه أكثر مما يشبه أباه . رأى ماندل أن النباتات النقية في الطول والنباتات النقية في القصر . إذا أنتجت أطفالاً يكون جميع الأطفال طوالاً لأن صفة الطول تغلب صفة القصر . وصفة القصر لا تقوى بل تكمن . وأطلق ماندل على هذه الفكرة « قانون السيادة Law of Dominance » . واتضح له من تجارب أخرى أن بعض النباتات المولودات من بازلاء غير نقية في ذاتها يمكن أن تصبح « نقية » مثلاً ، النباتات المولودات من آباء أنقياء في صفة الطول وآباء أنقياء في صفة القصر تنتج بازلاء مزيجية أو هجينة . لكن إذا زوجنا نبتتين هجينتين فإن نصف عدد أولادهما يكونون هجناً والنصف الآخر يكون نصفهم تماماً أنقياء في صفة

الطول والنصف الآخر أنقياء في صفة القصر . واطلق ماندل على هذا « قانون التمييز Law of Segregation » .

لم يتعلم ماندل طبعاً كل الاشياء الممكنة حول الوراثة ، ولا يزال العلماء يعملون في هذه المشكلة . لكن قوانينه كانت حتى الآن جلية الفائدة للبشرية . ففي السويد في أوائل القرن العشرين كان إنتاج القمح ينذر بالفشل التام . كان بعض أنواع القمح ينمو بصورة جيدة مذهشة لكنها كانت لا تستطيع مقاومة مناخ السويد . أما الأنواع الأخرى التي لم تكن تتجمد بسرعة فلم تكن تنمو إلا بكميات قليلة . فتمكن (نلسون اهل) السويدي ، أحد أتباع ماندل في الوراثة ، أن ينتج صنفاً من الحنطة نقياً في صفة النضج المبكر والمحصول الجيد . وبذلك حل مشكلة إنتاج القمح في الأقطار الباردة .

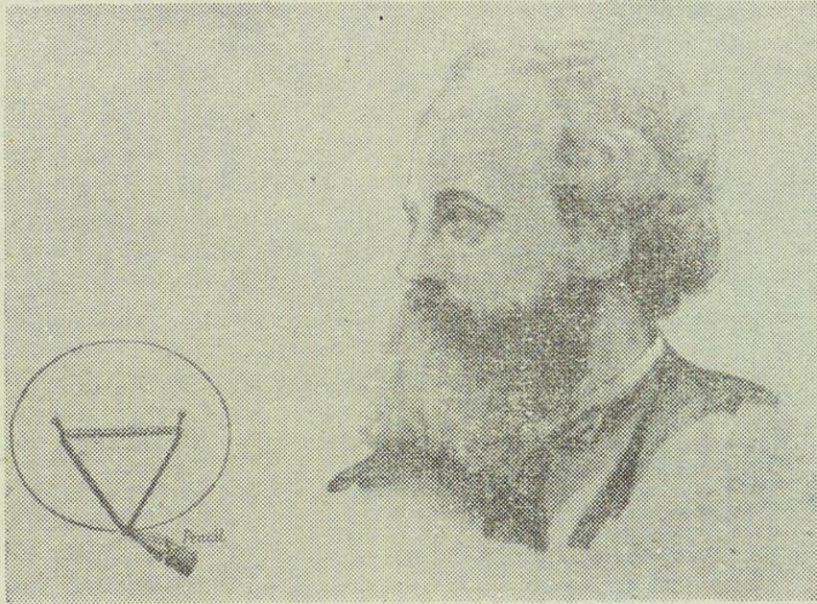
وقد وُجد أن القوانين المتعلقة بوراثة الصفات تصدق أيضاً على البشر . وسوف تكون ذات نفع في السيطرة على الاستعدادات الموروثة نحو بعض الامراض . حين توفي ماندل في ١٨٨٤ لم يدرك أحد أن عملاقاً من عمالقة العلم قد قضى .



(قانون التمييز لماندل مطبقاً على الارانب الرومية)

جيمس ماكسويل

JAMES CLERK MAXWELL



خذ مسبارين وادقهما على ورقة ، وليكن البعد ما بينهما بوصتين مثلاً . اجمع المسبارين بنحيط مربوط ثم خذ قلماً وشدّه به الحيط كما في الرسم الايضاحي ثم ارسم خطأً على الورقة مع بقاء الحيط مشدوداً بالقلم .

حين كان مكسويل في الرابعة عشرة من عمره ابتكر هذه الطريقة لانشاء قطع تام . وقد اصطحبه أبوه إلى اجتماع الجمعية الملكية في ادنبره حيث تلا أحد أساتذة الجامعة هذا الاكتشاف الرياضي .

ونحن حين نذكر جيمس كلارك مكسويل لا نذكره بسبب هذه الطريقة العبقريّة لرسم القطع بل بسبب صيغه الرياضية والعلمية . فقد ظهرت عام ١٨٦٥

رسالته : نظوية ديناميكية عن الحقل المغناطيسي الكهربائي (الكهروطيسي)
التي ثبت أنها كانت المفتاح الذي فتح الباب الى الراديو والتلفزيون والرادار وكل
المبتكرات التي تعتمد على توليد الأمواج الكهروطيسية والتحكم فيها . ويبقى مكسويل
متوجّحاً ، مع نيوتن واينشتاين ، عالماً رياضياً فيزيائياً لا يزه أحد من العلماء .
ولد مكسويل الألمي بحق ، في ١٣ تشرين الثاني ١٨٣١ في أدنبرة بسكوتلاندا .
وكانت أسرته على جانب لا بأس به من الاستقرار ومشهورة لا بالعديد من
أعضائها الناجحين فحسب بل بشخصيات أعضائها الشاذة ايضاً . وكان والد جيمس
قد درس الحقوق وأعد نفسه لمهنة المحاماة لكنه لم يُعن بممارسة المهنة بل أخذ
يُعنى بأملائه وينصرف إلى تعليم ابنه . وكان الصبي يبدي اهتماماً بالمبتكرات
الميكانيكية فيلقى من أبيه التشجيع . وأظهر جيمس منذ عهد مبكر ما لديه من
فضول لا حدود له فكان يجب أن يهتدي إلى سر أي اختراع ميكانيكي وإلى
كيفية عمله . وكان شأن الكثير من صبيان اليوم يصنع آلات ميكانيكية ونماذج .
لكن في أيامه لم تكن هناك مخازن الهوايات لبيع قطع التبديل ، فكان يُضطر
لصنع نماذجه بجميع أجزائها .

توفيت والدة جيمس وهو في التاسعة من عمره فأخذ أبوه ، بمساعدة عمته
العازبة ، يضاعف رعايته له محاولاً أن يعوض عليه هذه الحسارة الفادحة . ولما
بلغ العاشرة أوفد الى معهد ادنبرة وهو يرتدي البسة صممها ابوه كلها خصيصاً
له بما فيها أحذيته ذات الكعب المربع . ويمكن ان نتصور ان مكسويل قد
تضايق من هذه الالبسة لأنه صار ذلك التلميذ الذي يسهل على زملائه ان يوجهوا
له النقد بسببها . وقد كانوا يفعلون ذلك ، الى أن تمكن من كسب استحسانهم
لنبوغه . ومع ذلك كانوا يلقبونه « المحبول » .

ولما بلغ السادسة عشرة دخل جامعة ادنبرة وكان اذ ذاك رياضياً لامعاً
فانصرف الى التجارب العلمية من جميع الاشكال . وكان يجب قرض الشعر

فنظم شعراً رديئاً ، إلا أنه ظل طوال حياته يستمتع بالشعر .
وفي ١٨٥٠ غادر مكسويل سكوتلاندا للدراسة في جامعة كمبردج . وتلقى
دروساً خاصة في الرياضيات على ويليام هوبكنز استعداداً للدخول في مسابقة
خاصة بطلبة الرياضيات الناهين . ويُروى عن هوبكنز أنه قال عن مكسويل :
« يبدو من المستحيل عليه أن يفكر تفكيراً خاطئاً في الموضوعات العلمية » .
ولكن مكسويل لم يحرز في المسابقة إلا المرتبة الثانية . ولم يلبث أن انتُخب
عضواً في (زمرة الحواريين) (Apostles) وهي نادٍ يضم أبرز اثني عشر
طالباً في كمبردج .

لكن يبدو أنه كان يسبب الازعاج لزملائه في المهجع . فقد كان له بعض
الآراء الشاذة المبكرة في النوم . كان يقسم ساعات اليوم الأربع والعشرين إلى
فترتي نوم وبقظة . وكان يجب أن يقوم بتأريته الرياضية من الساعة الثانية إلى
الساعة الثانية والنصف صباحاً بالجري صعوداً ونزولاً بين الأبهاء .

ونال شهادته عام ١٨٥٤ إلا أنه قرر البقاء للدراسة في كلية الثالوث
بكمبردج وقادته دراساته إلى ابتكار دوامة اللون لكي يثبت أن مزج
الألوان الأولية ، الأحمر والأخضر والأزرق ، بنسب ملائمة يمكن أن ينتج فعلاً
كل لون يخطر بالبال . وتعتبر رسالته العلمية التي وصف فيها هذا البحث أساس
اللون في التلفزيون ، لأن جميع ألوان هذا الاختراع الحديث تنتج من امتزاج
الأحمر والأخضر والأزرق بنسب متفاوتة . وقد نال على دراساته المتصلة باللون
وسام رومفورد من الجمعية الملكية .

ومرض أبوه فرغب في العودة إلى سكوتلاندا ليكون قريباً منه . وحصل
على كرسي العلوم في كلية ماريشال في آبردين ، إلا أن والده لسوء الحظ توفي
قبل بضعة أيام من الموعد الذي كان مقرراً لتسلم منصبه الجديد .

لم يكن الطالب المتوسط ليحني فائدة كبيرة من دروس البروفسور مكسويل لأن الطلبة الاذكياء فقط هم الذين كانوا يستطيعون متابعة درسه . أما مكسويل فقد أفاد كثيراً من منصبه لأنه التقى في كلية ماريشال بزوجته ، ابنة رئيس الكلية . وكتب الى عمته يقول : « إنها ليست رياضية ولكن هناك أموراً أخرى غير الرياضيات . ولا شك في أنها لن تتدخل في أمور الرياضيات » . وتكشف هذه الاسطر القليلة عما كان يتمتع به هذا العبقرى العظيم من مزاج مرح .

كان مكسويل قد قام بعمل مبتكر وهام يتعلق بتحليل رياضي لحلقات زحل وحركات الغازات . وان تحليله الرياضي ونموذجه الفيزيائي لحركة جزيئات الغازات وتصادمها قد ثبتا لاختبار الزمن ولا يزالان يُستعملان رغم التبدلات الكثيرة التي طلع بها العلم الحديث . لكن عمل مكسويل في علم الكهرباء والمغناطيس يغطي كثيراً على عمله الآخر .

فقد أثارت اهتمامه نظرية فارادي في التحريض الكهربيسي ، أي توليد الكهرباء من المغناطيس . وكان فارادي في تفسيره لنظريته قد استخدم عبارة « خطوط القوة » أو « أنابيب القوة » لوصف المكان الذي يحيط بالمغناطيس . فابتكر مكسويل في ذهنه نموذجاً للحقل المغناطيسي .

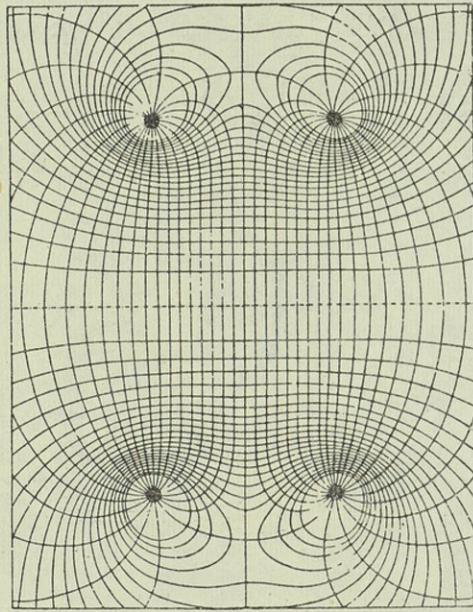
ويتألف النموذج من اسطوانات دوارة يفصل بينها كرات صغيرة تشبه الكرات المستعملة لتخفيف الاحتكاك بين اجزاء الآلة . وحين تدور إحدى الاسطوانات تنتقل حركتها بواسطة الكرات الى كل الاسطوانات فتجعلها تدور . ومن هذه النماذج تمكن من الوصول الى أربع أفكار أساسية تبدو على غاية من البساطة :

- خط القوة المغناطيسي هو خط مغلق ، أي أنه يؤلف عروة بلا نهاية .
- خط القوة الكهربائي هو أيضاً خط مغلق . وهو أيضاً يؤلف عروة ويدور على نفسه .

– الحقل المغناطيسي المتبدل يخلق حقلاً كهربائياً .

– الحقل الكهربائي المتبدل يخلق حقلاً مغناطيسياً .

وكان فارادي قد أثبت أن الحقل المغناطيسي المتبدل ينتج تياراً كهربائياً في ناقل ، لكن مكسويل كان قد استنتج أن الحقل المغناطيسي المتبدل يستطيع أن ينتج تأثيراً كهربائياً في المكان ، وأن التبدل في الحقل الكهربائي يستطيع أن ينتج تأثيراً مغناطيسياً . وذهب مكسويل إلى أبعد من ذلك ، فبين في معادلاته أن هذه التأثيرات الكهربائية والمغناطيسية تستغرق زمناً أثناء انتقالها . وبين أنها تنتقل بسرعة الضوء وأنها تنتقل معاً .

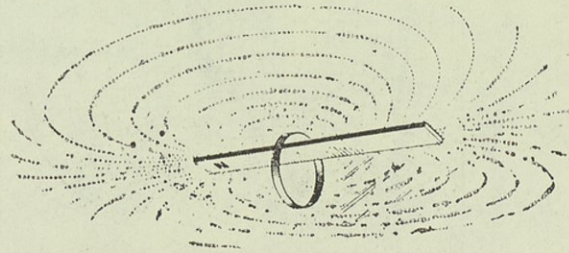


(خطوط القوة لمكسويل)

بعد مضي عشر سنوات على وفاة مكسويل أثبت هنريخ هارتر صحة نظرية مكسويل الكهربائية حين بنى أول جهاز راديو مرسل وأول جهاز راديو مستقبل . وبعد مضي خمسة وسبعين عاماً على وفاة مكسويل نجد المهندسين والمجربين الإلكترونيين يدرسون معادلاته بوصفها مفتاحاً لفهم الرادار والموجات القصيرة جداً . ونعلم

الآن أن مكسويل بّين أن جميع الموجات الكهربية تسير وفق القوانين ذاتها ، سواء أكانت الموجات حرارة أم ضوءاً أم راديو أم أشعة سينية أم أشعة غاما . عاد مكسويل ، فترة من الزمن ، إلى بيته في (غلينير) لانجاز كتابه في النظرية الكهربية . فأف كتباً دراسية في الحرارة والرياضيات ، والرؤية اللونية والفيزياء . وكان مشغولاً بجيرانه ، يلعب مع أطفالهم ، ويذهب بين الحين والحين إلى كمبرج ليمتحن أحد الطلاب ، ويقرض الشعر .

وحدث في ١٨٧١ ضغط على السلطات في كمبرج لإنشاء كرسي للفيزياء التجريبية لكي تدرّس في كمبرج الموضوعات الجديدة التي أصبحت موضع اهتمام العصر وهي الحرارة والكهرباء والمغناطيس . وتبرع دوق (ديفونشر) ، مدير الجامعة واحد أفراد أسرة هنري كافنديش ، بالمال اللازم لبناء مخبر كافنديش وتجهيزه . وتم اقناع مكسويل بقبول كرسي الفيزياء التجريبية والإشراف على انجاز البناء وتجهيز المخبر الجديد .



(بين مكسويل كيف تستطيع الكهرباء انتاج المغناطيسية . إن تياراً في الحلقة ينتج حقلاً مغناطيسياً حول القضيب)

واصل مكسويل التأليف في الموضوعات المختلفة . كما قام بمأثرة خالدة بنشره رسائل هنري كافنديش فسجل بذلك لكافنديش ، بصورة متأخرة ، فضل القيام بعمل هام في الكهرباء .

وكرّس مكسويل السنتين الأخيرتين من عمره لرعاية زوجته المقعدة بالرغم من انه كان هو ايضاً عليلاً . وامضى مدة من الزمن لا يستشير الاطباء ولا يخبر الاصدقاء

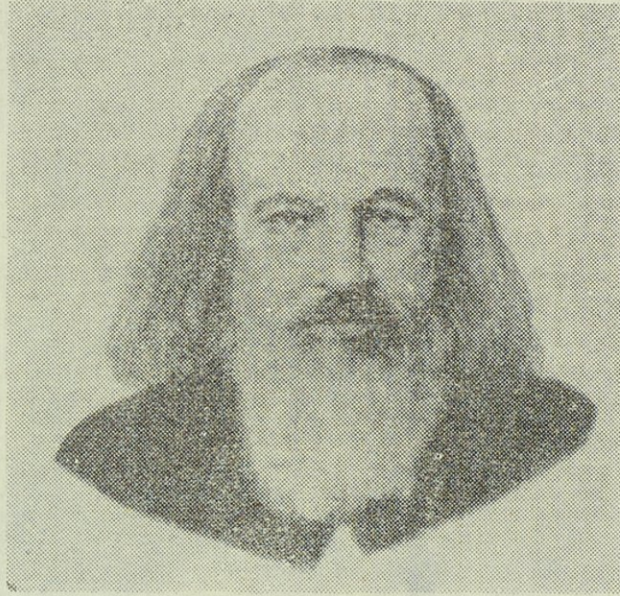
بجالتة رغم علمه بطبيعة دائه القتال ، السرطان . ولم تلبث الآلام أن ذهبت
بمرح هذا الرجل الصبور اللطيف الغيري وبفطنته . وتوفي في الخامس من تشرين
الثاني عام ١٨٧٩ قبل أن يُمّ الثامنة والأربعين من العمر .

إن الانسانية لم تستنفد بعد كل ما تنبأت به رياضياته وما تنبأ به خياله .
ولا يزال هناك اختراعات كثيرة لم تُكتشف بعد ستكون مدينة بالشيء الكثير
الى عبقرية جيمس كلارك ماكسويل . وقد تنبأت معادلاته باكتشاف الطيف
الاشعاعي Radio spectrum ، والاشعة السينية وأشعة غاما مما أدى الى فهم الذرة .



ديمتري مندليف

DIMITRI MENDELEEV



هل حاولت يوماً أن تحل أحجية الصورة المقطعة أجزاء ؟ إن حل الأحجية
بجمع الأجزاء وتأليف الصورة يبدو لك في أول الأمر مستحيلاً - فأمامك مئات
القطع المختلفة ، من جميع الأشكال ، والألوان والأحجام . لكن ما إن تدرس
القطعة حتى تبدأ الأحجية تنحل من ذاتها . وحين تسقط الأجزاء في أماكنها
المناسبة تصبح الصورة واضحة . وقبل أن نبدأ بحل أحجية الصورة المقطعة ،
نعلم أن جميع القطع سوف تنزل في أماكنها المناسبة ، وأنها بعد الفراغ من
هذه الخطوة سيكون لدينا صورة كاملة .

في عام ١٨٦٩ كانت دنيا الكيمياء تملك عدداً كبيراً من أمثال قطع أحجية الصورة المقطعة . وكان علماء الكيمياء قد تبينوا وجوه الشبه في خواص العناصر . مثلاً ، كان الصوديوم والبوتاسيوم معدنين طريين وبلون الفضة ، وكان الكلور والبرومين واليود مواد ملونة آكلة . ولكن العلماء ، بعكس هواة أحجية الصورة المقطعة ، لم يكونوا واثقين من أن هناك نظاماً تاماً ، ولا كانوا يعلمون ما العوامل التي يجب فحصها وكانوا يعلمون أنهم لم يكونوا يملكون جميع القطع . رغم ذلك كانت المشكلة أن تعتمد إلى الآلاف والآلاف من نتف المعلومات الكيماوية فتجمعها بعضها إلى بعض بحيث تكون مبرّبة مصنفة .

تصدى لهذه المشكلة عدد كبير من العلماء . لكن هناك عالم روسي كُتِبَ له أن ينجح حيث أخفق الآخرون . فقد رتب ماندليف العناصر الكيماوية وفق أوزانها الذرية ، فقدّم للعالم « الجدول الدّوريّ للعناصر » .

ومندليف من العلماء المبحّثين في الاتحاد السوفيتي رغم أنه عاش في العهد القيصري . ولد في اليوم الأول من شباط عام ١٨٣٤ في بلدة توبولسك ، وهي بقعة منعزلة في شرقي سيبيريا . وكان الولد السابع عشر وأصغر أطفال مدير المدرسة الثانوية المحلية . وكان أفراد أسرته رواداً في بلدة توبولسك . أسس جده أول مطبعة في المنطقة عام ١٧٨٧ ، وأتبعها باصدار أول جريدة في سيبيريا . وكانت أمه ، ذات الجمال التتوي ، من أسرة من الرواد أيضاً ، فقد أسست عائلتها أول معمل زجاج في سيبيريا .

ولم يلبث والد ديمتري ، بعد مولد ديمتري ، أن كُفَّ بصره واضطر إلى ترك العمل في مهنته . فأعادت الأم افتتاح معمل الزجاج المهجور التابع لأسرتها لكي تساعد على إعالة الأسرة . وكانت توبولسك منفيّاً للساسنة الروس المغضوب عليهم . فتزوجت إحدى أخوات ديمتري أحد مساجين ثورة ديسمبر ١٨٢٥ . درس ديمتري علم الطبيعة على هذا الرجل المثقف المنفي . واشتعلت النار في معمل الزجاج ودمرته ، فقررت أم ديمتري الرحيل إلى موسكو لكي تتيح لاصغر

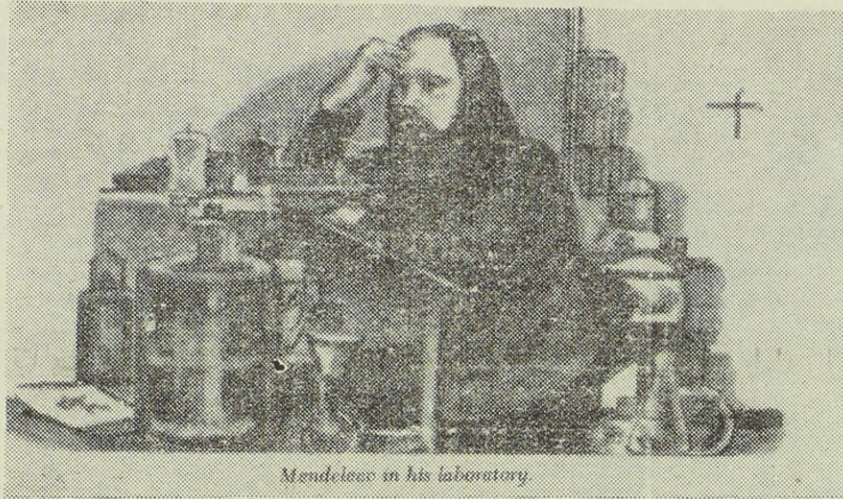
أولادها ، الذي كان متعطشاً للعلم إذ ذاك ، فرصة دخول الجامعة هناك .

وكان ديمتري يومئذ في السابعة عشرة من عمره . ولم يكن يتقن سوى لهجة سيبريا فلم يُقبل في الجامعة . وكانت أمه ذات عزم وتصميم ، فانتقلت به الى سانت بطرسبرغ حيث تعلم الروسية ، وتمكن حينئذ من دخول المعهد الذي كان مؤسساً لأعداد المدرسين للمدارس الثانوية فتخصص في الرياضيات والفيزياء والكيمياء . ولم يكن مندليف ليطبق دراسة الأدب أو اللغات الأجنبية إلا أنه رغم ذلك ، تخرج من المعهد وأحرز المرتبة الأولى بين زملائه .

وكان سيء الصحة يشكو من اضطراب في الرئة . وتوفيت أمه في هذه الأثناء فنجد صبره تماماً . وقدّر الأطباء أنه لن يعيش سوى ستة أشهر ، فذهب جنوباً الى جزيرة القرم ذات الاقليم الدافئ حيث عُيّن مدرساً للعلوم . واضطرته حرب القرم الى العودة الى أوديسا ثم الى سان بطرسبرج . وهناك أُذن له بأن يكون مدرساً خصباً ، أي بأن يدرس الطلاب ويتقاضى شطراً من الرسوم التي يدفعونها للمدرسة كمرتب له .

ولم تكن الفرص متاحة في روسيا للدراسة العلمية الراقية ، فحصل على إذن من الحكومة الروسية للدراسة في فرنسا وألمانيا . وفي باريس عمل مع هنري رينو المجرّب الكيميائي وأنشأ في هيدلبرغ مخبره الصغير الخاص حيث كان يجتمع ويعمل مع روبرت بونسن المشهور باختراعه لمصباح بونسن ، ومع غوستاف كيرشوف . وكان هؤلاء يعملون في تطوير كاشف الطيف (السيكتروسكوب) .

وكاشف الطيف جهاز لفحص تكوين شعاع من الضوء ، وهو يفيد في التحليل الكيميائي . وحين كان مندليف يدرس في ألمانيا حضر مؤتمر كارلسروه ، الذي أصدر فيه ستانيسلاو كانيزارو نداءه التاريخي للأخذ بنظرية آفوغادرو الجزيئية . وفيما بعد ، حين رتب مندليف «الجدول الدوري للعناصر» أفاد من جدول الأوزان الذرية الذي وضعه كانيزارو .



Mendeleev in his laboratory.

مندليف في مخبره

عاد مندليف الى سان بطرسبرغ وتزوج ، وألف كتاباً مدرسياً في الكيمياء العضوية دامت كتابته ستين يوماً . ثم نال درجة الدكتوراه في الكيمياء برسالة عن « اتحاد الكحول مع الماء » . وفي ١٧٦٥ ، إذ لم يكن مندليف قد تجاوز الحادية والثلاثين من عمره ، منح وظيفة أستاذية في جامعة سان بطرسبرغ اعترافاً بعبقريته العلمية وموهبته في التدريس . فكانت القاعة التي يحاضر فيها تزدهم دائماً بالطلبة . وكان ببنيته القوية وعينه الزرقاوين النفاذتين وشعره الأشعث ذا مظهر غريب لكنه جذاب .

وفي عام ١٨٦٩ ، بعد سنوات أمضاها في جمع المعلومات الكيميائية ودراستها ، أصبح مندليف مستعداً لعمل جدول العناصر . وكانت العناصر المعروفة في ذلك التاريخ ثلاثة وستين عنصراً . وكان لهذه العناصر طبيعية مختلفة ، بعضها معادن خفيفة ، وبعضها ثقيلة ، وبعضها مائع في الظروف العادية وجامد في ظروف أخرى . بعضها غازات خفيفة وبعضها غازات ثقيلة . وكان بعضها نشيطاً جداً بحيث يكون خطراً على من يتناوله من دون اتخاذ الاحتياطات الضرورية ، بينما يظل البعض الآخر سنوات من دون أن يطرأ عليه أي تغيير .

كان مندليف يعلم أنه يجري وراء نظام منسجم أساسي يفيد في ربط العناصر بعضها ببعض . فرتب العناصر الثلاثة والستين وفق أوزانها الذرية المتزايدة مبتدئاً بالهيدروجين ومنتهاً بالأورانيوم .

حل مندليف أحجية الصورة المقطعة بالرغم من أنه لم يكن لديه سوى ثلثي القطع التي تتألف منها الصورة ! وكان عليه بعد ذلك أن يفيد من الجدول الدوري للتنبؤ بصفات العناصر الأخرى التي يمكن أن توجد . فتنبأ بالأوزان الذرية والصفات الكيميائية لعدد من العناصر المفقودة . وقد تم اكتشاف هذه العناصر فيما بعد وهي السيليكون ، الغاليوم ، الجرمانيوم ، السكندريوم . وكان لها الصفات التي تصورها مندليف . وقد أعيد النظر في الجدول الدوري بعد ذلك ، فرتبت العناصر وفق العدد الذري . والعدد الذري يساوي عدد البروتونات في ذرة العنصر ، وهو يقع في نفس ترتيب الوزن الذري باستثناء حالات قليلة .

توفي ديمتري مندليف بذات الرثة عام ١٩٠٧ وقد بلغ من العمر ثلاثاً وسبعين سنة ، وهو الذي لم يكن يتوقع أن يعيش سوى ستة أشهر حين كان في الحادية والعشرين من عمره . ويوم توفي لم يكن في الجدول الدوري سوى ستة وثمانين عنصراً اكتُشف قسم كبير منها لأن أحجية الصورة المقطعة التي ابتكرها مندليف بينت أنه لا بد من وجود قطع مفقودة . وقد اكتمل الجدول الدوري الآن ، بعد اكتشاف جميع العناصر الطبيعية الاثني والتسعين . لكن الانسان تعلم كيف يبدع عناصر جديدة بقذف الذرات . ويسمى العنصر رقم ١٠١ مندليفيوم .

(جدول العناصر لتدلييف)

Mendeleev's table of the elements.

PERIODS	GROUPS																						
	0	A	B	A	2	B	B	3	A	B	4	A	B	5	A	B	6	A	B	7	A	B	
		HYDROGEN 1																					
II	HELIUM 2	LITHIUM 3	BERYLLIUM 4	BORON 5	CARBON 6	NITROGEN 7	OXYGEN 8	FLUORINE 9															
III	NEON 10	SODIUM 11	MAGNESIUM 12	ALUMINUM 13	SILICON 14	PHOSPHORUS 15	SULPHUR 16	CHLORINE 17															
IV SERIES 1 SERIES 2	ARGON 18	POTASSIUM 19 COPPER 29	CALCIUM 20 ZINC 30	SCANDIUM 21 GALLIUM 31	TITANIUM 22 GERMANIUM 32	VANADIUM 23 ARSENIC 33	CHROMIUM 24 SELENIUM 34	MANGANESE 25 BROMINE 35	IRON 26 NICKEL 27	COBALT 28													
V SERIES 1 SERIES 2	KRYPTON 36	RUBIDIUM 37 SILVER 47	STRONTIUM 38 CADMIUM 48	YTRIUM 39 INDIUM 49	ZIRCONIUM 40 TIN 50	COLUMBIUM 41 ANTIMONY 51	MOLYBDENUM 42 TELLURIUM 52	TECHNETIUM 43 IODINE 53	RUTHENIUM 44 PALLADIUM 45	RHODIUM 46													
VI SERIES 1 SERIES 2	XENON 54	CESIUM 55 GOLD 79	BARIUM 56 MERCURY 80	LANTHANUM* 57-71 THALLIUM 81	HAFNIUM 72 LEAD 82	TANTALUM 73 BISMUTH 83	TUNGSTEN 74 POLONIUM 84	RHENIUM 75 ASTATINE 85	OSMIUM 76 PLATINUM 77	IRIDIUM 78													
VII	RADON 86	FRANCIUM 87	RADIUM 88	ACTINIUM 89-98																			

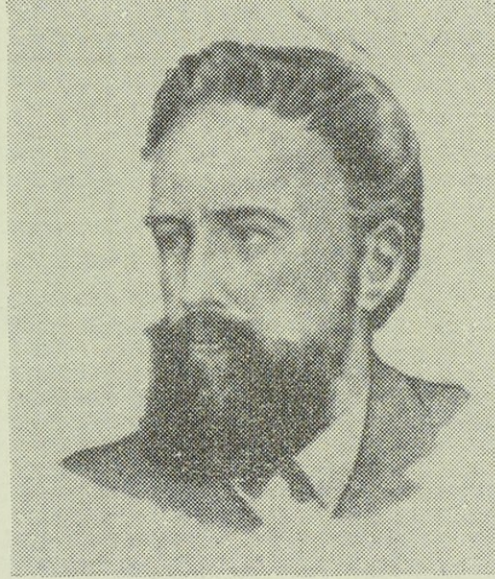
* FOLLOWING LANTHANUM ARE 14 ELEMENTS KNOWN AS THE RARE EARTH METALS

211



ويلهلم كونراد رونتجن

WILHELM KONRAD ROENTGEN



في أمسية باردة من كانون الأول عام ١٨٩٥ بُدئت ثورة علمية طبية تكنولوجية بعيدة المدى عندما أوضح أستاذ فيزيائي ألماني في الخمسين من العمر اكتشافه في جلسة هادئة عقدها (جمعية وورزبورغ الفيزيائية والطبية) . وكان ويلهلم كونراد قد تعلم كيف يأخذ صوراً شبحية Shadow Pictures . وكانت صورته ، كما قد تتصور ، صوراً لأشباح من نوع خاص جداً .

ولد ويلهلم رونتجن في ٢٧ آذار عام ١٨٤٥ في بلدة لينيب البروسية لأب ألماني مزارع وأم هولندية . وتلقى تعليمه الأول في هولاندا . ودخل جامعة زوريخ بسويسرا حيث درس على الأستاذ رودولف كلوسوس الشهير . واهتم بالكهرباء والضوء والحرارة والمرونة . وأحرز درجة دكتور في الفيزياء فرحل

الى ألمانيا استاذ مساعداً في وورزبورغ . وعمل مع اساتذة عدد من الجامعات الألمانية ، في ستواسبورغ ، وهو هنهايم ، وغنيسن ، لكنه عاد في ١٨٨٥ الى جامعة وورزبورغ أستاذاً للفيزياء .

وكان السر ويليام كروكس العالم الانكليزي مهتماً بمتبع بعض أعمال ميخائيل فارادي الذي مرّر الكهرباء عبر السوائل والجمادات والغازات - في أي شيء وفي كل شيء وقع تحت يده ، وحاول أن يمرّر الكهرباء عبر الفراغ لكن مضخات التفريغ لم تكن في زمانه تعمل بإحكام جيد ، فوقف الأمر عند ذلك الحد . أما كروكس فكان في حوزته تجهيزات أرقى ، فتمكن من الحصول على فراغ لا بأس به . وكان الى جانبه مساعد ذو مهارة عظيمة في صنع الزجاجات والانبوبات التي تحوي مختلف الأدوات .

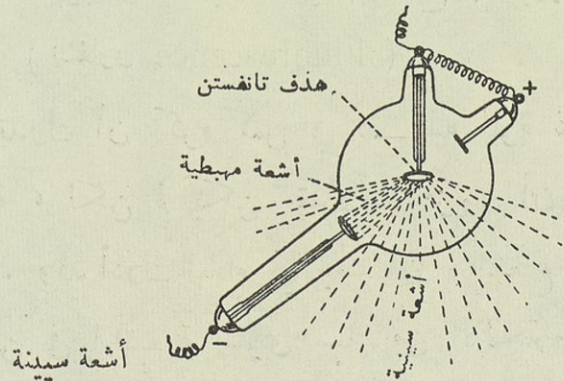
والانبوبة التي ابتكرها كروكس كانت في الأصل وعاءً زجاجياً فركب داخلها (مسريين) وأفرغ الهواء منها ووصل القطبين بقوة كهربائية عالية التوتر فتولد « شعاع » داخل الأنبوبة في القطب السالب . وكان في الأنبوبة دولاب صغير فأخذ يدور عندما صدمته الصورة بما يدل على أن الشعاع يحوي مادة ، أما الأشياء الأخرى فأسقطت ظلالاً . وأمكن حذف الشعاع بقطعة من المغناطيس وبلوحة مشحونة بالكهرباء . وحين اصطدم الشعاع بالانبوبة انبعث فيها تآلق مائل الى الخضرة يدعى (التفلور Fluorescence) .

يمكنك أن تدرك أن كروكس في هذه المرة قد اكتشف جدّ أنبوبة الصورة التلفزيونية ، لكن لم يكن مقدراً للتلفزيون أن يُخترع إلاّ بعد أكثر من خمسين عاماً . وقد أدرك العلماء فيما بعد أن « الشعاع المهبطي » الذي اكتشفه كروكس لم يكن في الحقيقة سوى سيل من الالكترونات . وكانت أنبوبته إحدى المبتكرات التي أدت الى اكتشاف الالكترون .

كان البروفسور رونتجن في مخبره في الجامعة يجري تجارب على أنبوبة شبيهة

بأنبوبة كروكس . فغطى الأنبوبة بغلاف من الورق المقوى الأسود وعثم
 الحجره ثم مرر تياراً كهربائياً في الأنبوبة بعد أن وضع فيها قصاصة من الورق
 مطلية بمركب من الباريوم والبلاتين . فرآها تتوهج أو تتفلور . فكان ذلك
 اكتشافاً . لأن هذا الشعاع كان من نوع جديد . لم يكن شعاعاً مهبطياً ،
 لأن الشعاع المهبطي لا يستطيع اختراق الأنبوبة بينما هذا النوع الجديد من الشعاع
 غير المعروف يخترق الأنبوبة والورق . ولم يكن بالوسع حذفه لا بالمغناطيس
 ولا بمقل كهربائي . وفي التجارب الأخرى التي أجريت ظهر أن هذه الأشعة
 تخترق صفائح الألومينيوم ، وورق القصدير ، والمطاط ، ومعظم المواد .

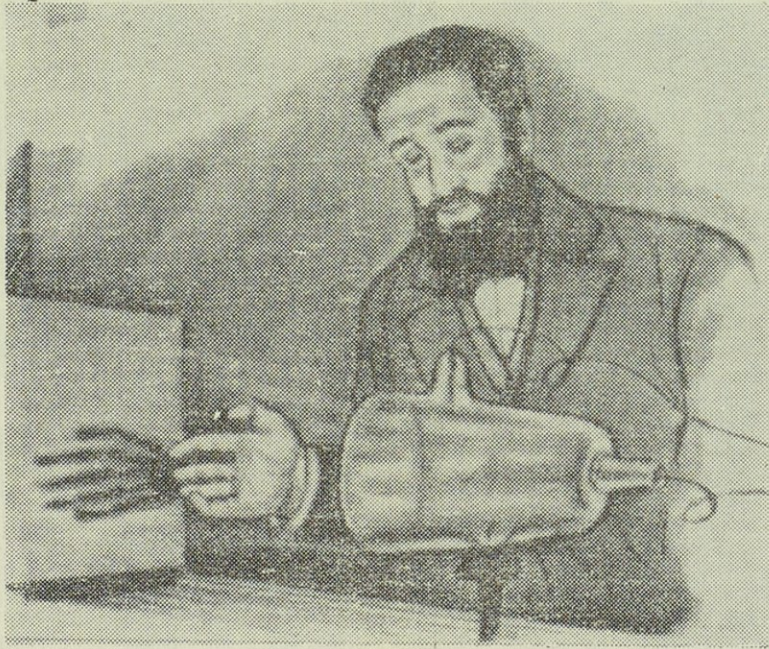
وسلّطت الأشعة هذه على رزمة تحوي فلماً فوتوغرافياً مصرورة صراً محكماً
 بورق أسود فتبين أن الفلم قد تأثر بها . واستطاعت هذه الأشعة الجديدة أن
 تؤثر في اللوحات الفوتوغرافية ولو كانت مصرورة بعناية . وأطلق رونتجن على
 هذه الأشعة اسم الأشعة السينية Xray لأنه لم يكن في الحقيقة يعلم ماهيتها .
 تتولد الأشعة السينية عندما تترك الإلكترونات نهاية القطب السالب ، كما
 في أنبوبة كروكس ، وتصطدم بالنهاية الموجبة . وفي الآلة التي تولّد الأشعة
 السينية تدعى النهاية الموجبة هدفاً Target . فتضار الإلكترونات الموجودة داخل
 ذرات الهدف الى الخروج من مكانها ثم العودة إليها . ويجري خروج الإلكترونات



« زجاجة الأشعة السينية . عند ما يصطدم تيار الإلكترونات بقطعة من المعدن تدعى (هدفاً)
 تنتج الأشعة السينية »

من مكانها ثم عودتها إليه بصورة سريعة جدا ، وبتلك الطريقة تنتج موجبة كهربيسية مقدارها ١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سايكل في الثانية .

سُرَّ رونتجن إذ وجد أن الأشعة السينية التي اكتشفها - أو أشعة رونتجن كما سماها زملاؤه العلماء - تستطيع أن تخترق اللحم . فقد وضع يده على لوحة فوتوغرافية (مصرورة في ورق أسود) ثم شغّل الآلة التي تنتج الأشعة السينية . ولما غسل الفلم وجد عليه صورة لخيال عظام يده . (لا تخلو من سحر كما قال) . وفي عام ١٨٩٦ تلقى رونتجن ، على سبيل الاعتراف باكتشافه العظيم ، وسام رومفورد من الجمعية الملكية . وعيّن عام ١٩٠٠ أستاذاً للفيزياء في جامعة مونيخ ، وظل يشغل هذا المنصب حتى ١٩١٠ . وتوفي بعد ثلاث سنوات أي عام ١٩٢٣ . ومُنح جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٠١ .



« رونتجن يكتشف الأشعة السينية »

كان اكتشاف رونتجن أول سلسلة طويلة من المكتشفات في ميدان النشاط الاشعاعي - تشمل أعمال بيكوريل ، وآل كوري ، وروذرفورد ، وبلانك ،

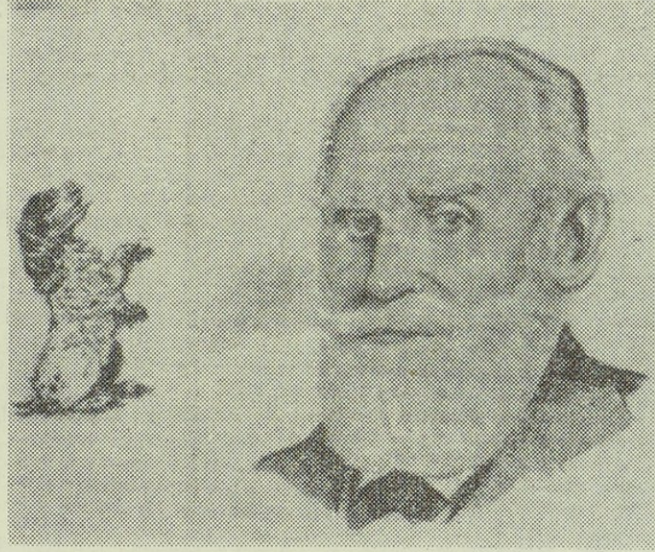
وتوهمسون ، وأينشتاين ، وفر في . وقد رأى رونتجن في حياته أشعته 'تستخدم في الطب لعلاج حالات : كالسكري والسرطان ، والتشخيص الجراحي من سائر الأنواع .
وإستخدام علماء الفيزياء الأشعة السينية لتحليل (البنية البلورية Crystalline Structure)
وتستخدم الصناعة الأشعة السينية لفحص بنية أجزاء الآلات المعدنية التي يُشترط أن تعمل بشكل فعال في الحرب والسلام .

حين يضع طبيب الأسنان قطعة من الفلم المغلف بالورق فوق خرسك ثم يشغل آلة الأشعة ، اشكر رونتجن على أنه اكتشف هذه الأشعة العجيبة وأنقذك من ألم فظيع .

* * *

ايفان بافلوف

IVAN PAVLOV



«بم!» ذلك لم يكن سوى صوت فرقة السيارة من الحلف ! فلماذا قفزت وارتعبت ! الحقيقة أنك لم تفكر بأن هناك أي خطر ، بل إنك لم تفكر . لم يكن لديك متسع من الوقت للتفكير . قفزت فقط . وهكذا حين يحدث صوت عالٍ مفاجيء ينتفض جسمنا بأجمعه . وإذا دنت منا ذرة غبار ترف عيننا وإذا اقتحم قليل من الغبار أنفنا فاننا نعطس . وإذا اتفق أن دخل قليل من الطعام في القصبة الهوائية فاننا نسعل حتى يخرج الطعام . كل هذه الأفعال تدعى أفعالاً منعكسة ، أو منعكسات ، ليس علينا أن نتعلم القيام بهذه الأفعال تعلماً ، بل يولد الطفل الوليد ولديه الاستجابات ذاتها التي توجد لدى الكبار . نحن جميعاً نولد فتولد معنا القدرة على القيام بالأفعال

المنعكسة . وذلك لحسن حفظنا أيضاً ، لأن هذه الأفعال المنعكسة تمكننا من البقاء على قيد الحياة .

إن المنعكسات أفعال يقوم بها الكائن من دون حاجة إلى تفكير ، لكن العلماء فكروا وأطالوا التفكير فيها . ولعل أعظم وأشهر العلماء في هذا الميدان هو العالم العبقرى الروسى إيفان بافلوف . ولد في ١٤ أيلول عام ١٨٤٩ ابناً لقس القرية في بلدة ريازان الصغيرة فى روسيا الوسطى . وشجعه أبواه على التحصيل العالى ومنحاه فى الوقت ذاته حرية اختيار الفرع الذى يتخذه ميداناً لنشاطه الخاص . فداوم على حلقة دراسية دينية تأثر فيها ، لحسن حظّه ، بعلم قس أيقظ فيه الاهتمام بالعلم .

انتقل بافلوف من الحلقة الدراسية الدينية الى مدرسة العلوم الطبيعية فى جامعة سان بطرسبرغ . ووقع فى يده كتاب عنوانه **منعكسات الدماغ** ، يبحث فى العلاقة بين أفعالنا الجسمية وأفعالنا النفسية ، فعين له المهنة التى اختارها ، وهى أن يدرس حتى يكون طبيباً لكي يتمكن من أن يصبح أستاذاً للفسيولوجيا . وأتم بافلوف دراسته الطبية عام ١٨٧٩ وتخرج من معهد الطب العسكرى وبقي مخلصاً لإلهامه الأول . فكرّس وقته للبحث الفسيولوجى وأنشأ مخبراً فى مستوصف فى سان بطرسبرغ .

وكان المخبر بدائياً الى آخر الحدود فلم يكن لبافلوف مساعدون نظاميون وكان عليه أن يدفع ثمن الكثير من المواد من مرتبته الخاص . لكنه عمل بثبات وتصميم ونال شهرة محلية بسبب أعماله ومنجزاته . فعين فى الحادية والأربعين من عمره أستاذاً لعلم الأدوية فى أكاديمية الطب ، وبعد ذلك بسنة عهد إليه بإدارة مخبر الفسيولوجيا الجديد فى (معهد الطريقة التجريبية فى بطرسبرغ) .

إن كتاب بافلوف الذى يبحث فى وظيفة جهاز الهضم هو أول ما جلب له شهرة عالمية ، فمُنح جائزة نوبل عام ١٩٠٤ . وقد بيّن بافلوف فى هذا الكتاب

علاقة الجهاز العصبي بالجهاز الهضمي . وأعلن عن اعتقاده بأن جميع وظائف الجسم يتحكم فيها الجهاز العصبي . ولم يستطع العلماء إلا بعد هذا الزمن ، أن يتعرفوا على الدور الذي تقوم به الهرمونات في عملية الهضم .

كان بافلوف يملك صبراً لا ينفد ، وحماسة وثقة بالنفس لا حدود لها . وكان يرمي من تجاربه المتعلقة بجهاز الهضم الى إحداث اضطراب قليل في الوظائف الطبيعية لدى الكلب . ولتحقيق هذه الغاية ابتكر عملية تمكنه من رؤية ما يحدث داخل معدة الكلب . وقد أخفقت التجارب الثلاثون الأولى التي أجراها على الكلاب ، ولكنه ما كان ليقنع بأنه لا يستطيع النجاح . فحازل مرة أخرى ، فنجحت المحاولة الحادية والثلاثون ، وعبر بافلوف عن سعادته بأن طفق ، على عادته ، يرقص بمرح وحماسة .

إن كتاب بافلوف عن الجهاز الهضمي جلب له جائزة نوبل ، لكن كتابه عن « المنعكسات الشرطية » هو الذي جلب له شهرة شعبية عالمية . وذلك بأن بافلوف ، حين كان يعمل في موضوع الجهاز الهضمي لدى الكلاب ، أثار اهتمامه استجابة الكلب للطعام . فقد لاحظ أن لعاب الكلب لا يسيل من فمه حين يقدم له الطعام فقط ، بل يسيل أيضاً حين يرى الطعام . وكان العلماء يعرفون أن اللعاب في فم الكلب ضروري من أجل هضم الطعام (شأن اللعاب في أفواه البشر ، في الحقيقة) ، وأن اللعاب نتيجة طبيعية أو فيسيولوجية بحتة . ولكن لماذا يسيل لعاب الكلب حين يرى الطعام ؟

حينئذ حزر بافلوف ذلك الحزر العلمي الثوري ، أي يمكن أن تكون سيكولوجية (في العقل) لافسلاجية فقط .

وشرع بافلوف بتجربته المشهورة ليختبر صحة هذه الفكرة . وضع كلباً في حجرة صغيرة خالية ، ودق له جرساً ، ثم قدّم له طعاماً ، فأخذ اللعاب يسيل من فمه . وأعيدت هذه العملية مرات كثيرة . ولم يلبث اللعاب أن أخذ يسيل

كلما دُقَّ الجرس - ولو لم يقدم طعام للكلب ! إن بافلوف قد أحدث تبديلاً في المنعكس ، جعل الكلب يستجيب للجرس كما يستجيب للطعام .
وفي تجربة أخرى ممتعة ، أرفق بافلوف بالطعام نوراً دائرياً . وأخذ يعرض على الكلب ضوءاً بشكل إهليلج أيضاً ، لكن من دون أن يقدم له طعاماً . فلم يلبث الكلب حتى تعلم متى يتوقع أن يقدم الطعام له - أي حين يظهر أمام عينيه النور الدائري . وبالتدريج أخذ بافلوف يجعل النور الاهليلجي أكثر استدارة حتى أصبح الكلب المسكين لا يستطيع التمييز بين الدائرة والاهليلج ، ولا يستطيع بالتالي أن يعرف متى سيقدم له الطعام . وقد سبب هذا النشويش للكلب حالة عصبية ، فجعل يدور في الغرفة ويعوي . ولحسن حظ الكلب (ولحسن حظ البشر أيضاً) وجد بافلوف أنه يستطيع أن يجرر الكلب من هذا المنعكس الشرطي ويشفيه من حالته العصبية .

تعلم علماء النفس المحدثون الشيء الكثير من تجارب بافلوف التي أجراها على الكلاب ونقلوا بعض أفكاره إلى تربية البشر . إذ يمكن ربط استجابات الطفل الطبيعية بمنبهات اصطناعية بسهولة كما يحدث مع الكلب الصغير ، إذا أبدى أحد الأبوين (الأب أو الأم) أمام طفله خوفاً من الكلب أو البحر أو البرق فإن الطفل الصغير سوف يكتسب هذه المخاوف . وإذا ظهر على الأب بشكل واضح عدم الخوف فإن الطفل سوف يظل بلا خوف إزاء هذه الأشياء . ويتعلم الطفل بالطريقة ذاتها كيف يجعل أبويه يتصرفان حياله تصرفات لم تكن موجودة (أي تصرفات مشروطة) . وذلك حين يثابر على البكاء إذا رأى أنه بالبكاء يستطيع بلوغ الأشياء التي يرغب فيها . لكن بافلوف أثبت أن تخليص الكلاب من هذه الاستجابات (أي فك الاقتران) يمكن أن يجري بسهولة مثلما يجري تعويدهم عليها (أي الاقتران) . ويصدق هذا على البشر أيضاً .

قدمت الحكومة السوفيتية لبافلوف في عهد لينين مكافآت مالية كبيرة .
وتوفي بافلوف عام ١٩٣٦ في السابعة والثمانين . وهو الذي ، حين دق الاجراس
للكلاب ، جاءه الجواب الذي دل العلماء على الطريق الذي يؤدي الى فهم جديد
للسلوك البشري .



البرت ابراهام مايكلسون

ALBERT ABRAHAM MICKELSON



في عام ١٨٦٩ قام ابن أحد المهاجرين الألمان ، في السابعة عشرة من عمره ،
برحلة طريفة غير مريحة من زيفادا لزيارة رئيس الولايات المتحدة (أوليس س .
غرانت) من أجل الحصول على إحدى المنح العشر التي قدمها الرئيس للدراسة
في معهد أسطول الولايات المتحدة في آنابوليس .

وقد جاء ترتيب أبراهام مايكلسون في مقدمة الناجحين في فحص
الانتقاء الذي أجراه أحد النواب ، لكنه خسر الجائزة لمصلحة فتى كان أكثر
منه نفوذاً . وظهر له حينئذ أن زيارته للرئيس غرانت جاءت متأخرة جداً ،

لأن جميع التعيينات كانت قد صدرت . لكن الرئيس أرسله لمقابلة رئيس أكاديمية الأسطول . فاستحدث هذا منحة غير « رسمية » إلى جانب المنح العشر وخصه بها .

وقد وفى ألبرت مايكسون للبلد الذي رعاه ماأنفقه على تعليمه أحسن الوفاء ، لأن دراسته لمسائل الضوء التي استغرقت خمسين عاماً ، جلبت له شهرة عالمية ورفعت من سمعة الولايات المتحدة ، وأسهمت في تقدم دراسة العلوم ، ونال بسببها جائزة نوبل التي كانت أول جائزة تُمنح لأمركي .

ولد ألبرت مايكسون في ستريينو بروسيا في ١٩ كانون أول ١٨٥٢ لأبوين المينين ويهوديين . وفي عام ١٨٤٨ كان حزب الأحرار (الليبراليون) في ألمانيا - أولئك الذين كانوا يعتقدون بوجوب تطبيق القوانين والضرائب على جميع الناس بالتساوي وبازوم تأمين حرية الكلام - يلمون بأن بإمكانهم السيطرة على الحكومة . لكنهم لسوء الحظ أخفقوا . وهاجر كثير منهم في السنوات التالية الى الولايات المتحدة . وكان ألبرت في الثانية من عمره حين وصلت عائلة مايكسون الى مدينة نيويورك .

وبعد إقامة قصيرة في شرقي الولايات المتحدة قرر المهاجرون الالتحاق بقريب لهم كان قد سافر الى كاليفورنيا أثناء فترة التنقيب عن الذهب عام ١٨٤٩ . فركبوا السفينة الى باناما ، واجتازوا برزخ باناماد إذ ذاك ، حتى بلغوا المحيط الهادي وأتموا رحلتهم الى الشاطئ الغربي على ظهر السفينة .

افتتح سامويل مايكسون ، والد ألبرت ، حانوتاً لبيع السلع في جبال سييرا نيفادا في بلدة تدعى مورفي في محافظة كالافيرا بكاليفورنيا وتعلم ألبرت في المدرسة المحلية لكنه حين بلغ سن التعليم الثانوي أوفد الى سان فرانسيسكو ، فأبدى قدرة ملحوظة في الرياضيات والعلوم وموهبة فائقة في الميكانيك . وصار يتقاضى ثلاثة دولارات في الشهر !

ولما بلغ السادسة عشرة انتقلت أسرته الى مدينة فرجينيا في ولاية نيفادا ،
وكانت إذ ذاك مركزاً مزدهراً لاستخراج الفضة . وبعد سنة ولد أخوه شارل ،
وفي السنة التي تلت ذلك وُلدت اخته ميريام . ولفت شارل مايكلسون إليه
الانظار في عهد فرانكلن د . روزفلات حينما عمل مديراً للدعاية للحزب الديمقراطي .
تخرج مايكلسون من أكاديمية الاسطول عام ١٨٨٣ وبعد أن أدى الخدمة
العسكرية مدة سنتين برتبة ملازم بحار في أسطول الولايات المتحدة استُدعي الى
الأكاديمية لتدريس الفيزياء والكيمياء . وبينما كان يدرس في الأكاديمية استهوته
مسألة قياس سرعة الضوء استهواء رافقه طوال حياته . فاستخدم طريقة المرآة الدوارة التي
ابتكرها فوكو ، وبني جهازاً كلفه حوالي ١٠ دولارات بالإضافة الى بعض العدسات
التي وجدها في قاعة الفيزياء . هذه المواد ممكنة من قياس سرعة الضوء ، على
مسافة خمسمائة قدم ، بدقة متناهية . ونشر أول رسالة له « حول طريقة قياس
سرعة الضوء » في مجلة العلوم الأمريكية عام ١٨٧٨ فكانت السرعة التي حصل
عليها ١٨٦,٥٠٨ ميلا في الثانية .

إن نفخ فقاعات الصابون عمل مسل حقا . والأطفال الصغار والرجال الكبار
على السواء يستمتعون كثيراً حين يرون الكرات المرنة الشفافة وهي تعوم في
الهواء . لكن ما الذي يعطيها ألوانها الجميلة ؟ إن التفسير العلمي لهذه الظاهرة يعود
إلى فكرة تدعى التداخل Interference . فغشاء الفقاعة ، ككل شيء آخر
يمكن أن نراه ولا يكون مصدراً للضوء ، يعكس الضوء . والسطح الخارجي
للعشاء يعكس الضوء وكذلك سطحه الداخلي . والغشاء رقيق جداً ، وبعض
الامواج الضوئية تنعكس ، في الحقيقة بشكل يجعلها تمحي وتزول ، لأن موجات
بعض الألوان الخاصة تلغي نفسها حين يكون سمك الفقاعات مساوياً نصف طول
الموجة . وحين تلتقي موجتان التقاء رأسياً تسقطان وتتلاشان . وهذا يدعى
تداخل الموجة أو التداخل . وبما أن الضوء الأبيض يحوي ألواناً كثيرة ، فإن

بعض الموجات تتداخل فتساعدنا حينئذ على رؤية الألوان التي بقيت . وقد انتبه السر إسحق نيوتن إلى ظاهرة الألوان في الفقاعات ، لكنه لم يتمكن من تفسيرها ، لأنه لم يكن يعتقد بفكرة الموجة .

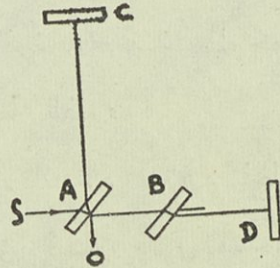
نستطيع قياس أطوال موجات الضوء إذا عرفنا سمك فقاعات الصابون . لكن قياس سمك هذه الفقاعات صعب جداً . فابتكر مايكلسون آلة تدعى مقياس التداخل Interferometer نستخدم مبدأ الموجات المباشرة والموجات المعكوسة ، فأمكنه أن يقيس طول موجة الضوء .

ابتكر مايكلسون هذه الآلة عام ١٨٨٧ فجلبت له استحسان العالم . وهي تنجح ، بالدرجة الأولى ، في قياس طول موجة ضوئية واحدة في كل مرة . مثلاً ، إذا مرت الكهرباء خلال بخار الكاديوم وهذا شبيه بمرور الكهرباء خلال اللافئة المصنوعة من النيون - فانها سوف تنتج ضوءاً أحمر ذا تواتر وحيد . قاس مايكلسون طول هذه الموجة الضوئية فوجد أنه $6438,4696 \times 10^7$ سنتيمتر . ويعبر العلماء عن هذا الرقم بـ $6438,4696$ أنغستروم .

تستطيع الغواصة المسافرة تحت الماء أن تسمع صوت محركات باخرة أخرى ، لأن موجات الصوت تنتقل داخل الماء . وإذا جعلنا جرساً يرن داخل ناقوس زجاجي أمكننا أن نسمع صوته ، لأن الصوت ينتقل عبر الهواء إلى آذاننا . فإذا رفعنا الهواء من الناقوس فلن تتمكن من سماع أي صوت ، لأن ذبذبات الصوت لا تنتقل عبر الفراغ . ولكننا يظل بإمكاننا أن نرى الجرس . لأن ذبذبات الضوء تنتقل عبر الفراغ .

إن المشكلة التي حيرت العلماء تتصل بإمكانيات انتقال الموجات عبر لا شيء - من الشمس إلى الأرض ، من النجوم البعيدة عنا مليارات الأميال . ولكن كل الموجات المعروفة تسير عبر شيء من الأشياء وللتغلب على مشكلة انتقال الضوء عبر لا شيء ، قرر العلماء اختلاق مادة وإعطاءها اسماً . فاختلقوا الأثير Ether . وبقي العلماء زمناً طويلاً يقبلون بفكرة الأثير كما سبق لهم أن قبلوا بفكرة الفلوجستون

والكالوريك . وبينما كان العلماء يتحدثون عن الاثير ، كانوا يحاولون أن يعرفوا إن كان الاثير موجوداً حقاً . والفكرة بسيطة : إذا كان الاثير موجوداً فلا بد للأرض أن تنتقل خلاله كما تنتقل الطائرة خلال الهواء . ولا بد من وجود نوع من « الريح الاثيرية » حول الأرض كما توجد ريح حول هيكل الطائرة المسافرة .



(رسم بياني مبسط يوضح كيف أن مقياس التداخل الذي ابتكره مايكلسون يكسر حزمة من الضوء إلى حزمتين ويرسلها في اتجاهين مختلفين ثم يعيدها ثانية إلى النقطة ذاتها . فتتداخل الموجات الآتية من اتجاهات مختلفة وتنتج أثراً يمكن ملاحظته يدعى « حاشية fringe » يمكن به قياس أطوال الموجات . فالضوء الآتي من المصدر S يصدم الظهر المدهون للوحة الزجاجية A . فينعكس بعض الضوء ويذهب إلى المرآة C ثم يعود ، بينما يذهب بعض الضوء عبر اللوحة A إلى المرآة D ويعود . وكلا الضوءين العائدين يصلان سوياً إلى المشاهد O . وقد أضيفت اللوحة الزجاجية B بحيث أن الحزمة الضوئية الذاهبة إلى D والعائدة منها سوف تمر عبر الزجاج ثلاث مرات كما يحدث للحزمة الضوئية التي تذهب إلى C وتعود منها) .

فابتكر مايكلسون تجربة لكي يعرف إن كان يوجد ريح اثيرية أم لا .

أخذ منبعاً ضوئياً زوده بموجة ذات طول وحيد وشرها إلى موجتين ، وأرسل إحدى الموجتين شمالاً والموجة الأخرى غرباً ، ثم عكس هاتين الموجتين ، وأعادهما ، ثم دمجها في موجة واحدة . فكانت نتيجة السباق أن الموجتين متعادلتان لأنهما عادتا في اللحظة ذاتها . واستطاع مايكلسون أن يعرف ذلك لأن مقياس التداخل الذي ابتكره بين له أن الموجتين تعودان في الوقت ذاته أرسلهما إلى داخل « الريح الاثيرية » بصورة مستقيمة أم على هيئة زاوية قائمة . والشكل البياني ربما ساعدك على فهم كيفية إجراء التجربة .

وأجرى مايكلسون ومساعدته مورلي كثيراً من المشاهدات في الليل والنهار ،

وفي ١٩٢٦ قام مايكلسون بأشهر تجربة له لتحديد سرعة الضوء ، واعتمد في قياساته مرة ثانية على مبدأ المرآة الدوارة التي ابتكرها فوكو . فابتنى مخبراً على قمة جبل ويلسون في كاليفورنيا . ونصب مرآة على جبل سان آنتونيو على في الربيع والحريف فلم يتمكن من أن يقبضاً على شيء . إن التجربة أخفقت في إثبات وجود الأثير . وقد يبدو أن التجربة لم تثبت شيئاً . إلا أن النتيجة التي حصل عليها مايكلسون كانت ، رغم ذلك ، نقطة البدء لنظرية أينشتاين النسبية . وكان مايكلسون قد قام بتجاربه على الريح الأثرية حين كان أستاذاً للفيزياء في معهد كينز للعلوم التطبيقية في كيلفلاند . ومن كينز انتقل الى جامعة "كلارك" . وفي عام ١٨٩٢ عين رئيساً لقسم الفيزياء في جامعة شيكاغو . لم يكن يعطي سوى بضع ساعات ويكرس ما تبقى من وقته للبحث .

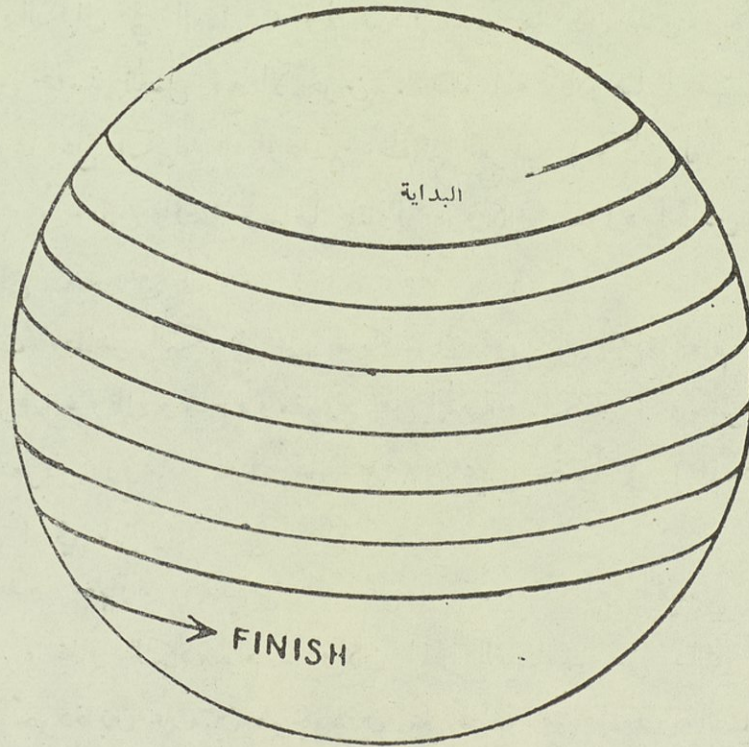
وكان طلبته يجدونه مقيماً بعض الشيء ، لأنه ، بشعره الاسود وعينه السوداوين وجراته العسكرية ، كان يتوقع من طلاب الدراسات العليا أشياء كثيرة ، لكنه لم يكن يأتمنهم على مساعدته في بحوثه . كان رجلاً متشدداً ينشد الإتقان والكمال في العمل ، ولم يكن لديه ما كان لدى رجل مثل آينشتاين أو فليمنغ من حماسة للعمل مع الآخرين . بيد أنه كان مثلها مهتماً بالفنون . فكان عازفاً بارعاً على الكمان ، وعلم أطفاله العزف (وكان له منهم ستة أنجبهم من زوجتين) . وكان أيضاً رساماً ممتازاً . وكان شعوره الخاص أن الفن يعبر عن نفسه أرقى تعبير في العلوم .

انهالت مظاهر التكريم على مايكلسون من كل أنحاء العالم الغربي فمنح (١١) درجة شرف ، ونال وسام رومفورد من الجمعية الملكية ، وجائزة باريس الكبرى ، وجائزة معرض روما . وفي عام ١٨٩٢ عين عضواً في (المكتب الدولي للأوزان والمقاييس) في باريس .

استخدم جهازه (مقياس التداخل) لتعريف المتر القياسي على أساس طول موجة ضوء بخار الكادميوم . وكان المتر القياسي حتى ذلك الحين يعرف بأنه المسافة الموجودة بين علامتين موجودتين على قطعة من المعدن الثمين محفوظة في قبة في باريس . وفي ١٩٠٧ صار مايكلسون أول عالم أمريكي نال جائزة نوبل في الفيزياء .

بعد اثنين وعشرين ميلاً من المخبر . وقامت بقياس هذه المسافة مصلحة المساحة في الولايات المتحدة قياساً غاية في الدقة . فلم يكن بين هذا القياس والقياس الصحيح صحة مطلقة سوى بوصتين تقريباً . وأخذت الموجات الضوئية التي تصدر فوق جبل ويلسون تتحول الى دفعات بواسطة المرآة المنصوبة فوق جبل آنطونيو ، فتعكس المرآة المستقبلية تلك الدفعات من الضوء الى المشاهد ، ولكن هذا لا يتم إلا إذا كان لدى المرآة الدوارة متسع من الوقت للعودة الى الوضع التالي المضبوط . إن سرعة المرآة هي التي تقص القصة ، فقد كان الوقت الذي يستغرقه الضوء في رحلته الى مرآة سان آنطونيو ذهاباً وإياباً يساوي تماماً الوقت الذي تستغرقه المرآة لكي تدور سدس الدورة .

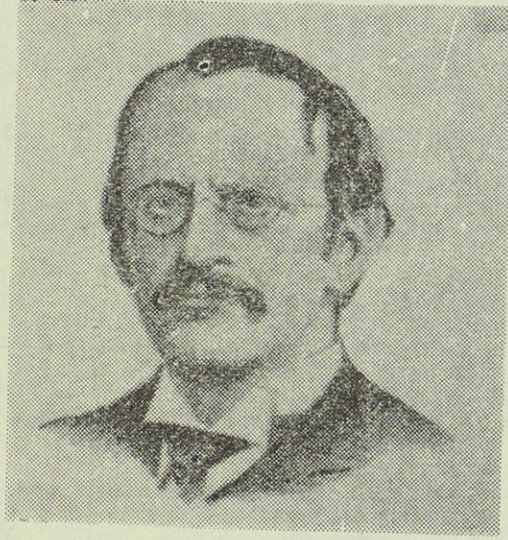
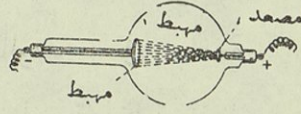
وكان مايكلسون مريضاً أثناء القيام بهذه التجارب إلا أنه ثابر على عمله حتى النهاية . وتوفي من نزيف نخاعي في التاسع من أيار عام ١٩٣١ وقد بلغ التاسعة والسبعين من العمر . وكانت رسالته الأخيرة التي ألفها تحمل العنوان ذاته الذي ظهر على رسالته الأولى : حول طريقة لقياس سرعة الضوء .



(لو انتقل الضوء في دائرة لأمكنه أن يدور حول الأرض سبع دورات ونصف الدورة في ثانية واحدة)

جوزيف جون تومسون

JOSEPH JOHN THOMSON



من الدلائل على تفوق المرء حصوله على جائزة نوبل . وقد نال جون طومسون هذه الجائزة عام ١٩٠٦ . لكن حتى لو لم يكن عالماً عظيماً لكان جديراً بجائزة لكونه معلماً ممتازاً . فقد كان ملهماً وزعيماً لعدد لا يحصى من العلماء في سائر انحاء العالم . ولا يقل عدد من نال من تلاميذه جائزة نوبل عن ثمانية تلاميذ .

ولد ج . ج . طومسون في ١٨ كانون الاول عام ١٨٥٦ بالقرب من مانشستر في انكلترا . وكان أبوه يتعامل بالكتب النادرة والقديمة ، وهي تجارة كانت من تقاليد الاسرة . وكان في أسرته شيء قليل من التراث العلمي - فكان عمّ

له قد اهتم بدراسة الطقس وعلم النبات - غير أن الاسرة لم يكن لديها حافز خاص نحو العلوم .

كان جوزيف قارئاً مكثراً وطالِباً نجيباً ، فشعرت الاسرة أن الهندسة يمكن أن تكون مهنة مناسبة له ، وأوفد في الرابعة عشرة من عمره الى كلية أوينز التي تدعى الآن (جامعة فكتوريا في مانشستر) ، ولما توفي أبوه بعد ذلك بسنتين ساعد الأصدقاء على بقاءه في الكلية وكانت هناك ، لحسن الحظ ، منحة متيسرة باسم جون دالتون ، فقدمت له وساعدته على الاستمرار في الدراسة .

أتم طومسن دروسه في الهندسة في التاسعة عشرة من عمره ، واتجه مباشرة الى (كلية الثالث) في جامعة كامبردج التي حصل منها على منحة دراسية . وكان الشيء العظيم بالنسبة لطلبة الرياضيات والعلوم في كمبرج تلك المسابقة المعروفة بـ Mathematical Tripos . وكان طومسن قد هيا نفسه جيداً لها فكان الثاني كما حدث لجيمس مكسويل تماماً قبل ذلك ببضع سنين .

وجه طومسن ، كما فعل مكسويل من قبل ، قدرته الرياضية الى دراسة الفيزياء النظرية . ولم يكن خبيراً في إجراء التجارب ، لأنه كان ذا يدين غير ماهرتين ، كما أنه كاد يفقد بصره قبل ذلك ببضع سنين في مخبر الكيمياء . لكنه مع ذلك أدرك أن الفيزياء النظرية لن يكون لها معنى إذا لم يكن الى جانبها تجارب تعززها .

ألّف طومسن عام ١٨٨١ رسالة علمية ، كانت رائداً لنظرية أينشتاين ، بين فيها أن الكتلة تكافئ الطاقة . ولم يكن حينئذ قد تجاوز الرابعة والعشرين من عمره .

وبعد أن نال درجته العلمية مُنح منحة دراسية في كلية الثالث فانصرف الى البحث في مخبر كافنديش . وفي عام ١٨٨٤ قرر اللورد راليه ، رئيس المخبر ، ان يستقيل ورشح طومسن خلفاً له ، وكان في الثامنة والعشرين من العمر . وأثار

تعيينه في هذا المنصب صخباً كبيراً . لم يكن أحد يشك في مواهب طومسن ، لكن كان يُظن أن صغر سنه يجب أن يكون عائقاً كبيراً دونه . وكان اختيار اللورد راليه اختياراً حكيماً . فشغل طومسن منصب (أستاذ كافنديش) Professor Cavendish ٣٤ سنة . وسار بالمخبر حتى أصبحت في طليعة المؤسسات العلمية في العالم .

ولم يجد طومسن في مخبر كافنديش مهنة العمر فحسب بل وجد فيها أيضاً شريكة العمر . ولم يكن يعتقد اعتقاداً كافياً بأن النساء أهل للعمل في العلم . فكتب ذات مرة حول أول سيدة شابة حضرت محاضراته العالية : « أخشى ألا تفهم كلمة بما أقول ، وأعتقد أنها تأتي إلى محاضراتي ظناً منها بأنها تدور حول اللاهوت ، وأنها لم تكتشف غلطتها حتى الآن . » لكنه في عام ١٨٩٠ تزوج الأنسة روز باجيت التي كانت تحضر محاضراته العالية . وأنجبت له عام ١٨٩٢ ابناً ، جورج باجيت طومسن .

أصبح ج . ج طومسون عام ١٨٩٧ « أبا الالكترتون » لأنه اكتشف هذا الجزء الصغير ووضع بذلك نظرية الطبيعية الكهربائية للمادة . وكان موضع اهتمام العلماء في ذلك الوقت تكوين ' (الأشعة) المهبطية التي اكتشفها كروكس حين أحدث تفريغاً كهربائياً عالي التوتر خلال أنبوبة زجاجية خالية من الهواء . وهي ذات الأنبوبة التي كان رونجن قد استخدمها حين اكتشف الأشعة السينية .

وكانت هناك نظريتان ، لكل منهما مؤيدون أقوياء . كان طومسن يعتقد أن الأشعة المهبطية عبارة عن دقائق مكهربة . أما الرأي الآخر فكان يذهب إلى أن الأشعة المهبطية والدقائق المكهربة هما شيئان مختلفان . فلم يكن بالامكان طبعاً رؤية الالكترونات بالرغم من أن الأشعة المهبطية كانت تنتج وهجاً ساطعاً حين تصطدم بالزجاج .

وقد استخدم جهازاً مبتكراً شبيهاً بالجهاز المبين في الرسم البياني . تتولد (ص ٢٦٥) الأشعة المهبطية في المهبط المعلم بـ K . تم تمرير فتحة ضيقة مستطيلة متصلة بـ A .

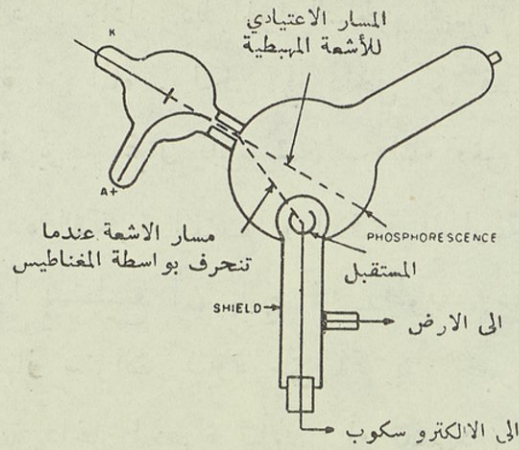
فتنتج منطقة ضيقة من التالى (التفسفر) Phosphorescence في الأنبوبة الزجاجية . وأخذ طومسن مغناطيساً فأدناه من الأنبوبة . فتحركت البقعة المتألقة مما دل على أن الأشعة قد انحنت . وحرك المغناطيس بحيث جعل الأشعة تنثني وتتجه نحو الفتحة الضيقة في الدرع . وحين أخذت تتدفق خلال الفتحة كان هناك جهاز ألكتروسكوب (كاشف الكهربائية) متصل بالمسرى المستقبل . فأشار الجهاز إلى أن الأشعة قد انخرقت انحرافاً ملحوظاً . وقال طومسن إن هذا يدل على أن الأشعة المهبطية هي في الحقيقة أشعة سالبة .

ولم تقتنع المعارضة . قالوا صحيح أن الأشعة المهبطية يمكن أن تنحرف تحت تأثير المغناطيس ولكنها لا تنحرف بتأثير حقل من الكهرباء الساكنة . إن حقل الكهرباء الساكنة هو من نوع الحقل الكهربائي الذي يجعل عصا قاسية من المطاط (مثل مشط أو أسطوانة قلم حبر من المطاط القاسي) تجذب قصاصات من الورق حين تحرك على قطعة من القماش الصوفي . وكان هنريخ هرتز قد حاول أن يحرف الأشعة بحقل من الكهربائية الساكنة فلم يفلح . ولم يكن هناك سوى حل واحد محتمل - فلعل الحلاء لم يكن تاماً بدرجة كافية ، ولعل هناك كمية من الغاز متبقية في الأنبوب كافية لكي تسمح بمرور التيار بين هذه اللوائح المسطحة . وذلك من شأنه أن يتلف حقل الكهربائية الساكنة . فرغ الأنبوبة أكثر ، وحاول ثانية !

وفي هذه المرة انحرف الشعاع المهبطي ، فأثبت طومسن أن الشعاع المهبطي ينحرف بواسطة حقل مغناطيسي ، وينحرف بواسطة حقل كهربائي ، ولم يكن لهذا سوى معنى واحد : الشعاع المهبطي ليس شعاعاً على الإطلاق ، بل تياراً من الدقائق المشحونة بالكهرباء .

مضى طومسن يقيس الكتلة النسبية للدقيقة المحملة بالكهرباء التي نسميها نحن

الآن الكترون . فوجد أنها تساوي تقريباً $\frac{1}{2000}$ من كتلة ذرة الهيدروجين .



(مخطط يوضح كيف بين طومسون أن سلوك الأشعة المهبطية يشبه سلوك الدقائق الكهربائية)

وفي الوقت ذاته حسب سرعة الالكترود فوجد أنها حوالي ١٦٠,٠٠٠ ميل في الثانية .

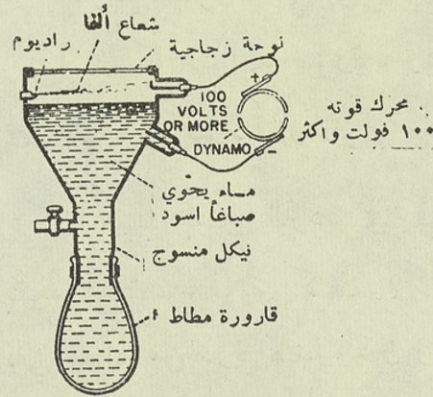
ليس بيننا في هذه الأيام من يجهل الالكترونات ، لأن جانباً كبيراً من العمل النظري الطبيعي الذي قام به طومسون يتمثل في تلك اللعبة الالكترونية العجيبة ، جهاز التلفزيون . فأنبوبة الصورة هي في الحقيقة أنبوبة شعاع مهبطي تنحرف فيها الدقائق الكهربائية بسرعة فتولد صورة . ويجري الانحراف كما أجراه طومسون تماماً بواسطة حقول كهربائية ساكنة وحقول مغناطيسية .

ولكن في عام ١٨٩٧ كان هناك بعض التردد في قبول فكرة هذه الدقائق لذلك اقترح طومسون أن يقوموا بتصويرها . كيف ؟ كيف السبيل الى تصوير دقيقة تساوي جزءاً من ألفي جزء من ذرة الهيدروجين وتتحرك بسرعة ١٦٠,٠٠٠ ميل في الثانية ؟

هذه هي المشكلة التي اقترح الأستاذ طومسون على الطالب شارل ت . ر . ويلسن أن يتصدى حلها . وكان ويلسن قد أجرى بعض البحوث في سبب الضباب . من المعروف جيداً أن الهواء الساخن يستطيع أن يحمل من الرطوبة أكثر مما

يستطيع الهواء البارد . وإذا بردنا الهواء الساخن المحمل بالرطوبة فجأة فإنه يتشكل لدينا قطرات صغيرة من الماء . لكن في داخل كل قطرة من الماء يوجد دقيقة من الغبار . وإذا لم يوجد غبار فلن يتكاثف الماء ولن يكون هناك ضباب .

طبق ويلسن هذه الفكرة ليتبع « الدقيقة المراوغة » التي اكتشفها طومسن فابتنى جهازاً مبتكراً يستطيع أن ينتج فيه رطوبة ودقائق ذرية بسهولة .. واشتغل في هذا الجهاز سنوات كثيرة حتى أتم بناء حجرة الضباب عام ١٩١١ . تطلق الدقائق الذرية داخل الحجرة تتأين (أو تتشرد) ملايين الجزيئات الهوائية ويتجمع بخار الماء على هذه الأيونات أو الشوارد (الأيون ذرة أو جزيء فقد واحداً أو أكثر من إلكتروناته) . وهذه الذبول من الغيم ، التي تكونت في الحجرة أشبه بذيول البخار التي تتركها الطائرة النفاثة خلفها ، يمكن تصويرها ويمكن معرفة الدقيقة من الذبول التي تخلفها وراءها . ولا تزال حجرة الضباب التي ابتكرها ويلسن تُستعمل من أجل تمييز مختلف الدقائق الذرية . وقد نال ويلسن جائزة نوبل بعد مضي حوالي ١٦ سنة على عمله هذا .



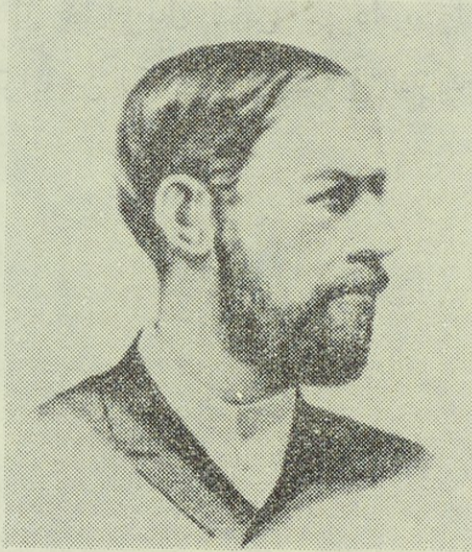
(حجرة العتم التي صنعها ويلسن)

وهكذا تم العمل ، كانت الدقيقة السالبة التي اكتشفها طومسن قد وُزنت ، وقيست سرعتها ، وتم ، إذا صح القول ، تصويرها . وكانت قد سميت الالكترتون . وعلى أساس هذا الالكترتون أقيم علم الالكترونيات كله .

في نهاية الحرب العالمية الأولى ترك السر ج.ج طومسن مخبر كافنديش ليؤسس
كلية الثالوث واقتُرح أن يحل محله ، رئيساً للمخبر ، أرنست روذرفورد ، تلميذه
السابق وحامل جائزة نوبل للبحوث التي أجراها على كيمياء المواد المشعة . فارتاح
طومسن إلى هذا التدبير ثم سعد بأن يرى جائزة نوبل للفيزياء لعام ١٩٣٧ تُمنح
لابنه جورج باجيت طومسن تقديراً لعمله في انعراج الالكترونات بوساطة البلورات .
توفي ج.ج طومسن عام ١٩٤٠ في الرابعة والثمانين من عمره . وكان هو ذلك
العبقري الذي أدت نظريته عن الطبيعة الكهربائية للمادة إلى القضاء على فكرة عدم
تحول الذرة . وكان إنساناً عظيماً بذل للناس جهوداً بطولية بوحى من اهتمامه بهم .
وكان معلماً عظيماً . وترك تراثاً من الكتب التدريسية في الفيزياء والرياضيات والكيمياء .

هنريخ هرتز

HEINRICH HERTZ



يعمل الرادار بطريقة شبيهة جداً بطريقة المصباح الكشاف ، إلا أن المصباح الكشاف يطلق حزمة من الطاقة الضوئية ، بينما يستخدم الرادار طاقة راديو ذات تواتر عال . وحين يصطدم الضوء المنبعث من المصباح الكشاف بأحد الأشياء يرجع قسم من الأشعة إلى الناظر فيرى الشيء . وبالطريقة ذاتها ، حين تصطدم أشعة الرادار بأحد الأشياء يرجع قسم من الأشعة إلى الجهاز المستقبل الموجود في الرادار « فيرى » الشيء .

يُستخدم الرادار لكشف اقتراب طائرة ، كما يُستخدم لتتبع حركات العواصف ، ويستخدم في الملاحة البحرية والحوية لكي يساعد في قيادة السفن والطائرات .

كما ان مقاييس الارتفاع الرادارية تقيس البعد الحقيقي عن الأرض من دون الاعتماد على قياس الضغط الجوي أو على معرفة ارتفاعات الجبال التي يمكن أن تكون الطائرة محلقة فوقها .

وفي غضون الحرب العالمية الثانية ساعد الرادار في إحباط تفوق طائرات العدو المقاتلة ، وذلك بكشف تحركاتها في وقت مناسب يتيح للطائرة المدافعة أن تتحرك نحو المعركة .

وكان الرادار عام ١٩٤٠ اكتشافاً يحرص كثيراً على أن يظل أمره سراً مكتوماً ، لكن في عام ١٨٨٨ ، قبل ذلك بجوالي ٥٠ سنة ، كان هنريخ هرتز قد بحث في الأساس النظري لسر الحرب العالمية الثانية هذا . أضف إلى ذلك أنه صمم وصنع ذلك النوع من (الآنتين) الصاري المستعمل للإرسال والاستقبال التلفزيوني الذي يدعى ثنائي أقطاب هرتز وذلك قبل مدة طويلة من ظهور الدلائل على الحاجة إليه وإلى فائدته العملية .

ولد هنريخ هرتز في ألمانيا ، في ميناء هامبورغ الواقع على بحر الشمال في ٢٢ شباط عام ١٨٥٧ . وكانت أسرة هرتز ذات نفوذ وعلى جانب من الثراء ، فقرر هنريخ دراسة في العمارة والهندسة . ولكنه مالبت أن اكتشف أنه مولع في العلم الصرف وفي البحث . وكان هرمان فون هلمولتز هو الأستاذ في جامعة برلين ، وإلى هناك قصد هرتز الدراسة . وكان هلمولتز عبقرياً متفوقاً في ميادين كثيرة ، شغل منصب الاستاذية في الفيسيولوجيا والتشريح ، والفيزياء والرياضيات ، وقد شملت اكتشافاته قياس سرعة الاندفاع العصبي ، وتحليل النبضات والحركة الموجية في الصوت ، ونظرية في الهارموني الموسيقي مبنية على اكتشافاته الفيزيائية وصيغة قانون حفظ الطاقة ، ونظرية في الرؤية اللونية ، واختراع الاوفتالموسكوب أي منظار العين ، وهو الجهاز الذي لا يزال الأطباء يستعملونه لفحص عيوب العين .

أفاد هرتز الشيء الكثير من اتصاله بهذا العالم الأستاذ . كما ان هلمولتز

أدرك أن لديه تلميذاً فريداً فذا . وحينما تخرج هرتز عام ١٨٨٠ أصبح مساعداً في الفيزياء لهامبولتز .

وفي ١٨٨٣ ذهب هرتز إلى كييل ليعمل معلماً . وبدأ دراساته لنظرية مكسويل في الكهربية . وكانت هذه النظرية ، التي هي حجر الزاوية في العلم الحديث ، قد نُشرت عام ١٨٦٥ . فكان مقدرًا لهرتز ، بنتيجة ذلك ، أن يجد مهنة العمر وينال الشهرة الخالدة . أخذ يبحث عن برهان تجريبي لنبوءة مكسويل الرياضية بأن هناك « موجات للقوة الكهربائية أو المغناطيسية يمكن أن تنتشر كما تنتشر الموجات الضوئية . » وحين أنجز هرتز تجاربه الخالدة كان أستاذًا للفيزياء في كلية الهندسة في كارلسروه ، فابتنى جهاز راديو للإرسال وجهاز راديو للاستقبال ، فكانا أول ما صنع من هذه الأجهزة ، فوضع الأساس لكل من الراديو والتلفزيون والرادار التي نستخدمها الآن وننتفع بها .

ومن بين الأمور الأولى التي أخذ على عاتقه لمقامها البرهان على أن الأمواج الكهربائية والأمواج المغناطيسية - أو بعبارة أبسط الأمواج الكهربية - تستغرق وقتاً أثناء انتقالها ، كما يجري فعلاً . لكن كيف السبيل إلى حساب هذا الوقت ؟ إننا نعرف اليوم أن الموجات تنتقل بسرعة ٣٠٠,٠٠٠,٠٠٠ متراً في الثانية . وكان المحربون قد حاولوا قياس الزمن الذي ينقضي بين إرسال موجة واستقبالها ؛ ولكن لو كان طول الحجرة التي يشتغلون فيها ١٠ أمتار (٣٣ قدماً تقريباً) لاجتازت الموجة الحجرة من أحد طرفيها إلى الآخر في جزء من ثلاثمائة مليون جزء من الثانية . وهو زمن قصير إلى درجة لاتصدق ، حتى إن العقل ليترنح من الدهول إزاء فكرة إمكان قياسه .

فكر هنريخ هرتز بأنه قد يستطيع استعمال انقراض زجاجة لايند كوسيلة للتوقيت . إن الانقراض السريع للكهرباء من زجاجة لايند يتألف من انتقال الشحنة إلى أمام وإلى خلف ، كما يتأرجح الرقاص ، حتى تتوقف بالتدريج عن

الحركة . وكل اهتزازة من اهتزازات الموجة الكهربائية ، شأن نوسان الرقاص ، تستغرق المدة ذاتها . « فلماذا لانستعمل الاهتزازة المفردة في زجاجة لايند وسيلة للتوقيت ؟ » هكذا تساءل هرتز . لكن حتى هذه الوسيلة تستغرق مدة طويلة . لأنها تستغرق جزءاً كاملاً من مليون جزء من الثانية وهي مدة كافية لكي تقطع الموجة ١٠٠٠ قدم ولم يكن باستطاعة هرتز إرسال الموجات إلى هذه المسافة . إذ لم يكن لديه أنابيب مكبّرة تساعد على إنتاج إشارة قوية .

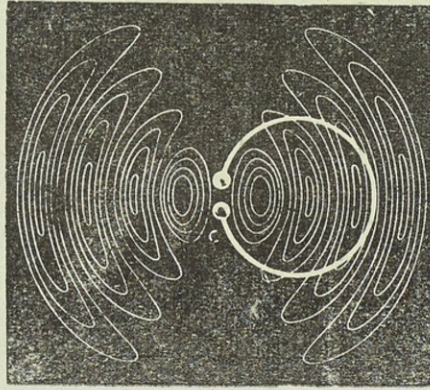
واكتشف هرتز أنه يمكن الحصول على شرارة من انقراغ أي ناقل مها كان نوعه ، فلا حاجة إلى زجاجة لايند . إن انقراغ الناقل يؤدي إلى اهتزازات تتراوح ما بين ١٠٠ مليون و ١٠٠٠ مليون دورة في الثانية ، وبلغت العلماء الالكترونيين المحدثين تتراوح ما بين ١٠٠ ميكاسيكل في الثانية و كيلو ميكاسيكل في الثانية . وإذن يكون الوقت الذي تستغرقه الاهتزازة الواحدة ما بين ٠,٠٠١ و ٠,٠٠٠١ من الميكرو ثانية . والميكرو ثانية تساوي جزءاً واحداً من مليون جزء من الثانية . وكان هرتز يُجري تجاربه في نطاقات التوترات العالية المستعملة في الرادار الحديث والمخبرات التي تجري بالموجات الصغيرة جداً .

ابتكر هرتز مؤشراً لكي يتمكن من استقبال الإشارات . قال : « يمكن إتمام هذا بوسيلة بسيطة جداً . في النقطة التي نحب أن نكشف القوة فيها نضع سلكاً مستقيماً يقطعه في وسطه فاصل تمر فيه شرارة ، إن القوة التي تتناوب بسرعة تجعل الكهرباء في الناقل تتحرك وتنتج شرارة في الفاصل . وكان الفاصل الذي تمر فيه الشرارة في « مستقبل » هرتز صغيراً إلى درجة لا تصدق ، يكاد لا يتجاوز سمك ورقة من هذا الكتاب . وبما يلفت النظر أن هرتز تمكن من الكشف عن الشرارة . وكان لا بد أن تكون الغرفة مظلمة تماماً ، وأن تعتاد عينا المراقب على الظلام .

وكان هرتز قد بيّن أنه يستطيع أن يرسل الموجات ويستقبلها . ولكن كيف أثبت أن الموجات تستغرق وقتاً لكي تنتقل ؟ من أجل هذا الغرض عاد إلى

معرفة بنظرية الصوت ودراسات هلمهولتسز . فبناءً على نظرية تداخل الموجة ، كل موجتين تصلان نقطة واحدة من مصدر واحد ولكن عن طريقين مختلفين ، إما أن تضاف إحداهما إلى الأخرى أو تلغى إحداهما الأخرى . وحين يتحرك المستقبل من نقطة نجد أوضاعاً للصمت تعقب أوضاع الاستقبال ، والمسافة ما بين الأوضاع الصامتة هي طول نصف موجة .

وعلى هذا نصب هرتز جهاز إرساله واستقباله ذا الموجات الصغيرة جداً ، وجهازه العاكس الجانبي ، وحرك بالندريج جهاز استقباله بعيداً - لاشك أنه كان يمر بعدد من المناطق التي لا يستقبل منها إشارة . وبذلك وجد طول الموجة 6 وكان يعلم تواتر الاهتزاز ، فأصبح الآن لديه كل المعلومات اللازمة . إن التواتر مضروباً بطول الموجة يعطي السرعة . وقد وجد أن سرعة الموجات الكهرومغناطيسية هي ذات سرعة الضوء أي 300,000,000 متراً في الثانية .



(الأمواج الكهرومغناطيسية . اكتشف هرتز ان هذا الطراز من الامواج هو الذي ينتج حول شرارة كهربائية . وتنتج الشرارة في الفجوة في جهاز يشبه الحاتم يدعى (res-omator) كاشف الذبذبات الكهربائية) .

لم ينته هنريخ هرتز من هذه التجارب . كان عليه أن يكتشف المزيد من المعلومات حول سلوك هذه الموجات . فسلح جهاز إرساله واستقباله بأجهزة عاكسة ، « مجرايا » مقعرة واعدة ، واكتشف أنه يستطيع أن يركز أشعة الكهرومغناطيسية بنفس الطريقة التي يمكن بها تركيز الأمواج الضوئية . فنصب أجهزة

عاكسة على الجانب ، وجعل الموجات تثب على هذه الأجهزة العاكسة ، فوجد أنه يستطيع أن يركز الموجات بواسطة « عدسات » . واكتشف أن الموجات قد « استقطبت » . (لاحظ أن ذراعي صاري التلفزيون الذي لديك موضوعتان بصورة أفقية ، ولن يشتغل جيداً إذا كان وضعها عمودياً .) قامت الموجات بكل ما تقوم به الموجات الضوئية . وبذلك أثبت جانباً كبيراً من نظرية مكسويل .

اجرى هرتز تجارب تجارب عبقرية وهامة إلى حد يصعب تقديره . وقال عن اكتشافاته : « إنها تسجل نصراً عظيماً لنظرية مكسويل . » وهذه العبارة بنحس كثيراً منجزاته الخاصة .

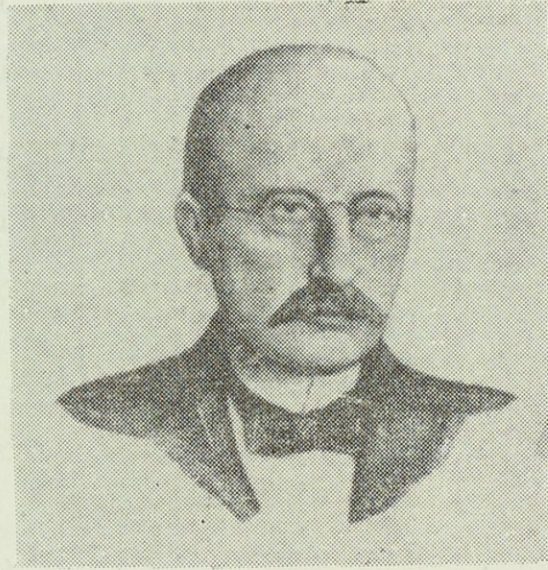
في ١٨٨٩ ، بعد مناقشة تجاربه ومكتشفاته في اجتماع (الجمعية الألمانية لتقدم العلوم الطبيعية في هيدلبرغ) ، عُيِّن أستاذاً للفيزياء في جامعة بون ، ولم يكن قد تجاوز الثانية والثلاثين من العمر .

وقد خُلِدَ اسمه بعبارة « هرتز » التي أطلقت على « السيككل » في الثانية . ولكن التسمية لم تنتشر إطلاقاً ، ولم تصبح مألوفة وشائعة بالرغم من أن الألمان يستعملونها في ألمانيا . على أي حال ، كلما رأيت صاري التلفزيون وأذرعته بوضعها الأفقي يمكنك أن تذكر أن هرتز هو أول من اكتشفه . وكلما رأيت « شبحاً » على شاشة التلفزيون اعرف أنه نتيجة موجة منعكسة تصل إلى الشاشة بصورة متأخرة قليلاً ؛ ويمكنك أن تتذكر أن هرتز كان أول رجل أثبت أن الموجة الكهرومغناطيسية تستغرق وقتاً أثناء انتقالها .

توفي هرتز في ١٨٩٤ ، ولم يتجاوز إذ ذاك السابعة والثلاثين . ولا نستطيع أن نعرف ، إلا على سبيل الافتراض ، ما التقدم الآخر الذي كان يمكن أن يتم على يديه . إن مكائته في تاريخ العلم محفوظة ، فقد أعطانا الراديو .

ماكس بلانك

MAX PLANCK



لا شك انك رأيت أبواباً تنفتح كما لو بالسحر . تأمل عن كتب فقد ترى
حزمة من الضوء ممدودة عبر المدخل فوق العتبة . حين تنقطع هذه الحزمة من
الضوء ، يوجد محرك يتكفل بفتح الباب . وهذا استعمال واحد فقط من استعمالات
العين الكهربائية التي تستخدم - هي وآلة التصوير التافزيونية - مبدأ ممتعاً وهاماً
جداً ، أعني مبدأ الكهرباء الضوئية Photo Electricity : إذا اصطدم الضوء ،
بقطعة من المعدن تنطلق الالكترونات فتتولد الكهرباء بواسطة الضوء ، ولذلك
تسمى الكهرباء الضوئية .

كان مقدراً للكهرباء الضوئية أن تدخل الاضطراب الى دنيا العلم ، وأن تفتح

ثانية باب الجدل الذي كان هرتز ومكسويل قد أغلقاه في الظاهر . فقد أثبت هذان العالمان أن الضوء يتكون من موجات كهربية . وقالوا ان الضوء يخضع لجميع القرائن التي تتحكم في الموجات ، واذن لا بد أن يكون الضوء موجاتٍ . وفي ١٨٨٩ صرح هنريخ هرتز : « ان نظرية الموجة الضوئية هي ، من جهة نظر البشر ، أكيدة . » كانت هذه حقيقة معروفة جيداً - أم هل كانت حقيقة حقاً ؟

بعد مضي ١١ سنة فقط عرض ماكس بلانك فكرة ان الضوء يتألف من جزيئات من الطاقة . ونيوتن أيضاً ، قبل ٢٠٠ سنة ، كان قال ان الضوء يتألف من جزيئات صغيرة وكان العلم ، على ما يبدو ، قد دفن هذه النظرية . والآن ، فقد أجرى الاستاذ بلانك بعض الحسابات التي أقنعته بأن الطاقة تأتي بهيئة أجزاء ، وأن الأجزاء صغيرة جداً لكنها رغم ذلك أجزاء منفصلة . والعلم الحديث لديه اسم لهذه الأجزاء من الطاقة الضوئية . إنه يدعوها فوتونات Photons . وقد سمى بلانك أجزاء الطاقة « كمات Quanta » وأسس لوحده النظرية الكوانتة (النظرية الكمية) ذات الاهمية الكبيرة في الفيزياء الحديثة .

ولد ماكس بلانك في ٢٣ نيسان عام ١٨٥٨ من أبوين المانيين في كيل ، الميناء البحرية على بحر البلطيك التي كانت إذ ذاك تابعة للدنمرك . وتوفي في ألمانيا عام ١٩٤٧ ، بعد أن قضى سنواته الأخيرة مليئة بالمرارة والأسى . كان أبوه أستاذ جامعة اختصاصياً في القانون . والنحدر ماكس بلانك من أسرة ممتازة مثقفة . فكان عدد كبير من أفرادها ، قضاة ، وموظفين مدنيين ، وعلماء ، ورجال لاهوت . ولما بلغ ماكس التاسعة من العمر انتقلت الأسرة الى ميونيخ لكي يتمكن الأستاذ بلانك من الاضطلاع بوظيفة أستاذ في الجامعة . وفي ميونيخ انتسب ماكس الى مدرسة مكسميليان جمنازيوم الثانوية حيث واثاه الحظ فوقع تحت تأثير مدرس للفيزياء يمتاز بالاخلاص وعمق التفكير . فقادته هذه المصادفة الى

اختيار العمل في الفيزياء مهنة له في حياته كلها . وشجعته اسرته على دراسة الموسيقى أيضاً فكان عازفاً بارعاً على البيان ، ظل يعزف الاستمتماع والاستجمام خلال حياته الطويلة .

انتسب الى جامعتي ميونيخ وبرلين فدرس فيها على يدي العالمين العظيمين في الفيزياء هرمان هلمهولتز وغوستاف كيرشهوف ، وتسلم بلانك درجة الدكتوراه على رسالة ألفها حول تجربة في انتشار الهيدروجين داخل البالاديوم . ويقال إن هذه هي التجربة الوحيدة التي أجراها في حياته ، لأنه كان عالماً رياضياً لا عالماً تجريبياً .

وتم الاعتراف بذبوغه بسرعة ، فأصبح في فترة قصيرة أستاذاً مساعداً في ميونيخ ، ومن ثم أستاذاً للفيزياء في جامعة كييل . وفي عام ١٨٨٩ . حين كان بلانك في الثلاثين من عمره فقط عُيِّن لكرسي الفيزياء في جامعة برلين .

وكان بلانك خبيراً في علم الحرارة التحريكي والثرموديناميك Thermodynamics وهو علم يبحث في الحرارة . إن الضوء والحرارة متعلقان ببعضهما ، كما يمكنك أن تلاحظ إذا لمست زجاجة مصباح كهربائي . ومن المسلم به أن لون الضوء أساس لقياس درجات الحرارة التي تكون أعلى من أن تقاس بمقاييس الحرارة الاعتيادية . فيقارن اللون داخل الفرن بلون قياسي معروف ، ثم تستنتج الحرارة بناء على ذلك . ويدعى الجهاز المستعمل لهذه الغاية (البيرومتر الضوئي) . وكلما كان الضوء أقرب الى الضوء الابيض كانت درجة الحرارة أعلى . وعندما تكون درجات الحرارة منخفضة يتألف الاشعاع الحراري من الأشعة تحت الحمراء غير المرئية ، وعندما تكون درجة الحرارة قريبة من ١٠٠٠ فارنهايت يصبح الأحمر مرئياً . وفي درجة ٢٥٠٠ فارنهايت يكون هناك ضوء لامع لطيف . أما درجة حرارة سلك الضوء الكهربائي فهي حوالي ٥٠٠٠ فارنهايت . فانت تستطيع أن ترى أن الضوء والحرارة متعلقان ببعضهما وأن كليهما شكلان من الطاقة ؛ وهكذا

وسع بلانك دراسته للترموديناميك حتى صارت دراسة للضوء .
 وبينما كان بلانك مشغولاً بدراسة إشعاع الضوء اصطدم بصعوبة نظرية .
 فحين حاول أن يحسب ما يحدث على أساس النظريات المعروفة ، اكتشف أنه
 حتى القليل القليل من الحرارة لا بد أن ينتج ضوءاً ساطعاً جداً . وبما أن كل
 شيء يحوي قليلاً من الحرارة فقد اثبتت الحسابات أن كل واحد منا لا بد أن
 يكون حاراً إلى درجة الحرارة البيضاء . وبما أن حساباته لم يكن فيها أي
 خطأ فلا بد أن يكون هناك خطأ ما في النظرية الشائعة . وكان بلانك يملك
 الشجاعة الكافية ليقول بذلك .

وكان يملك أيضاً الذكاء الكافي لوضع نظرية جديدة ، وذلك حين فكر في
 الكوانتوم (الكم Quantum أو حزمة الطاقة) . قال بلانك : إن حزم الطاقة
 تأتي بأحجام مختلفة لتلائم المناسبة . فهناك حاجة إلى حزمة كبيرة لزيادة سوية
 الطاقة في تواترات الضوء العالية ، لكننا لا نحتاج إلا إلى حزمة صغيرة لزيادة
 سوية الحرارة في التواترات المنخفضة . نقل بلانك هذه الفكرة عن حزمة الطاقة
 إلى إكاديمية العلوم الألمانية . وإذا أنت وجدت صعوبة في فهم فحوى النظرية
 فلا تقلق كثيراً ، لأن العلماء الذين أصغوا إلى بلانك في كانون الأول عام ١٩٠٠
 لم يتأكدوا أنهم فهموها جيداً . أضف إلى ذلك أن نظرية الكمّ هذه أعادت
 إلى الحياة نظرية الدقائق الضوئية ، ولم يكن العلماء بعد مستعدين لقبولها ، لأن
 النظرية الموجية كانت لا تزال ناجحة في معظم الحالات التي تصل إلى علمهم .

وكان أينشتاين يعمل في نظريته النسبية في سويسرا ، فوجد أن مفعول الكم
 يمكن أن يعلّل بعض خفايا أسرار الكهرباء الضوئية حين تصطدم هذه الكمّات
 الضوئية بقطعة من المعدن ، يخرج من المعدن عدد من الإلكترونات . وإذا
 اصطدم المزيد من الضوء بالمعدن خرج عدد آخر من الإلكترونات . ولو صحّت
 النظرية الموجية لأدت الزيادة في الضوء إلى زيادة في سرعة الإلكترونات وليس
 في عددها .

وأخذت دنيا العلم تلتفت شبيهاً فشيئاً إلى فكرة « حُرْم الطاقة » ، إلى نظرية الكم التي قال بها بلانك والتي نال بعد ١٨ سنة من اكتشافه لها اعتراف العالم بأجمعه بفضلها ، وذلك بمنحه جائزة نوبل .

وفي عام ١٩١٣ وفد الى برلين أينشتاين الذي كان قد قام بالكثير لترويج نظرية بلانك عن الكواتوم . وأصبح الرجلان صديقين مخلصين يشارك أحدهما الآخر الاهتمام في الرياضيات والفيزياء والموسيقى وغدت برلين بوجود بلانك وأينشتاين فيها المركز العالمي بلامنازع لدراسة الفيزياء .

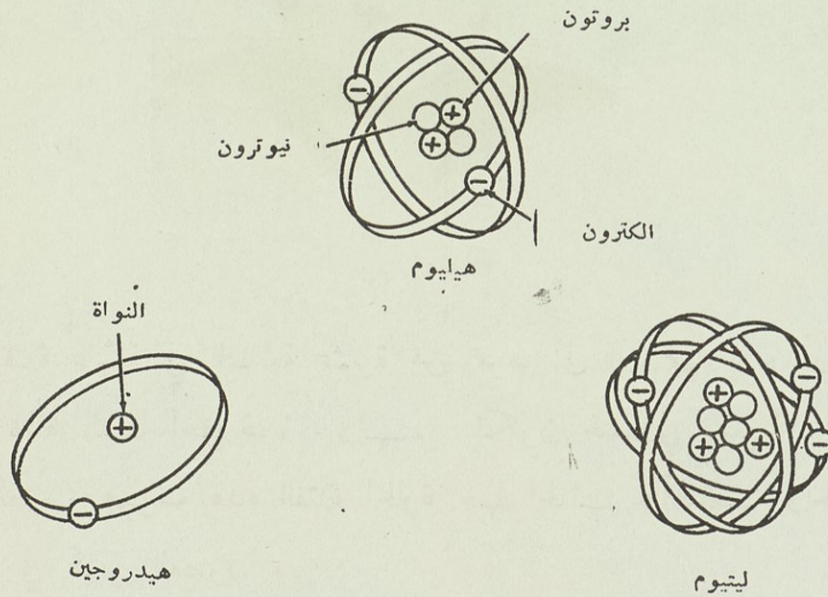
وبعد وفاة زوجة بلانك الأولى عام ١٩٠٩ ، تزوج ثانية وأضاف ثلاثة أطفال إلى أطفاله الأربعة الأول ، ولكن للأسف لم يسلم له أي واحد من هؤلاء الأطفال السبعة فقد قُتل ابنه البكر كارل عام ١٩١٦ خلال الحرب العالمية الأولى ، وماتت إحدى ابنتيه التوأمن بعد مولدها بفترة قصيرة ، ولحقت بها أختها بعد سنة .

واضطرت الحكم النازي في ألمانيا صديقه أينشتاين وإرون شرودنجر إلى مغادرة ألمانيا ، وكان بلانك نفسه أحد الذين اضطهدهم هتلر لأنه أبى المرة تلو المرة أن يحلف بين الولاء للحزب النازي . لأنه ، وهو البروسي الفخور العنيد ، كان ينفر من الأعمال البربرية التي كان يقوم بها زبانية غوبلز وهتلر . وفي عام ١٩٤٤ جاء النازيون إلى هذا الشيخ المسن الذي أدرك السادسة والثمانين ، وقد اصطحبوا هذه المرة رهينة ، وقالوا له وقّع بين الولاء لكي نطلق سراح ابنك المتهم بالتآمر على هتلر . فأبى أيضاً أن يوقّع . ونفّذ حكم الإعدام بابنه إرون بلانك الذي كان آخر من تبقى له من أطفاله . وبعد أن نزلت به هذه المصيبة لعله لم يتم كثيراً حين دُمّر منزله ومكتبته بالقنابل التي أُقيت على ألمانيا .

وأعدت ألمانية الخارجة من الحرب الترتيبات للاحتفال بعيد ميلاد ماكس بلانك التسعين . ولكن لم يكتب لهذا الاحتفال أن يتم لأنه توفي في الرابع من تشرين الأول عام ١٩٤٧ قبل بضعة أشهر من بلوغه التسعين . واعترافاً بفضلها أطلق اسمه على أكاديمية القيصر (ولهم) للعلوم ، فصارت تدعى (أكاديمية ماكس

بلانك (. وسمي أعظم وسام علمي في ألمانيا باسم ميدالية ماكس بلانك .
 ماذا قدم بلانك للعلم ؟ قال هنريك آ. لورنتز العالم الهولاندي الشهير : « إن
 الشوط الذي قطعناه في مضمار التقدم كبير إلى درجة أن الثابتة التي اكتشفها
 بلانك Plank's Constant لا تزودنا فقط بأساس لتفسير شدة الاشعاع الحراري
 وطول الموجة الذي يمثل حدها الأقصى ، بل تزودنا أيضاً بأساس لتفسير العلاقات
 الكيفية الموجودة ... في الحرارة النوعية للجوامد ، والتأثيرات الكيميائية الضوئية
 للضوء ، ومدارات الالكترونات في الذرة ، وأطوال الموجات في خطوط الطيف ،
 وتواتر أشعة رونتجن التي تنتج من تصادم الالكترونات ذوات سرعة معينة ،
 والسرعة التي تستطيع جزيئات الغاز الدوران بها ، وكذلك الأبعاد بين الدقائق
 التي تتألف منها البلورة . »

وموجز القول : إن نظرية بلانك تقوم عليها كل فيزياء الدقيقة الذرية الحديثة.



(مخططات العناصر الثلاثة الابطسط . إن عدد البروتونات في النواة يساوي عدد الالكترونات التي
 تدور حول النواة . إن النيوترونات تزيد من الوزن الذري لكن ليس لها شحنة كهربائية)

ماري كوري

MARIE CURIE



كُتبت فتاة عاشقة في السابعة عشرة من عمرها إلى ابن عمها : « أريد أن
اقول وداعاً لهذه الدنيا الحقيرة... ولن تكون خسارتي كبيرة . » لكن
لحسن حظ العلم ، هجرت هذه الفتاة الحلوة حبها الحائب وأصبحت واحدة من
أعظم العلماء في سائر العصور .

ولدت مانيا سكلودوفكا في ٧ تشرين الثاني ١٨٦٧ في مدينة وارسو
ببولاندا . وكانت أمها وأبوها من طبقة الفلاحين البولونية ، إلا أنها كانت قد
غادرت المزرعة للعمل في التعليم . كان أبوها مدرساً للفيزياء والرياضيات في مدرسة

وارسو الثانوية وكانت أمها عازفة على البيان . وداهم الحزن قلب مانيا في وقت مبكر فقد توفيت أمها بالسل ، وهي بعد في العاشرة من عمرها .
وكانت بولونيا في تلك الأيام جزءاً من روسيا القيصرية . وكانت حكومة بتروغراد تفرض القيود على البولونيين كتحديرو ضد محاولاتهم الثورة . وخسر والد مانيا وظيفته في المدرسة بسبب ما أشيع عنه من أنه يؤيد استقلال بولونيا . فافتتح مدرسة داخلية لكي يعيل أطفاله الأربعة الباقين بـ (إذ مات له طفل بالتيفوس) . فلم يوفق في هذا المسعى توفيقاً كبيراً ، إلا أنه استطاع به أن يبقي أسرته على قيد الحياة .

وفي ١٨٨٣ نالت مانيا الوسام الذهبي حين أتمت دراستها في المدرسة الثانوية . وكانت هـ عادةً قديمةً في أسرة سكلودوفسكا . لأن وسامها هو الوسام الذهبي الثالث في الأسرة . وكان الأستاذ سكلودوفسكا ، وقد فشل في تحصيل المال ، يجد عزاء وسعادة فيما يبديه أطفاله من تفوق في الذكاء . وبعد تخرج مانيا من المدرسة الثانوية أرسلت إلى الريف لتستجم سنة . وكان الخوف عليها من السلّ يشغل بال والدها . فعسى أن يكون لها من عطلتها رياضة جسمية جيدة تنفعها في عملها في المستقبل . لأن الرقصات البولونية الريفية تنشط في هذا الفصل . وكانت تبدأ مع غروب الشمس ، وتستمر طوال الليل ، وتتصل خلال النهار ثم تستأنف في الليل مرة ثانية - وكانت مانيا تحب الرقص .

بعد ما انتهت من عطلتها عادت إلى وارسو حيث نوقشت خطط المستقبل . لكن كيف يكون في وسعها الذهاب إلى السوربون في باريس من دون مال ؟ وجرت مناقشة طويلة مع أختها الكبرى برونيا أسفرت عن وضع خطة : تشتغل مانيا وتمد أختها بالمال حتى تنتهي دراستها الجامعية . ثم تشتغل برونيا وتمد أختها بالمال أثناء دراستها . هكذا ، وهيا إلى العمل .

وعملت مانيا مربيةً ومدرسةً في منزل نبيل روسي . ولكن هذا العمل لم يدم طويلاً ، لأن سيدتها كانت قاسية عديمة الأدب . فوجدت مانيا ، لحسن

الحظ ، عملاً آخر لدى أسرة أكثر رقياً وتفهماً . وكان الابن البكر في هذه الاسرة طالبا في جامعة وارسو . فلما عاد إلى البيت في العطلة لم يلبث أن وقع في حب المربية الجميلة التي ترقص كالعفريت وتتحدث كالعالم . وكانت مانيا تشعر بالوحدة فبادلتها الحب . لكن الأم سدت الطريق الى الزواج ، لأنها لم تكن لترضى بأن يتزوج ابنها امرأة مربية . حينئذ كتبت مانيا الفقرة التي مر ذكرها في مطلع هذه القصة .

واصلت مانيا التدريس وإرسال النقود إلى أختها برونيا في السوربون حتى جاء أخيراً دور مانيا ، وكانت أختها الكبرى قد نالت من باريس لاشهادة في الطب فقط ، بل زوجاً أيضاً - فقد تزوجت زميلا لها من طلبة الطب .

وعندما بلغت ماري الثالثة والعشرين من العمر كُتب لها أن يتحقق حلمها الذي طالما انتظرته ، فتسجلت في السوربون في كلية العلوم . وقضت أربع سنوات في العمل والدرس ، وكانت خليقة ، والحق يقال ، أن تصاب بعدد من الأمراض ، لأنها كانت تعيش في شقة ملحقة ليس فيها تدفئة ، وكانت ميزانيتها الغذائية ضئيلة إلى درجة أن معظم وجباتها كانت تتألف من الخبز والزبدة والشاي . وفي إحدى المرات قضت ٢٤ ساعة لم تأكل خلالها سوى الكرز والفجل . أما اللحم والبيض فقلما كانا يدخلان في وجباتها .

لكنها عاشت ، رغم كل ذلك ، ودرست الرياضيات والشعر والكيمياء والموسيقى والفيزياء والفلك . وكانت في الفترات الفاصلة بين هذه الدروس تغسل القناني في مخبر الكيمياء . ولدى تخرجها كانت هي الناجحة الأولى بين زميلاتها في فحص درجة الماجستير في الفيزياء . وفي السنة التالية كانت هي الثانية في امتحان الماجستير في الرياضيات . وكانت حينئذ قد بلغت السابعة والعشرين من دون أن تتخلص من آثار تجربتها الغرامية الأولى الفاشلة . وكانت مليحة شقراء لدنة العود بيد أنها ظلت ميالة إلى العزلة .

عندما بلغ بيير كوري الثانية والعشرين من العمر كتب : « النساء العبقريات نادرات . والمرأة العادية عثرة حقيقية في سبيل العالم الجاد » . لكن بيير هو الآن في الخامسة والثلاثين وقد أدى احتكاكه بالحياة إلى تمكين هذا الاعتقاد بدلا من إضعافه . كان مشغولا بالبحث الكهربائي والمغناطيسي . وكان يعمل مع أخيه جاك في مخبر الأستاذ بول شوتزنبيرغر . وكان قد أحرز درجة بكالوريوس في العلوم في السادسة عشرة من عمره ، ودرجة ماجستير في الفيزياء بعد ذلك بستين . وكان إذ ذاك قد أصبح زعيما في ميدان العلم بسبب اكتشافه لمبدأ الانضغاط الكهربائي Piezo electricity هذا المبدأ المطبق في جهاز التسجيل الذي تقنيه . فهذا الجهاز يحوي بلورة Crystal إذا « عُصرت » أنتجت قليلا من الكهرباء .

وكان أول لقاء بين بيير وماري في منزل الأستاذ كوفالفسكي ، الفيزيائي البولوني . الذي كان في زيارة لباريس . ودار الحديث حول العلم . وطلب بيير من ماري أن يراها ثانية ، للحديث في العلم فقط ؟ وسمح لماري بأن تعمل في مختبر شوتزنبيرغر جنبا إلى جنب مع بيير . وبعد عام أصبحت مانيا سكلودوسكا ماري كوري .

كان بيير قد كتب : « النساء العبقريات نادرات » . فوجد المرأة النادرة . لأن زوجته كانت امرأة عبقرية . وواصلت ماري ، لحسن الحظ العمل في المخبر بجانب زوجها في مشا كل تتصل بالمغناطيس والكهرباء .

وكان ولهم رونتجن قد اكتشف شعاعاً ذا قدرة عظيمة على النفاذ ، ووصف هذه الأشعة لدنيا العلم في كانون الثاني ١٨٩٦ ، ودعاها أشعة X (الأشعة السينية) وبين أنها تستطيع أن تنفذ في الأشياء الجامدة . وفي فرنسا ، كان الاستاذ هنري بيكيريل يعمل في مشكلة الفسفرة (Phosphorescence) - كيف تلمع بعض المواد في الظلام بعد تعريضها للشمس . وقادته تجاربه الى الاعتقاد بأن مادة

Pitch - Blende (خام اليورانيوم) تحوي عنصراً آخر غير اليورانيوم .

وكان الأستاذ بيكيريل قد أعجب منذ مدة طويلة بما تملكه ماري كوري من مهارة في إجراء التجارب فعرض عليها المشكلة . وتباحث بيير مع ماري في الموضوع المقترح ، فوجد ان المادة التي يبحثان عنها لا يمكن ان تكون من العناصر المعروفة ولا بد أن تكون شيئاً جديداً . فأوقفوا كل عمل آخر من أجل العمل في هذا الموضوع ، لأنه كان أبعث على الفضول .

وكان خام اليورانيوم باهظ الثمن ولا يوجد إلا في النمسا . فكيف الحصول على كمية منه بلا مقابل ؟ وفكروا : إذا كان خام اليورانيوم يحوي هذه المادة المجهولة ، فلا بد أنها تبقى مع بقايا الخام بعد استخراج اليورانيوم منه . ووافقت الحكومة النمساوية على إرسال بقايا خام اليورانيوم لقاء اجور الشحن فقط .

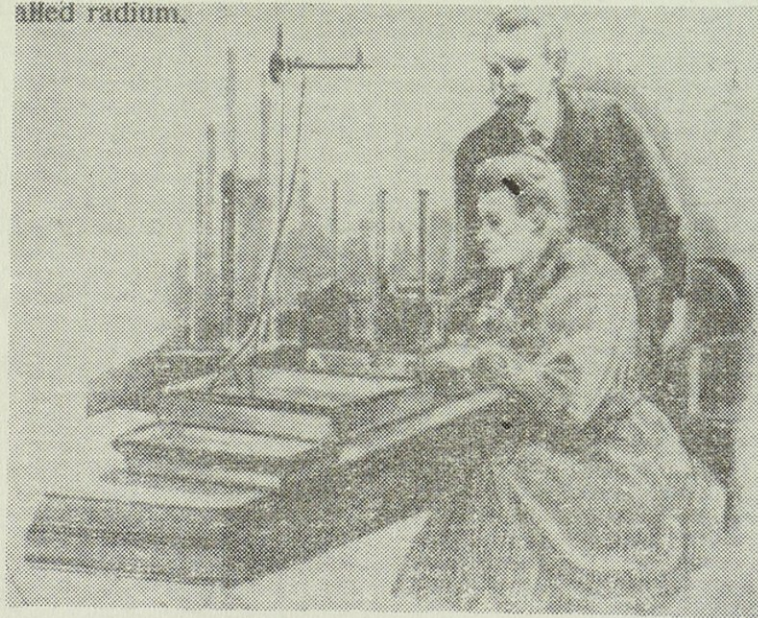
وشحن أطنان من بقايا خام اليورانيوم الى الكوخ الحشبي الذي يدلف سقفه ، والذي اتخذوا منه مخبراً لهما . ثم ابتدأ أكثر الأبحاث مشقة في تاريخ العلم .

شرع بيير وماري كوري ينتقيان الخام ، وذلك بغليه في قدور كبيرة فوق موقد من الحديد الصب . وكانا يحركان السوائل الكثيفة ويرشحانها ويحفظان بمنهى الحرص كل نقطة من السائل . ولما أصبحت الروائح المنبعثة لاتطاق ، انتقلا بعملياتهما الى الفناء الخلفي لكنها ثابرا . ومرت شتاء ١٨٩٦ فرأى الزوجين يعملان في طهو النفاية . وأصيبت ماري بذات الرئة فلابت الفراس ، وواصل بيير غلي النفاية . وبعد ثلاثة أشهر من المرض عادت ماري الى القدور والمراجل . وفي أيلول من ١٨٩٧ كان بيير وماري لا يزالان يصفيان وينقيان النفاية . واضطرت ماري الى التوقف مرة ثانية عن العمل ، لكن ، في هذه المرة ، لكي تضع طفلة - ابنتها آيرين . ولم يمض أسبوع حتى عادت الى المخبر لتفحص شيئاً خطر لها أثناء استقلالها على الفراس . ورغم ذلك يخيل اليها أنه كان يجب

عليها أن تنقطع عن العمل لتتصرف الى العناية بالطفلة آيرين . إلا أن كوري الجد ، الذي كان منذ مدة قريبة قد فقد زوجته ، جاء ليعيش مع بيير وماري فأسعده أن يتعهد الطفلة أثناء غيابها .

عادت ماري الى تنقية النفاية . وبعد سنتين من العمل الشاق المضني أثرت أتعابها كمية قليلة من مركب البزموت . لكن مركب البزموت هذا كان أنشط من اليورانيوم بـ ٣٠٠ مرة . كانت يؤثر على الفلم الفوتوغرافي بطريقة مذهلة . وإذن لابد ان يكون في مركب البزموت شيء آخر بالاضافة الى العناصر المعروفة . وعادت ماري لتبحث عن هذا الشيء الآخر .

وفي تموز عام ١٨٩٨ أذاعت ماري اكتشاف عنصر جديد سمته بولونيوم باسم القطر الحبيب الذي ولدت فيه (بولونيا) . لكن ماري وبيير كوري لم يكتفيا بهذا ، لأن بقية المادة ، بعد استخراج البولونيوم منها ، كانت أشد قوة من البولونيوم .



(بيير وماري كوري يعملان في مخبرهما)

لابد ان هناك شيئاً آخر قد تبقى ، واستمرت عملية التصفية والبلورة ، حتى انتهيا أخيراً الى عنصر جديد ، وجدا بضع بلورات منه على شكل مركب . ودعي العنصر الجديد الراديوم .

كان الراديوم عنصراً غريباً . فقدرته الاشعاعية أعظم ألف مرة من قدرة اليورانيوم العنصر الذي دفع ماري كوري الى المضي في بحثها . والراديوم يؤثر بسهولة في المادة الحساسة للنور التي توجد على الفلم الفوتوغرافي ، حتى ولو كان الفلم مصرورا بورق ضد النور . والراديوم يؤين Ionize جزئيات الغازات في الهواء أي أنه يمكن الغازات من حمل الكهرباء ، ومركبات الراديوم تنتج تفلورا اذا مزجت بمركبات اخرى . وقد يكون في عقربي ساعة اليد التي تحملها كمية قليلة من الراديوم . وإشعاعات الراديوم يمكن أن تمنع البذور من النمو ، وأن تقتل الجراثيم ، وقد تقتل حتى الحيوانات الصغيرة .

إن الإشعاع يستطيع أن يتلف النسيج ، ولذلك يستخدم في علاج السرطان وبعض الامراض الجلدية . وهو ينتج الحرارة باستمرار ، فيعطي مقداراً من الحرارة كافياً لإذابة كمية من الثلج تساوي وزنه مرة ونصف المرة في كل ساعة وهو يعطي هذه الطاقة على حسابه الخاص ، أي أن الراديوم يتفكك الى ذرات أبسط حين يعطي الطاقة . إن الراديوم مادة جديدة بالاحترام حقاً .

ورفض بيري وماري كوري استغلال اكتشافها لجمع المال بالرغم من العروض الكثيرة التي انصبت عليها من كل اطراف الدنيا . وتسلمت مع بيكيريل جائزة نوبل على هذا العمل ، وسددا بالمال ماتراكم عليها من الديون خلال السنوات الطوال التي قضياها في تنقية وتصفية خام اليورانيوم .

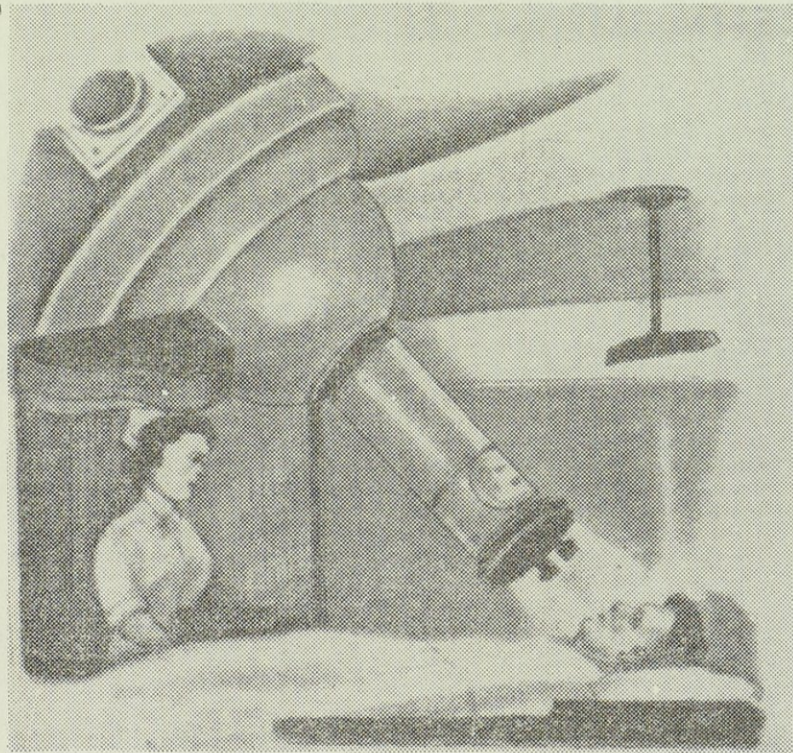
وعين بيري كوري في السوربون للتدريس والعمل في مخبر حسن التجهيز .

ثم رزقت أسرة كوري ابنة ثانية ، ليف ، عام ١٩٠٤ . وكانا أسعد وأهنا ما يكونان حين وقعت حادثة حمقاء فأتت على هذه السعادة . فقد كان بيري

كوري في طريقه من أحد الاجتماعات الى بيته في ١٩ نيسان ١٩٠٦ ، فصدته
عربة يقودها حصانان ، فسقط في الشارع ، ومرت فوقه سيارة ثقيلة مقبلة من
الاتجاه الآخر . فمات على الفور .

أخذت ماري الكسيرة القلب الصامتة تنشد العزاء بالعمل في مخبرها ، حتى
اذا جاء المساء كتبت الرسائل الى زوجها الراحل تصف له فيها ما قامت به من
عمل في ذلك اليوم . وتخطى الفرنسيون كل سابقة فقدموا لماري كرسي
الفيزياء الذي شغل بموت بيير .

فتعالت الاصوات المبحوحة من جانب بعض العلماء : امرأة ؟ شيء لا يخطر
بالبال ولا يصدق ! وقالوا : ثم إن بيير هو الذي كان العظيم بينها ، أما
ماري فلم تساعد إلا قليلاً .



(علاج السرطان بواسطة أشعة الراديوم)

فأثبتت ماري كوري أنها بمفردها عظمة كعظمة زوجها على الأقل ، وذلك حين نجحت عام ١٩١٠ في عزل الراديوم بحالة نقية . فقد مرت تياراً كهربائياً في كلوريد الراديوم الذائب (أحد أملاح العنصر) ولاحظت ملغماً يتشكل على المسرى السالب الزئبق (المهبط) . ونجرت الزئبق فتبقى عنصر الراديوم النقي ونالت على هذا العمل جائزة نوبل ثانية .

توفيت هذه المرأة العظيمة في الرابع من تموز عام ١٩٣٤ بعدما تلفت جوارحها الحيوية بسبب تعرضها سنوات طويلاً للاشعاع . إن الراديوم الذي اكتشفته قد انتصر عليها .

همفري ديفي

HUMPHRY DAVY



« لو استطاعت الامة ان تبتاع واط حقيقيا او ديفي او فارادي بمائة الف جنيه لكان ذلك صفقة رخيصة جداً » هذا ما قاله توماس هكسلي العالم الانكليزي البارز ، عام ١٩٠٠ في طلب قدمه الى الحكومة لكي تسهم في تدريب العلماء . ان همفري ديفي ، بسبب عمله في الكيمياء الكهربائية Electro-chemistry ، مسؤول عن انشاء صناعات توظف فيها مليارات الدولارات كل عام . ولذلك يكون الحصول على ديفي آخر بمائة الف جنيه صفقة رخيصة حقاً .

ومن الممتع ان نلاحظ ان همفري ديفي وفارادي عملا في انكلترا في المؤسسة الملكية التي انشأها الكونت رومفورد ، والتي كان من جملة اهدافها تعليم العلماء الناشئين واعدادهم ولا تزال هذه المؤسسة تقدم الفرص للعلماء ، وتقيم محاضرات سنوية في موسم عيد الميلاد

لكي تثير اهتمام الاطفال في العلوم . لانه من بين الاطفال - ربما من قراء هذا الكتاب - سيخرج « واط آخر او ديفي او فارادي » .

ولد همفري ديفي في كانون اول ١٧٧٨ لأب انكليزي فقير يعمل في نقش الخشب في بنزنس الواقعة على الشاطيء الانكليزي . فذهب ، وهو صغير ، الى مدارس بنزنس وترورو القريبة منها ، لكنه لم يبد اي اهتمام خاص بالعلوم . ولما اتم الدراسة الابتدائية عهد الى صيدلي بتمرينه على مهنة الصيدلة . وكان لدى الصيدلي مكتبة ضخمة فطفق همفري يقرأ بكثرة في اوقات فراغه .

وكان من جملة ما قرأه التقارير التي تصف تجارب ويليام نيكولسون الذي استخدم الكهرباء لتحليل الماء الى هيدروجين وأكسجين ، والتقارير التي تصف تجارب انطوان لافوازيه الكيميائي الفرنسي الشهير ، فوجه اهتمامه الى الكيمياء ليجعل منها مهنة الحياة . وتعرف عن طريق تجاربه بجيمس واط الصغير ابن المهندس المشهور ، فقدمه هذا الى الدكتور جلبرت ، رئيس الجمعية الملكية ، الذي أعجب بذكائه وأوصى به مؤسس « المؤسسة الرئوية الطبية الحديثة » التي انشئت من اجل تجري الصفات الطبية لمختلف الغازات . وما ان بلغ ديفي العشرين من العمر حتى اصبح رئيساً للمؤسسة .

في نيسان ١٧٩٩ قام هذا الشاب العبوس ، بل القبيح المنظر ، العالم العصامي باكتشاف اذاع شهرته في انكلترا كلها . وذلك حين انتج كمية من او كسيد الآزوت واستنشق قليلا منه ، فجعله سعيداً و « نشوان » . لكن الالم من ذلك انه جعله منيعاً ضد الالم . ورأى ديفي ان هذا المركب قد ينجح في العمليات الجراحية البسيطة . لكنه لم يستخدم حتى عام ١٨٤٤ ، حين جربه طبيب اسنان اميركي على نفسه عندما احتاج الى خلع ضرسه . والتأثير الذي خلفه او كسيد الآزوت في ديفي « اذ جعله مهستراً » اعطاه اسمه الشائع « الغاز المضحك » .

وكان الكونت رومفورد الامريكي منهمكاً في انشاء المؤسسة الملكية في لندن . فطلب من ديفي ان يحاضر في المؤسسة في الكيمياء ، فلم يلبث ان اصبح اكثر المحاضرين

شهرة في المؤسسة . ثم اصبح استاذاً كامل النصاب رغم انه كان محروماً من التحصيل الرسمي . وكانت محاضراته عن المبادئ الكيميائية المتصلة بدباغة الجلود قد نالت حظاً من النجاح كبيراً جعل مكتب الزراعة في المؤسسة الملكية يحثه على تركيز اهتمامه في المشكلات الزراعية .

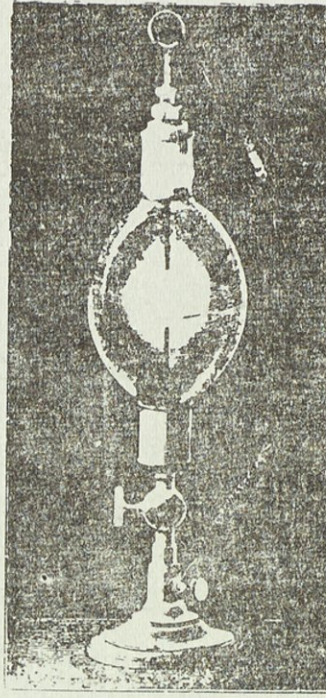
فأخذ في السنوات العشر التالية يدرس في موضوع الكيمياء الزراعية . وكان هو المسؤول عن التحسينات الكثيرة التي ادخلت على الاسمدة الكيميائية ، كما انه هو الذي اسس المحاضرات العلمية السنوية التي تلقى على الاطفال في اسبوع عيد الميلاد .

وكان نيكولسون ومعاونوه قد أتموا تحليل الماء كهربائياً ، لكن ديفي هو الذي اسس طريقة الكيمياء الكهربائية ، فأنجز في غضون بضعة سنوات قصيرة تجارب تضعه في المقدمة بين العلماء العظماء في كل العصور .

وضع ديفي قطعة من هيدروكسيد الصوديوم الرطب « الاسم الشائع لهذا المركب هو الصودا الكاوية او ماء القلي » في كأس من البلاتين ، ثم وصل احدى نهايتي خلية كهربائية كبيرة بالكأس ووصل النهاية الاخرى بسلك من البلاتين ، وجعل السلك يلمس هيدروكسيد الصوديوم . فذاب هيدروكسيد الصوديوم واستطاع ديفي ان يرى كريات صغيرة من المعدن الذائب تعوم نحو السطح حيث احتوت فوراً .

يستخرج الصوديوم في الوقت الحاضر بواسطة الطريقة الكهربائية ، لكنه يستخرج من كلور الصوديوم ، والصوديوم ابيض فضي وبراق ، إلا انه يصبح معتم اللون بعد دقيقة او دقيقتين من عرضه على الهواء . وهو لين جداً وخفيف الى درجة انه يعوم في الماء . ولا بد من حفظ الصوديوم تحت الزيت لئلا يتحد بالرطوبة الموجودة في الهواء وينتج تفاعلاً خطراً . وهو يفيد في صنع سائل الاثيل المفيد في استحضار البنزين النقي . وبعض الطرق الرئيسية بين المدن تنور بمصابيح صفراء تحوي بخار الصوديوم .

واستخدم ديفي طريقة الكيمياء الكهربائية ذاتها في استخراج عنصر البوتاسيوم ، والحق يقال ان ديفي قد اكتشف من العناصر اكثر مما اكتشف اي كيميائي آخر .



(قوس ضوئية قديمة ، تدعى مصباح ديفي . من صورة منقوشة قديمة)

استخدم طريقته الكيميائية الكهربائية لعزل الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والسترونتيوم والكالسيوم والكلور والباريوم . إلا انه أخفق في إنتاج الألومنيوم . وجاء شارل مارتن هول فاستخدم الطريقة ذاتها التي كان ديفي رائداً فيها . وحرر الألومنيوم كهربائياً من أكسيد الألومنيوم عام ١٨٨٦ .

منح الامبراطور نابليون ديفي وسام المعهد الفرنسي على اكتشافه الصوديوم والبوتاسيوم ، وقدم له الوسام في باريس رغم ان فرنسا وانكلترا كانتا تخوضان الحرب ولم يكن ديفي قد تجاوز اذ ذاك الثلاثين من عمره .

وكان من ثمار تجارب ديفي الكيميائية الكهربائية انه اكتشف القوس الضوئية التي جربها امام المؤسسة الملكية عام ١٨٠٩ . وصل قطعتين من فحم الخشب ببطاريته الضخمة ثم جعل الفحمتين تتلامسان حتى ظهرت بقعة حمراء ساخنة ، ثم ابعد ببطء الفحمتين عن بعضهما ، فتشكل بين الفحمتين ممر على هيئة قوس لامعة من الضوء . ولم يسبق قط ان رأى الناس توهجاً من صنع الانسان كهذا التوهج . لكن عالم العلم والصناعة لم يكن

مستعداً لاستغلال هذا النوع من الضوء ، لأن المولدات الكهربائية اللازمة لتموين مصابيح الاقواس الكهربائية لأية مدة من الزمن لم تكن بعد قد اخترعت ، وبعد ذلك باعوام استخدم مصباح القوس الفحمية في كثير من اعمال الانارة الخاصة - في مصابيح التفتيش العسكرية ، وفي اجهزة عرض الصور المتحركة ، وفي تنوير الشوارع .

في عام ١٨١٢ وفد الى همفري ديفي شاب في الحادية والعشرين من العمر يدعى ميخائيل فارادي يحمل مجموعة تحوي مذكرات مخطوطة باليد دونها اثناء استماعه لمحاضرات ديفي . فاتخذ ديفي سكرتيراً له . وقد اصبح هذا الشاب عملاقاً آخر من «عمالقة العلم» .

وفي السنة ذاتها مُنح ديفي من الملك رتبة فارس ، وفي السنة التالية تزوج من أرملة ذات ميراث . فسافر مع عروسه بصحبها سكرتيوه فارادي في جولة لزيارة عواصم العلم في العالم . فاختر أثناء وجوده في باريس عضواً في المعهد الفرنسي . وفي جنوا بايطاليا درس الكهرباء التي ينتجها سَمَك الطوربيد . وفي فلورنسا استخدم قوسه الكهربائية لاحتراق ماسة لكي يثبت أن الماس فحم نقي . وفي السويد زار برزيليوس العالم الكيميائي وبحث معه في مسألة الكلور .

وكان ديفي يرى أن الكلور عنصر وليس مركباً كما كان يظن . بينما كان برزيليوس يرى أن الكلور مركب . فلم يلبث أن اقتنع بأن ديفي هو المصيب ، لكنه انزعج كثيراً منه كانسان . لأن السر همفري ديفي كان يملكه الزهو والغطرسة والغرور فلم يستطع الانسجام مع العالم السويدي الحساس . وأنهى جولته بزيارة لألمانيا .

كانت تنتظره عقب عودته إلى انكلترا عام ١٨١٥ مشكلة جديدة . كانت مناجم الفحم في نيوكاسل عرضة لسلسلة من الحوادث الخطيرة الناشئة عن المصابيح التي يستخدمها عمال المناجم ، والتي لم تكن سوى مشاعل مكشوفة أدت مرارا إلى الحرائق والانفجارات . فكانت المشكلة تنحصر في ابتكار مصباح لا يسبب الانفجار . حدث هذا قبل عصر المصباح الكهربائي .

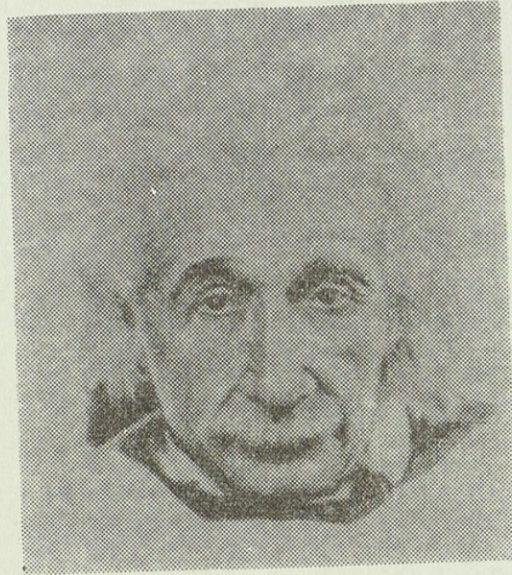
فحلّ السر همفري ديفي هذه المشكلة حلا بسيطا وذكيا... لفّ شعلة المصباح في نسيج رقيق من المعدن فلم تستطع الغازات المتفجرة اختراق النسيج المعدني والوصول إلى حرارة الشعلة . والنسيج ذاته لم يكن يسخن إلى الدرجة التي تكفي لتفجير الغازات . وإذا تمكن أي غاز من التسرب إلى الشعلة كان يشتعل داخل النسيج المعدني . وهكذا أصبح المصباح آمينا ، وقلت الانفجارات في المناجم .

ورفض ديفي تسجيل هذا الاختراع وحق استغلاله باسمه ، وتنازل عنه بلا مقابل لعمال المناجم . فأهداه أصحاب المناجم مجموعة كاملة من أدوات المائدة مصنوعة من الفضة . وقد أذيت هذه المجموعة بناء على وصيته وبيعت وأُسس بثمنها وسام ديفي الذي يُمنح سنويا لأهم اكتشاف كيميائي في أوروبا وأمريكا . وفي ١٨١٨ مُنح ديفي لقب « بارون » . وبعد ذلك بسنتين انتُخب رئيسا للجمعية الملكية . وكان ذا شخصية منفردة غريبة ، فلم يصب نجاحا في هذا المنصب . وكان يبد منه في أحيان كثيرة تصرفات فظة مزعجة تنفر أعضاء الجمعية . وكان ديفي يقرض الشعر هواية . فقال عنه معاصره الشاعر صموئيل تايلر كولردج صاحب قصيدة البحار العجوز : « لو لم يكن في عصره الكيميائي » الأول لكان الشاعر الأول » .

توفي السر همفوي ديفي عام ١٨٢٦ في سن مبكرة نسبياً وهي سن الخمسين . وكن في أول أمره صبيا فقيرا لم يتح له أن يتلقى العلم في المدارس . فارتفع حتى وصل إلى رتبة بارون في انكلترا وهو منقذ عمال المناجم ، ومكتشف ستة عناصر كيميائية ، وأبو الكيمياء الكهربائية .

ألبرت آينشتاين

ALBERT EINSTEIN



كتب ألبرت آينشتاين العالم ذو الصيت العالمي :
« عزيزي السيد الرئيس :

وردتني رسالة مكتوبة حول عمل حديث قام به فرمي وزيلاود ، تدفني إلى الاعتقاد بأن عنصر اليورانيوم يمكن تحويله إلى مصدر للطاقة جديد وهام في المستقبل القريب . إن قنبلة واحدة من هذا القبيل إذا فجرت في ميناء يمكن أن تدمر الميناء كله مع سائر المنطقة المحيطة به . »

هذه الرسالة أرسلت إلى الرئيس فرانكلين د . روزفلت في خريف ١٩٣٩ . وبعد ست سنوات ، في السادس من آب ١٩٤٥ ، أُلقيت « قنبلة واحدة من

هذا القبيل ، على مدينة هيروشيما اليابانية فذهب ضحيتها ٦٠ ألف شخصاً ، وجرح ١٠٠ ألف شخص . وأصبح ٢٠٠ ألف شخص بلا مأوى . لأن القنبلة الذرية دمرت أكثر من ٦٠٠ مجموعة من مجموعات منازل المدينة . وبعد بضعة أيام أُلقيت قنبلة مماثلة على مدينة ناغازاكي . فاستسلمت الحكومة اليابانية وانتهت الحرب العالمية الثانية .

بُنيت القنبلة الذرية على نتيجة استنتاجها أينشتاين عام ١٩٠٥ مفادها أن الكتلة (المادة) يمكن تحويلها إلى طاقة ، وأن الطاقة يمكن تحويلها إلى مادة . وكانت النظرية العلمية السابقة تقول إنه لا يمكن خلق المادة ولا تدميرها . وقادته حساباته إلى هذه المعادلة الجبرية التي تبدو بسيطة : $E = mc^2$

$$\text{الطاقة} = \text{الكتلة} \times (\text{سرعة الضوء})^2$$

إن هذه المعادلة تعني أن الطاقة تساوي الكتلة مضروبة في سرعة الضوء مضروبة في سرعة الضوء . ولما كانت سرعة الضوء عدداً كبيراً جداً ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية أو ٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ قدمياً في الدقيقة . فإن الطاقة ، التي يمكن الحصول عليها حتى من مقدار قليل من المادة ، تكون هائلة جداً . والحقيقة أننا لو أمكننا تحويل نصف كيلو غرام من المادة ، مثل الفحم ، تحويلاً كاملاً إلى طاقة لحصلنا على أكثر من عشرة مليارات كيلو واط ساعي من الطاقة . وعلى هذا يمكن خمسة كيلو غرامات من المادة أن تزود العالم كله بما يحتاج من الكهرباء مدة شهر كامل .

ولد ألبرت أينشتاين في ١٤ آذار عام ١٨٧٩ في مدينة (أولم) الألمانية الجنوبية . وبعد سنه من ولادته انتقلت الأسرة إلى ضواحي مدينة ميونيخ . وكان والده يملك ويدير معملًا كيميائياً صغيراً . وكان عمُّ ألبرت المهندس الأعزب يساعد في هذا المشروع ويعيش مع أسرة أينشتاين . وكانت أمه مولعة بالموسيقى ، وبيتهموفن بصورة خاصة ، فدفعها هذا الولع إلى إعطاء

ابنها دروسا في العزف على الكمان منذ السادسة من عمره . وقد نفر من هذه الدروس في أول الأمر إلا أنه اكتسب مهارة العزف وأخذ يجب أن يعزف سونات موزارت بصورة خاصة . وقد لازمته هذه التربية الموسيقية المبكرة طوال حياته ومتعته بساعات من الاستجمام والسرور .

كان ألبرت في طفولته أبعد ما يكون عن النباهة . كان بطيئا في تعلم الكلام إلى درجة أن ذويه بدأوا يخشون أن يكون بليدا . وكان منذ طفولته المبكرة يعتزل الأطفال من سنه ، ويقضي وقته في أحلام اليقظة وفي « عمل لا شيء » . وكان يتجنب القيام بأية مجهودات بدنية عنيفة ، ويتعد عن الألعاب التي تقتضيه مجهودات كبيرة ويمقت بصورة خاصة « لعبة الجندي » . وكانت شوارع ميونيخ في كثير من الأحيان مشهدا لاستعراضات الجيش الألماني ، وهو منظر مثير ويمتع لمعظم الأطفال ، لكن ألبرت لم يكن يميل إلى الاستعراضات بل يكره الحركات الآلية الصادرة عن أناس تحولوا إلى دُمى تتحرك بلا وعي .

لم يكن في ميونيخ نظام للتعليم العام : كانت المدارس الابتدائية في أيدي مختلف الطوائف الدينية . ورغم أن أم أينشتاين وأباه يهوديان لم يكونا ليكثوثا بأي دين فأرسلا ألبرت إلى أقرب مدرسة ، وكانت مدرسة ابتدائية كاثوليكية . ثم أوفد في العاشرة من عمره إلى مدرسة « ثانوية » ، تدعى الجمنازيوم ، تعد الطلاب لدخول الجامعات . ولم يكن سعيدا أو ناجحا في المدرسة ، لأن الطلبة كانوا يكلفون بحفظ الدروس عن ظهر قلب حفظا حرفيا ، ولم تكن هناك مناقشات عفوية في المواد الدراسية تؤدي إلى فهم الدروس فيها أعمق .

وفي الجمنازيوم تلقى دروسا عن الديانة اليهودية بعدما تلقى دروسا عن المذهب الكاثوليكي في المدرسة الابتدائية . فأورثه ذلك احتراما دائما للقيم الأخلاقية الدينية ، إلا أنه أحس أن جميع الطقوس الدينية لم تكن سوى أرهام وضعت للحيلولة بين الانسان وبين التفكير المستقل . وعقب تخرجه من الجمنازيوم خرج على طائفته

الدينية . بيد أنه عاد إليها عندما شرع الألمان ، تحت الحكم النازي الهتلري ،
يضطهدون اليهود ويقتلونهم بالجلمة .

وأحيى عمه المهندس في نفسه دراسة الرياضيات . كان يبين له كيف يستطيع
الجبر اختزال العمل اللازم لحل إحدى المسائل . وكان يستشير فيه ميله إلى النكتة
بقوله « إنه علم مرح ، حين يتعذر علينا الامساك بالحيوان الذي تجري وراءه ،
نسميه (س) مؤقتاً ، وتتابع الجري وراءه حتى يقع بين أيدينا ويصير في جعبتنا » .
وأثرت دراسة الهندسة تأثيراً عميقاً في أينشتاين الصغير ، فكان ينفعل سروراً بالطرق
المستعملة باللغة الواضحة المحكمة ، و « البرهان » الذي يجب أن يسند كل قول ،
والمنطق الاستنتاجي الذي يتضمنه كل برهان شكلي ، والفرصة المهيأة للاهتمام عن
طريق الفكر إلى حلول المسائل . قال أينشتاين : إن أهم حادثتين في حياته كانتا
في صباه : هدية البوصلة المغناطيسية التي جاءت به حين كان في الخامسة من عمره ،
ودراسة هندسة إقليدس حين كان في الثالثة عشرة ، وقد قال عن كتاب
إقليدس : « من لم يستهو هذا الكتاب في صباه لم يخلق ليكون باحثاً نظرياً . »
ولما بلغ أينشتاين الخامسة عشرة اضطر أبوه إلى تصفية معمله الكهربائي في
ميونيخ والانتقال إلى « ميلان » بإيطاليا لافتتاح مشروع جديد . وكان أبوت
لا يزال في الجنازيوم . فرُتبت الأمور لكي يبقى في ميونيخ حتى ينال شهادته .
وكانت المدرسة قد أصبحت بالنسبة له مما لا يطاق . كان متفوقاً في الرياضيات
لكن مقصراً في المواد الأخرى التي كانت تعلم بالتدريب المتصل . وفُصل من
الجننازيوم لأنه لم يُظهر لمدرسيه ذلك الاحترام الاعمى الذي كان الطلبة يكفون
بإظهاره ، فذهب ليلتحق بأبيه في إيطاليا .

بعد مدة قصيرة قضاها في إيطاليا . وفكر أثناءها في مستقبله ، قرر ان يكرس
حياته لدراسة الفيزياء الرياضية . وبناء على ذلك تقدم الى امتحان القبول في مدرسة
البوليتكنيك الاتحادية السويسرية في زوريخ بسويسرا ، فرسب ، لانه بالرغم من ان

معارفه الرياضية كانت عالية جداً ، الا انه كان ضعيفاً في اللغات وعلم الحياة ، وقد دهش مدير البوليتكنيك لموهبته الرياضية ، وأعد له الترتيبات التي تمكنه من اتمام تحصيل مواد الدخول اللازمة في سويسرا . وكان سرور اينشتاين بالغاً اذ رأى المدارس السويسرية تدار بأسلوب مختلف تماماً عن ذلك الاسلوب الذي رآه في مدارس ميونيخ . لم يكن في هذه المدارس حصص للتدريب بل كان ينتظر من الطلبة ان يفكروا لأنفسهم ، وكان المدرسون ذوي مقدرة ورغبة في مناقشة الامور مع الطلبة . فوجد اينشتاين المدرسة ، لأول مرة في حياته ، مكاناً محبباً . واتم دروسه ثم انتسب الى مدرسة البوليتكنيك الاتحادية في زوريخ .

وفي زوريخ قرر ان يصبح مدرساً للفيزياء . فدرس المواد التي تعده لهذه الغاية . واصبح ، لهذا السبب ايضاً ، مواطناً سويسرياً .

ولم تكن حياته في زوريخ هينة من الناحية المادية . كان ابوه ، بسبب إخفائه في اعماله ، لا يساعده اطلاقاً ، لكن لحسن الحظ تمكن قريب له ثري من مد يد العون اليه حتى اتم دراسته الجامعية .

لم يستطع اينشتاين الحصول على وظيفة في التدريس رغم كونه طالباً متفوقاً ورغم رسائل التوصية اللطيفة التي زوده بها اساتذته . وكان مضطراً لكسب رزقه ، فاشتغل بمتحمساً في مصلحة حقوق الاختراع السويسرية في برن .

وفي عام ١٩٠٥ بينا كان في مصلحة حقوق الاختراع السويسرية ، صاغ النظرية النسبية الخاصة التي أدت في النهاية الى القنبلة الذرية . كانت الفيزياء حتى ذلك الحين مبنية على قوانين الحركة التي صاغها نيوتن قبل ذلك بمائتي سنة تقريباً والتي كانت تقدم الحلول لمعظم المسائل في الفيزياء . لكن بعض الصعوبات بدأت تنشأ . مثال ذلك ، لو أن صاروخاً أطلق من طائرة في نفس اتجاه سفرها ، فان سرعة الصاروخ ستكون مساوية لسرعته وسرعة الطائرة . واذا طبقنا قوانين نيوتن على الضوء فان سرعة الضوء سوف تكون أعظم لو أن الضوء

كان يتجه نحو الناظر . واذا تحرك الضوء بعيداً عن الناظر فان سرعة الضوء لا بد ان تنقص . لكن ألبرت مايكلسون ، العالم الأمريكي والمدرس في أكاديمية أسطول الولايات المتحدة في آنابوليس ، قام ببعض التجارب التي أثبتت أن سرعة الضوء لم تتبع قوانين نيوتن .

بنى أينشتاين تفكيره على نتائج مايكلسون وصاغها في عبارة قريبة من هذه :
مهما كانت سرعة المصدر فان الضوء ينطلق بالسرعة ذاتها بالنسبة لجميع المشاهدين
مهما كان اتجاه سيرهم . وتسمى هذه العبارة : مبدأ ثبات سرعة الضوء .

قد لا تبدو هذه العبارة عظيمة جداً أو فريدة ، لكن علامة عبقرية أينشتاين أنه تمكن من تطويرها الى بعض الافكار الرائعة التي لاتصدق والتي هي رغم ذلك صحيحة . من هذه الأفكار أن الساعة المسافرة تسير بصورة أبطأ من الساعة المقيمة ، من دون أن يكون لهذا علاقة بآلة الساعة . وقد تم اختيار هذه النظرية عملياً فظهر أنها صحيحة . وحينما تُحَلُّ مشكلة السفر بين الكواكب على السفن الفضائية الذرية ، قد يعود المسافر من رحلته التي لم تستغرق إلا شهراً واحداً (في ساعة السفينة الفضائية) ليجد أن ابنه الوليد قد أصبح يكبره بعشرين سنة !

ومن مبدأ ثبات سرعة الضوء ذاته استطاع أينشتاين أن يخرج قانونه الشهير المتعلق بتحويل المادة إلى طاقة والذي مر ذكره عند الكلام على القنبلة الذرية . وهذا القانون يبين للمرة الأولى مصدر طاقة الشمس . فلو أن الشمس كانت تعمل باحراق وقودها لبردت منذ زمن طويل ، لكن بتحويل المادة إلى طاقة ، كما يبين أينشتاين في دستوره المشهور : $E=mc^2$ أي الطاقة = الكتلة + (سرعة الضوء²) أن تطلق الحرارة لمدة طويلة ، وستواصل ذلك مدة ملايين السنين المقبلة .
لم يمض وقت طويل على نشر أينشتاين لنظريته ، وعلى ظهور البرهان التجريبي على صحتها ، الذي أخذ يرد من مخابر ومراصد العالم ، حتى تم

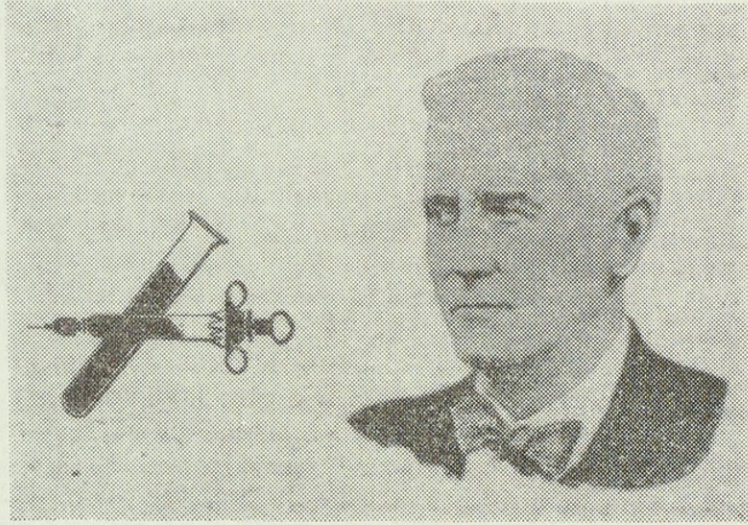
الاعتراف بفضل أينشتاين .

كان أستاذاً فوق العادة في جامعة زوريخ عام ١٩٠٩ وارتحل منها إلى جامعة براغ الألمانية ، ثم عاد إلى زوريخ ومنها إلى معهد القيصر ولهم في برلين .
ولما استولى النازيون على السلطة عام ١٩٣٣ كان أستاذاً في جامعة برلين ، إلا أنه لحسن الحظ كان يقوم بجولة لالقاء المحاضرات في إنكلترا والولايات المتحدة . فجرده النازيون البرابرة من أملاكه ، ومن منصبه في الجامعة ، ومن صفته كمواطن شرف التي كانت الجمهورية الألمانية قد منحته إياها . فوفد إلى الولايات المتحدة مديراً لمعهد الرياضيات للمؤسسة الحديثة للدراسات العليا في برنستون بـ (نيوجرسي) . وصار نصيراً متحمساً لدولة إسرائيل المزعومة ومؤيداً للحكومة العالمية . لكنه حين دعي ليكون رئيساً لإسرائيل اعتذر قائلاً : « إنني قد ألفت المشكلات العلمية ، لكنني لا أملك القدرة الطبيعية والخبرة الضرورية لسياسة المخلوقات البشرية » .

نال أينشتاين جائزة نوبل على عمله في نظرية الفوتونات Photons ونظرية الكم (الكوانتوم Quantum) . وفي عام ١٩٥٠ نشر نظرية الحقل الموحد . فقد دمج في ٢٤ صفحة من الرياضيات القوانين الفيزيائية للجاذبية والكهرطيسية .
ندم ألبرت أينشتاين على اختراع القنبلة الذرية ، وتمنى لو أن قوتها قد شرحت أمام ممثلين للحكومة اليابانية من دون حاجة إلى إسقاط هذا الاختراع المدمر على الشعب الياباني . لكن ذلك لم يتم . فتمنى أن تُستخدم الطاقة الذرية لخير الإنسانية .
توفي أينشتاين في ١٨ نيسان عام ١٩٥٥ ، وهو يحاول أن يضع القوانين المهيمنة على الكون في صيغ رياضية بسيطة . وكان يقول « أن الله لا يلعب بالنرد » .

اسكندر فليمنغ

ALEXANDER FLEMING



« لكي تتمكن من ملاحظة أي واقعة غريبة يجب أن تكون رجلاً مخلصاً لعمك ، ولا بد أن تكون سيد مهنتك . » . اكتشك السر اسكندر فليمنغ البنيسلين لأنه كان رجلاً مخلصاً لعمله وسيد مهنته . وهو يريدنا . لفرط تواضعه ، أن نعتقد أن الحظ كان حليفه ، إذ يقول : « إن المرحلة الأولى الحقيقية في اكتشاف البنيسلين كانت نتيجة الحظ السعيد . » وبما كانت المرحلة الأولى للاكتشاف محظوظة ، لكن اسكندر فليمنغ كان مستعداً ، كان ذهنه « ذهناً مهيباً » .

ولد اسكندر فليمنغ في مزرعة لوُشفيلد الواقعة في الجنوبي الغربي من سكوتلاندا في ٦ آب عام ١٨٨١ . وكان أصغر ثمانية أطفال لوالده هيو فليمنغ . توفي أبوه ولما يتجاوز هو السابعة . لكن أمه . السيدة المرحمة ذات الخلق الممتاز ،

تولت إدارة المزرعة واحتفظت بجزء الأسرة الكبيرة لها . فكان أطفال زوجها من زوجته الأخرى يحبونها مثل حبة أطفالها الأربعة لها .

ظل اسكندر يدرس في مدرسة (لودون مور) حتى بلغ العاشرة من عمره فنقل وفتنذ إلى مدرسة (دارفل) ودرس فيها مع إخوته . وتعلم أشياء كثيرة عن الطبيعة أثناء سفره كل يوم أربعة أميال ذهاباً إلى المدرسة وأربعة أميال إياباً إلى بيته القائم على التل . وكان طالبا سريع التعلم فلما بلغ الثانية عشرة . وهي سن التخرج من مدرسة دارفل ، أرسل إلى معهد كلهارنوك .

وبعد عامين التحق بأخويه جون وروبرت في منزل أخيه الأكبر توماس الذي أصبح فيما بعد طبيب عيون ناجحاً في لندن . وأصبح جون وروبرت اختصاصيين في الأدوات البصرية . وافتتحا في آخر الأمر مشروعاً صناعياً شيداه في مخبر مشهور للأدوات البصرية ، ولا يزال هذا المشروع في أيدي أسرة فليمنغ .

إلا أن النجاح الاقتصادي للأسرة لم يكن قد حان بعد فاضطر فليمنغ إلى ترك المدرسة لأسباب اقتصادية . ولما بلغ السادسة عشرة وقع على عمل في شركة للشحن البحري . لكن الحظ كان بانتظاره هو والانسانية معه . وذلك حين تسلم في ١٩٠١ حصة من ميراث مكنته من العودة إلى المدرسة . فاعتزم أن يدرس الطب .

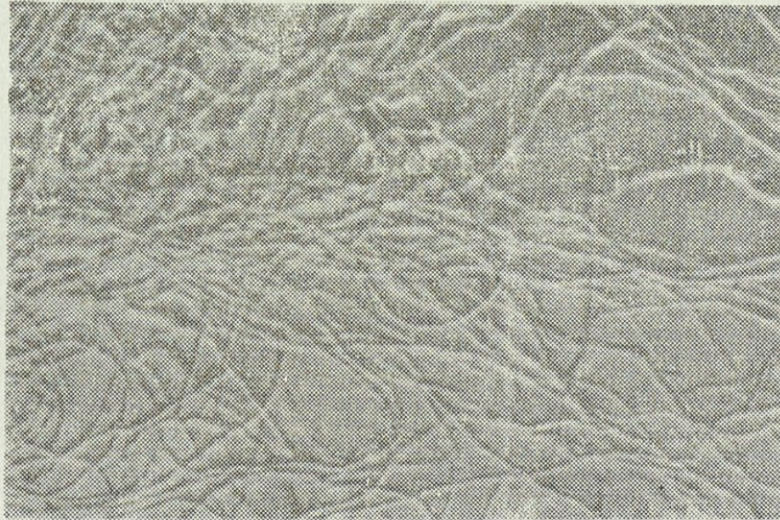
وكان اسكندر ، أثناء عمله لدى شركة الشحن ، قد انتسب هو وأخوه جون وألبرت إلى جمعية المتطوعين السكوتلانديين اللندنية . وكان عضواً في فريق السباحة ولعبة البولو المائية العسكري . وقد تبارى هذا الفريق مع فريق مدرسة القديسة ماري الطبية . فاختار اسكندر الانتساب إلى هذه المدرسة بالذات لا لشيء . لا لأنه قد سبق له أن لعب ضد فريقها في مباراة البولو المائية . ولم يكن في وسعه أن يعرف أن (آلمروت وايت) سوف ينضم إلى أساتذة الكلية مدرسا لعلم الجراثيم .

كان فليمنغ طالبا متفوقا في مدرسة القديسة ماري الطبية . وتدل سجلاته

على أنه كان يتقدم زملاءه في الصف في كل وجوه الدراسة الطبية : في الفيسيولوجيا ، وفي علم الأدوية . وفي علم الأمراض . وكان يربح جميع الجوائز التي تُمنح ، لكنه لم يكن دريساً . لم يكن تفوقه ثمرة انصرافه التام إلى دروسه ، فقد كان عضواً في فريق الرماية ، وعضواً في فريق السباحة ، وكان مشتركاً في لعبة البولو المائية ، وكان لديه متسع من الوقت ليمثل الأدوار المسرحية كممثل هاوٍ . وكانت دروسه تنقاد بسهولة له .

بعدما تخرج الدكتور اسكندر فليمينغ من معهد القديسة ماري الطبي عام ١٩٠٦ ، في الخامسة والعشرين من عمره ، انضم إلى (آلمروت رايث) للقيام بالأبحاث الطبية ، وكان رايث أكثر من مدرس لعلم الجراثيم ، فاشتهر بعمله في البلعات ، (الكريات البيض Phagocytes) وهي جزء من الدم .

وكان باستور قد اكتشف الجراثيم وبرهن على أنها تحيط بنا من كل جهة ، ولا يمكن إلا أن تكون معنا في أجسامنا في كل الأوقات . وأدرك العلماء أن الجراثيم يمكن أن تدخل إلى أجسامنا مع الهواء الذي نستنشقه والطعام الذي



(العفن الذي ينتج البنسلين ، كما يري من خلال المجهر)

نتناوله ، ومن خلال الكسور والجروح التي تصيب الجلد ، فلماذا ، إذن لا تدمرنا الجراثيم وتقضي علينا قضاء تاما ؟ وجد إيلي ميتشنيكوف الذي كان يعمل في معهد با-تور في باريس جانبا من الجواب . اكتشف أن الكرية البيضاء في الدم - البلعمة Phagocyte - هي حجيرة حية تبتلع الجرثوم وتهضمه . وكان روبرت كوخ من جهة أخرى قد قرر بناء على الأدلة الحسية أن السائل الدموي ذاته يملك القدرة على قتل الجراثيم . وجاء بحث رايت فحسم هذا الخلاف واكتشف أنه لا يكفي أن تلتقي البلاعم (البلاعم - الخلايا الحية في الدم) مع الجراثيم لكي تلتهمها بل لابد أن تكون الجراثيم مهيأة بوساطة السائل الدموي لكي تتمكن البلاعم من ابتلاعها ، واطلق رايت على هذه الخاصة التي يتمتع بها السائل الدموي (الطاهية Opsonin) .

كان هذا الاكتشاف نقطة بدء لنوع جديد من الطب . فحتى هذه المرحلة كان على الطبيب أن يشخص الداء بالاعتماد على جس المريض والاصغاء إلى قلبه ورئتيه بالدرجة الاولى . أما الآن فقد أصبح بالإمكان استخدام المجهر ، وأصبح بالوسع فحص الدم وفحص قوة الخاصة . الطاهية (الاوبسونين) لدى المريض بفحص عينة من دمه تحت المجهر . وصار من الممكن مقارنة هذه العينة بعينة من دم الاشخاص الأصحاء لمعرفة مدى قدرة البلاعم (الفاكوسيتات) على هضم الجراثيم . اذا لم يستطع الدم هو والبلاعم القيام بالمهمة ، فإنه يمكن عندئذ تلقيح المريض بلقاح لانتاج أجسام مضادة والمساعدة في قتل الجراثيم .

تلك كانت أطروحة رايت . شعر أن مشكلة الأمراض المسببة عن الجراثيم بدت لناظريه وشبكة الحل . فألحق به فليمنغ الذي من أجل بحث هذه المسألة ، وألح رايت على أن يظل علماء الجراثيم على تماس بالطب التطبيقي ، وأن يعملوا مع مرضى المستشفى . وكان هذا العمل شاقا جدا ، في المخبر وفي المستشفى ، طوال الليل والنهار إذا اقتضى الأمر لكنه كان استعدادا للكشف العظيم .

أصبح فليمنغ خلال هذه الفترة صديقاً مقرباً للفنان رونالد غري الذي تمكن فليمنغ من معالجته وشفائه من سل في ركبته . وعن طريق غري ، انتخب فليمنغ عضواً في (جماعة فنون تشيلسي) فاقترح عليه غري أن يرسم لوحة للجبأ الأطفال في معهد القديسة ماري الطبي لكي تُعرض في معرض الرسوم . فرسم الصورة بأسلوب « الفن الحديث » . وحين أثنى النقاد عليها ، أحس غري بأنه قد أثبت وجهة نظره من أن الفن الحديث يجب ألا يؤخذ على سبيل الجد ، وبأن فليمنغ ربما كان رساماً قديراً . ومضى فليمنغ يتسلى برسم صور « للجراثيم » مستخدماً ألوانه من مزارع الجراثيم ذات الألوان الحية .

خلال الحرب العالمية الأولى ، انتقل فريق مخبر رايت الى بولونيا في فرنسا . وهنا تكون لدى فليمنغ رأي قويّ ضد استخدام المطهرات الكيميائية (مضادات التعفن) المطهر هو مادة تملك قوة القضاء على الجراثيم . وثبت لفليمنغ بنتيجة البحث أن المطهرات الكيميائية القوية تقتل فعلاً بعض الجراثيم المغيرة على الجرح ، لكنها تقتل أيضاً قوى المقاومة الطبيعية في الجسم وهي الكريات البيض في الدم ، التي تكافح الجراثيم الضارة . واقتنع فليمنغ بأن « أهم العوامل المضادة للجراثيم في الجسم هي الخلايا ذاتها » ، وبأن على البحث أن يكتشف كيف تقوم القوى الطبيعية بوظيفتها .

وفي ١٣ شباط عام ١٩٢٢ تلقت الجمعية الملكية في لندن رسالة عنوانها حول عنصر هام مطهر من الجراثيم يوجد في الأنسجة والافرازات . وقد تضمنت هذه الرسالة وصفاً لمادة طبيعية اكتشفها فليمنغ وسماها ليسوزيم Lysozyme .

كان فليمنغ يشكو من التهاب في المجاري الأنفية مصحوب برشح في الأنف . فأخذ يتحرى الأمر بزرع الافرازات . وبعد أربعة أيام رأى مستعمرة جرثومية صفراء لامعة كبيرة . فعالج المستعمرة باضافة كمية قليلة من محلول الافراز المخاطي الأنفي وأدهشه أن يرى أن قطرة واحدة من محلول المخاط سببت اختفاء سنتيمتر مكعب من الجراثيم . وواصل البحث فوجد أن الليسوزيم يمكن أن

يوجد في الدموع والبصاق وفي عدد كبير جداً من أنسجة الجسم وأعضائه .
والدم كذلك يحوي هذه المادة العجيبة . فأين أيضاً يمكن أن يوجد الليسوزيم ؟
فحص فليمنغ بيض الدجاج فوجد الليسوزيم في بياض البيضة ، ووجد أن حليب
البقرة وحليب الأم يحويان كميات منه . وكتب فليمنغ : « إن الليسوزيم خميرة
مضادة للجراثيم واسعة الانتشار ، وقد تكون كامنة في جميع الخلايا الحيوانية ،
وتؤلف طريقة هامة للقضاء على الجراثيم . » وهكذا تجهز الطبيعة مخلوقاتها
بمطهراتها الخاصة .

في الصيف البارد الرطب عام ١٩٢٨ وفي المخبر المغربي في مستشفى القديسة
ماري ، كشف اسكندر فليمنغ ، وقد كان في السابعة والأربعين ، الغطاء عن
صحن (بتري) كان قد تعهد فيه مزرعة من الجراثيم العنقودية *Staphylococcus*
- وهي مجموعة من الجراثيم بشكل عنقود العنب تسبب الدمامل والحبوب -
فاكتشف أن المزرعة قد اجتاحتها عفن مائل إلى الزرقة . ويظهر أن بذرة
(Spore) من العفن حملتها الريح عبر النافذة المفتوحة حتى استقرت في الصحن
المكشوف موقتاً . ثم نمت بذرة العفن حتى شكلت مزرعة بكاملها .

وكان هناك شيء ما في هذه المستعمرة لفت نظر الدكتور فليمنغ صاحب
العين الفاحصة . كان العفن في الصحن ، وكانت مزرعة من الجراثيم في الصحن .
لكن كان يوجد حول العفن حلقة خالية من الجراثيم . كان العفن قد أذاب
الجراثيم . اذن فالعفن يملك القدرة على قتل الجراثيم !

وكان العفن القاتل للجراثيم المائل إلى الزرقة يشبه الفرشاة . فأطلق عليه اسم
. Penicillium

طلق فليمنغ يتجرى أمر عفن البنسيليوم بطريقة علمية منظمة . فزرع بعض
البزيرات (السبورات) على مادة غذائية ، وتركها عدة أيام لتنمو . ثم وضع
في الصحن أنواعاً مختلفة من الجراثيم وصلت إلى محاذاة العفن . وحين فحص

النتيجة رأى أن جانباً من الجراثيم قد نما حتى وصل إلى العفن بينما تخلف القسم الآخر .

واستمر البحث . زرع فليمنج عفنه وسط أحد السوائل فاستطاع السائل أن يقتل الجراثيم . وأجريت فحوص أخرى ، فاكتشف أن المادة - التي تدعى الآن بنسلين - التي ينتجها العفن يمكن أن تمنع نمو الجراثيم ؛ وأن تقتل الجراثيم ؛ وأن تذيب الجراثيم ! إن البنسيلين يستطيع قتل الجراثيم التي في الصحن ، فهل يؤدي خلايا الجسد ؟ هل هو سام ؟ أجري المزيد من الفحوص - وفي هذه المرة على الأرانب والفئران البيضاء . فجاءت النتائج بمتازة . قال فليمنج : « هذا المفعول غير السام هو الذي اقنعتني بأنه سيأتي ذلك اليوم الذي تستخدم فيه هذه المادة للعلاج » .

وصل فليمنج إلى غاية ما يمكن الوصول إليه مع العدد القليل من معاونيه في اكتشاف البنسيلين وفحصه . وبذل جهده لاذاعة ما يملكه البنسيلين من طاقات . لكن كان عليه أن يوقف البحث لنفاذ الاعتمادات .

في هذه الأثناء كان الأستاذ ه . و . هوفي والدكتور اي . بي . تشين من أوكسفورد قد أتوا ببحثاً عن الليسوزيم ، وأخذوا يفكران في حقل جديد للبحث . وكان هذا عام ١٩٣٧ . فقرأ تقرير فليمنج عن البنسيلين ، وقررا أن يفحصا كيميائياً هذه المادة . فانتجا منها كمية قليلة وأحرزا نجاحات هائلة في تجربتها على الحيوانات .

وقررا أن الوقت قد حان لتجربتها على البشر . والمريض الأول الذي يجرب عليه أي شيء جديد يكون في العادة مئوساً منه ، لأنه لم يتجاوب مع أي علاج من العلاجات المعروفة . وكانت أول مريض عالجه بالبنسيلين في طريقه إلى الشفاء ، حين انتهت الكمية المتوافرة لديهم من المادة . لكن تشين وهوفي شاهدا من تقدم المريض وتحسنه ما يكفي لاقتناعهما بالمفعول الهائل لهذه المادة الجديدة .

في عام ١٩٤١ ، وقد كانت بريطانيا تخوض الحرب ، وفد هوفي إلى الولايات المتحدة لكي يرغب رجال الصناعة الأمريكيين في إنتاج البنيسيلين . فتم انتاجه ، وأصبح جاهزاً لاستخدامه أثناء الحرب . وأنقذ عدداً لا يحصى من الأرواح . وفي السلم أنقذ عدداً أكبر لاحصر له .

وبعد مضي ١٧ سنة على اكتشاف فليمنغ قيمة البنيسيلين منح جائزة نوبل . ومنح رتبة فارس عام ١٩٤٤ من قبل ملك بريطانيا يعرف الجميل . وواصل البحث في حقل علم الجراثيم حتى توفي عام ١٩٥٥ .

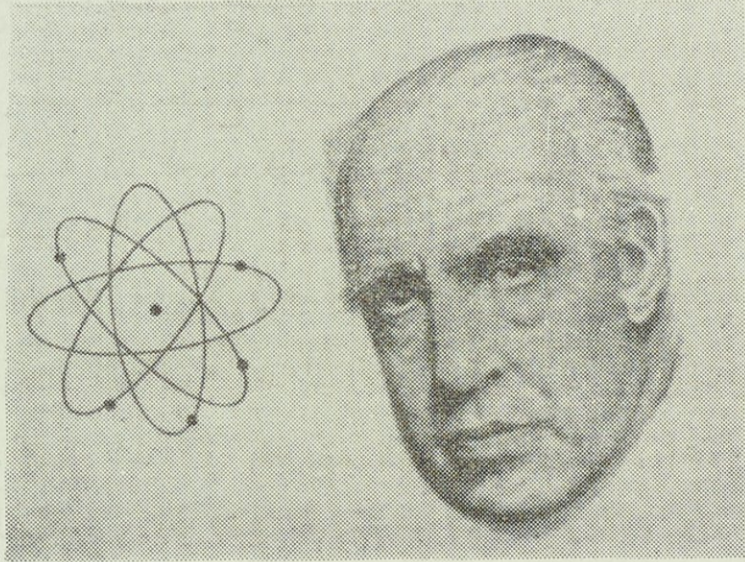
وكان السر اسكندر فليمنغ قد افتتح دنيا كاملة جديدة للبحث . فتمكن الدكتور سلمان آ . واكسمان في جامعة روتجرز من تحضير الستربتوميسين . وأصبح الايريوميسين والتيراميسين من الكلمات المألوفة كمضادات أخرى للجراثيم (مرديات Antibiotics) ، وكل واحدة من هذه تتحكم في زمرة خاصة من الجراثيم .

وهكذا يقود الاكتشاف الواحد إلى اكتشاف آخر . قال السر اسكندر فليمنغ :

« ان مجد العمل الجيد في أنه يمهّد الطريق الى أشياء أحسن ، وبذلك يؤدي الى أفول نجمه . ان هدف البحث هو تقدم المعرفة . »

نيلز بور

NIELS BOHR



نهض الرجل الكهل من مقعده ورفع قبعته عن رأسه قليلاً وانحنى الى أمام
وكانت السيدة التي انحنى لها زوجة عالم فيزيائي امريكي قالت له ان زوجها يدرس
في معهد الفيزياء النظرية في جامعة كوبنهاكن . وقع هذا المشهد في حافلة الترام
لكن الإحناءة لم تكن إكراماً للسيدة ولا إكراماً لزوجها ، بل إكراماً
لعالم الدائمك العظيم . ويقال ان الشعب الدنمركي يفخر أشد الفخر بصناعة
السفن ومنتجات الألبان وهانس كريستيان أندرسن ونيلز بور .

ولد نيلز بور في السابع من تشرين الاول عام ١٨٨٥ لأمه ايلين أولر
وأبيه كريستان بور أستاذ الفيسيولوجيا في جامعة كوبنهاكن . ورأى نور النهار

في بيت جدته لأمه ، الذي يدعى قصر الملك جورج ، والذي لا يزال يعتبر أجمل مسكن خاص في كوبنهاغن . درس نيلز - وقد كان طالباً لامعاً - في جامعة كوبنهاغن ، ونال الثانية والعشرين من عمره الوسام الذهبي ، الذي تقدمه الجمعية العلمية الدنمركية ، على دراساته المبتكرة حول التوتر السطحي . وكان هو وأخوه هارولد ، الذي أصبح فيما بعد عالماً رياضياً بارزاً ، مشهورين في كل البلاد الاسكندنافية كلاعبين مقتدرين في لعبة كرة القدم ، وكانا عضوين في فريق منتخب الدنمرك .

نال بور شهادة الدكتوراه عام (١٩١١) وتوجه الى مخبر كافنديش في كامبرج بانكلترا ليدرس على أي الألكترون ج.ج. طومسون العظيم . واشتغل مع السير ارنست رودرفورد وأصبح عالمان صديقين مدى الحياة - سمى بور ابنه ارنست Ernest . وكان يعنى بألا يلفظ الاسم او يكتبه على الطريقة الدنمركية Ernstr بل يكتبه كما كان يكتبه رودرفورد Ernest .

وفي عام ١٩١٣ نشر نيلز بور نظريته الأساسية عن بنية الذرة ، وقد طرأ توسيع وتعديل على هذه النظرية بعد ذلك ، لكن النموذج الأصلي الذي الذي وضعه بور عن بنية الذرة أدى الى فهم أعظم للكيمياء والكهرباء ، كما أدى في النهاية الى تطوير الطاقة الذرية .

ينظر الناس الى الذرة على أنها أصغر جزء من المادة يمكن تمييزه كمادة مستقلة متميزة . مثلاً يمكن ان يكون هناك ذرات من النحاس او النيون أو اليورانيوم أو أي عنصر . وهذه المواد يمكن من الوجة النظرية شطرها الى قطع أصغر فأصغر . لكن مهما بلغ حجم القطع من الصغر - حتى اذا كانت بحجم الذرة المفردة - تظل تعرف بانها نحاس او نيون او يورانيوم أو أي عنصر آخر مهما كان . لكن ما إن نشطر الذرة حتى تصبح لا العنصر ذاته بل شيئاً آخر .

والذرة ذاتها مكونة من جزئين رئيسيين : جزء مركزي يدعى النواة ، ودقائق صغيرة مفصولة عن النواة تدعى الإلكترونات . وحسب مفهوم بور عن الذرة ، تقع النواة في مركز الذرة ، وتدور الإلكترونات حول النواة في مداراة دائرية . وهذا المخطط يشبه بالنظام الشمسي الذي تدور فيه الكواكب حول الشمس بوصفها المركز أو النواة .

والذرة صغيرة الى حد لا يصدق . فلو انك وضعت خمسمائة مليون ذرة من الحجم المتوسط بعضها الى جانب بعض فوق هذه الصفحة لما تجاوزت سطرأ في الطول . والقسم الأعظم من الذرة - على صغرها - مكان فارغ . وقطر نواة الذرة لا يبلغ تقريباً إلا جزءاً واحداً من مائة الف جزء من قطر الذرة ذاتها . وتدور الإلكترونات حول النواة بسرعة عظيمة جداً حتى تجعل الفراغ يبدو وكأنه مشغول كله .

والإلكترونات ، التي هي اصغر جداً جداً من النواة ، لا تطير كيفما اتفق ، بل تلتزم مدارات ثابتة ، وفي كل دورة تنحرف المدارات قليلاً ، لذلك لا يبقى الإلكترون في حلقة بل يؤلف « حلزوناً » .

وأبسط الذرات ذرة الهيدروجين ، الذي هو أخف العناصر وزناً . وتتألف نواة الهيدروجين من بروتون واحد . وللبروتون شحنة كهربائية تعادل وتعاكس شحنة الإلكترون . لكن البروتون يزن حوالي ألفي ضعف وزن الإلكترون . وفي الحالة العادية يوجد الكترون واحد يدور حول نواة الهيدروجين . ويبي ذرة الهيدروجين في البساطة ذرة الهيليوم - الغاز الخفيف المشهور بأنه غير قابل للانفجار . وتتألف نواة الهيليوم من نيو ترونين وبروتونين . ولهذا العنصر الكترونان يدوران في مدار واحد . أما الأورانيوم ، هذا العنصر الذي يهز الارض هزاً ، فله ٩٢ الكترون تجري حول النواة . وكلها موزعة على ٧ مدارات حلزونية . وفي كل العناصر تتألف النواة من أعداد مختلفة من البروتونات وتدور حولها الإلكترونات على هيئة « حلزونات » .

من المعلوم جيداً أن الانفراغ الكهربائي داخل الغاز يجعله يسطع ، وأنت

تري ، حين تسيل الكهرباء خلال غاز النيون ، نوراً أحمر برتقالياً جميلاً .
ولكل عنصر ما يشبه بصمة الايهام ، او بالأحرى « بصمة نور » خاصة به ،
ويستطيع العلماء التعرف على تكوين أي مادة بأن يمللوا فقط نوع النور الذي
يصدر حين انتاج قوس كهربائية في تلك المادة .

استخدم « بور » نموذجه الذري ونظرية بلانك عن الكوانتوم ليفسر هذه
الظاهرة وليتنبأ بلون وبنوع النور الذي يمكن ان ينتج عن المواد المختلفة .
واخترع فكرة مضمونها أن الألكترونات تجري حول النواة في مدارات أو
مسارات ثابتة ، لكن حين تمر الكهرباء خلال الذرة تقفز الألكترونات الى المسار
التالي الأكبر ، ثم تعود الى مسارها المألوف وحين تقفز الالكترونات من مسار
الى مسار ينتج الضوء ، واستطاع بور التنبؤ بأطوال موجة الضوء من تكوين
الذرة ، ومن القفز من مدار الكترون الى مدار الكترون آخر .

ان ذرة بور كالكثير من الافكار العلمية المستحدثة لم تنل التقدير التام الا من
عدد قليل من الناس . وكان لا بد من مضي ١٩ اعوام أي حتى ١٩٢٢ قبل ان
تلتفت اليها لجنة جائزة « نوبل » . ورغم هذا التأخير كان نيلز بور أصغر من نال
جائزة نوبل في الفيزياء حتى ذلك الحين . ولكن الاعتراف بفضل بور لم ينتظر
جائزة نوبل فعين رئيساً لمعهد كوبنهاغن للفيزياء النظرية .

لم يلبث الطلبة والعلماء من كل انحاء العالم ان جاءوا الى الدنرك الصغيرة
للدراية والعمل فيها . جذبهم اليها نبوغ « بور » الذي قال عنه أينشتاين :
« لا يعرف احد كيف تكون حالة معارفنا عن الذرة لولا بور . اما من جهتي
فان بور واحد من احب زملاء الذين لقيتهم . انه يتلفظ بأرائه كمن يتسكع
على الدوام . وليس كمن يعتقد انه يمتلك الحقيقة الجازمة »

وفي كانون الثاني عام ١٩٣٩ كانت ليز مايتنر ، اليهودية النمساوية اللاجئة من
الارهاب النازي ، تعمل هي وابن اخيها في المعهد مع نيلز بور . فطالعوا مقالة
تصف مكشفات بعض العلماء الالمان ، وحزروا من المقالة ان بالامكان تحطيم ذرة

اليورانيوم الى اجزاء متساوية تقريباً ، وان النواة عندما تنشط ، وهذه هي النتيجة العسكرية الهامة ، يصحب انشطارها تحرر مفاجيء لكميات هائلة من الطاقة فوفد بور الى الولايات المتحدة واجتمع باينشتاين وبعلماء آخرين . وبجث القضية ايضاً مع أنريكو فرمي الذي كان يعمل في جامعة كولومبيا . ولم تنقض سوى فترة قصيرة حتى عززت مخابر العالم نبوءة « مايتنر - فريتش » العلمية - واما ما تبقى من القصة فهو تاريخ القنبلة الذرية .

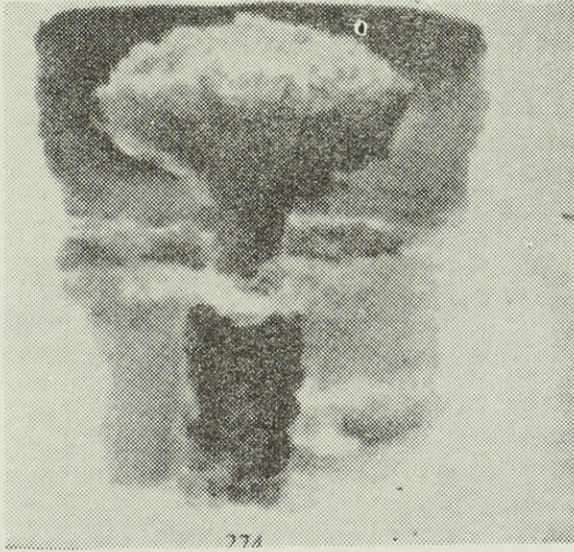
وعاد بور الى الدنمرك وواصل العمل في المعهد . وفي نيسان عام ١٩٤٠ هاجمت المانيا بلاده واجتاحتها في بضع ساعات . وظل الالمان اربع سنين تقريباً يسمحون للدنمركيين بادارة شؤون بلادهم بانفسهم أملا في ان يجتذبوا الشعب الدنمركي الى جانبهم لكن دون جدوى . فأخذت الاضرابات واعمال التخريب تروع الغزاة الالمان الذين سجنوا الملك في ايلول ١٩٤٤ وجردوا الجيش من سلاحه . وعندما حاول الالمان افناء الآلاف الستة من اليهود الدنمركيين وجدوا ان خمسة آلاف منهم قد ابجروا سرأ على قوارب صغيرة الى السويد - وهو عمل بطولي من جانب الدنمرك .

كان نيلز بور ابناً لأم يهودية فهرب هو وزوجته من وجه النازيين الى السويد على ظهر قارب صيد صغير يدعى « نجمة البحر » ويقال ان النازيين فتشوا منزله ولم يكتروا بوسام جائزة نوبل الذهبي فأذابوه في قنينة من الحامض وجرت المطالبة به واعدادة صنعه بعد انتهاء الحرب .

ومن السويد سافر بور وزوجته الى الولايات المتحدة ، فالى مشروع القنبلة الذرية في لوس آلاموس حيث اجتمعوا بابنها ليج الفيزيائي . وعندما انتهت الحرب عاد بور الى كوبنهاغن الى معنده المحبوب . ان اولاعه منصبه على العلم والسلم وما ان ظهر نجاح القنبلة الذرية ودرجة فتكها وتدميرها حتى أخذ يطالب بان تشرف هيئة دولية عليها . ولكن دون جدوى . وقد حضر ، بوصفه رئيساً

للجنة الطاقة الذرية الدفكرية ، مؤتمر « الذرة في سبيل السلام » الذي انعقد في جنيف عام ١٩٥٥ وانتخب رئيساً للمؤتمر . وفي تشرين الاول عام ١٩٥٧ تلقى من مؤسسة فورد منحة « الذرة في سبيل السلام » التي تبلغ قيمتها « ٧٥٠٠٠ » دولار . وبلغ ما ناله بور من المنح والجوائز اكثر مما ناله اي واحد من العلماء الاحياء ، وربما اكثر مما ناله اي عالم في التاريخ .

كان بور ذا مزاج فكه ، علق مرة على مناقشة حول نظرية في فيزياء الدقائق فقال : « كلنا متفقون على ان هذه النظرية سخيفة ، لكن الذي يجعلنا ننقسم ونختلف هو هل هذه النظرية على درجة كافية من السخف لكي يتفق ان تكون صحيحة . أما شعوري أنا فهو انها ليست من السخف بدرجة كافية » .



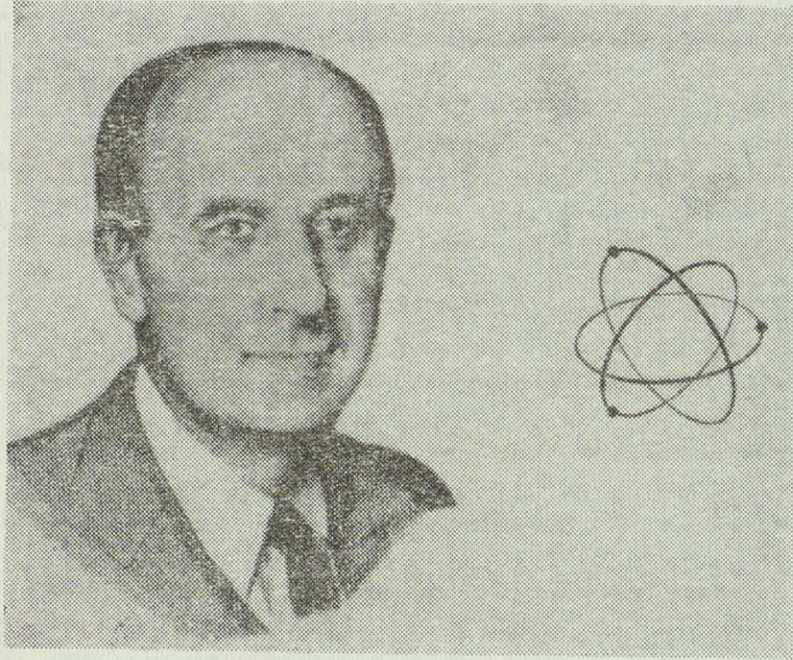
يظهر بور بهيئته ، جد كبير الجسم ، ذي حاجبين ابيضين كثيفين . يتكلم بطلاقة وبسرعة . وهو الى جانب كونه عالماً ، يهوى الرياضة ، فيتزلج ويقود زورقاً ويركب دراجة ويبيدي حيوية جسمية هائلة . ربح في الرابعة والخمسين من عمره سباقاً للتزلج جرى في أوصلو بالنرويج .

وهو يعتقد ، إذ يدنو من الثمانين ، انه اصبح مسناً الى درجة أنه لم يعد قادراً على القيام باعمال علمية مبتكرة . لكنه ينصرف الى التدريس والعمل في سبيل السلم .

ونحن ايضاً . نخلع قبعاتنا ، كما فعل الرجل الكهل المهذب في حافلة الترام وننحني احتراماً لنياز بور العالم العملاق الذي اسهم في تبديل وجه العالم بنموذجه عن الذرة الصغيرة .

آنريكو فيرمي

ENRICO FERMI



« وصل الملاح الايطالي الى شواطئ العالم الجديد ووجد اهل البلاد لطاف
المعشر . انه عالم اصغر بما كان يعتقد »

ليس لهذه الرسالة علاقة بوصول كولومبوس الى امريكا عام ١٤٩٢ لكنها
جانب من محادثة هاتفية جرت بين آرثور ه . كومتون ، رئيس مشروع تحطيم
الذرة في جامعة شيكاغو ، وجيمس . ب كونان ، مدير لجنة بحوث الدفاع الوطني
لجأ كومتون الى هذه الوسيلة ليخبر كونان باتمام اول تفاعل ذري متسلسل .
نقلت الرسالة عام ١٩٤٢ . وكانت عبارة «العالم اصغر» تشير الى كمية اليورانيوم

اللازمة . وعبارة « أهل البلاد لطاف المعشر » تشير الى امكانية التحكم في التفاعل
أما « الملاح الايطالي » فهو العالم أنريكو فرمي .

وقد انطوت عبارة « العالم الجديد » على نبوءة ، لأن العالم قد يبدل تبديلاً
لاينكر بنتيجة ذلك التفاعل الذري المتسلسل الاول الذي حدث في باحة
« السكواش^(١) » الكائنة تحت ملعب « ستاد » جامعة شيكاغو . وقد كان ذلك
المفاعل الذري المتسلسل التجريبي الاول مفتاحاً الى القنبلة الذرية ، والى استخدام
الطاقة في الاغراض السلمية .

ولد انريكو فرمي في ٢٩ ايلول ١٩٠١ في روما بايطاليا . كان ابوه بشيء
قليل من التحصيل المدرسي الرسمي ، قد شق طريقه حتى اصبح مديراً لقسم في
مصلحة السكك الحديدية . اما امه فكانت معلمة في المدرسة الابتدائية . وكانت
صحتها لا تحتمل العناية بثلاثة اطفال . لا يفصل بين اصغرهم واكبرهم سوى ثلاثة
اعوام . فأرسل أنريكو ، اصغر الاطفال ، ليعيش في الريف بعيداً عن الاسرة مدة
ثلاث سنوات . ولما اتيح له ان يتعوف على اخيه الذي يكبره بسنة واحدة ،
اصبح واياه رفيقين متلازمين . وكانا يقضيان وقتاً غير قليل في صنع نماذج
للمحركات الكهربائية ونماذج للطائرات ولكن الاخ ، لسوء الحظ ، توفي قبل ان
يتجاوز أنريكو الرابعة عشرة . ولم تشف امه بعد ذلك من أثر هذه الصدمة
لكن من حسن حظ أنريكو ، وهو الطفل الحُجول الميال الى العزلة ان حزنه
وعزله قد خفت وطأتها نوعاً ما بتأثير أنريكو برسيكو الذي كان زميلاً لأخيه
في الصف . فوجد الصبيان الاثنان « أنريكو فرمي وأنريكو برسيكو » أشياء
كثيرة يعملان بها معا . وجدا اللعب بالدراسة العلمية . فكانا يرسمان مخطط
الحقل المغناطيسي المحلي الارضي ويشرحان احدهما للآخر نظرية الجيروسكوب

السكواش - لعبة تجري في باحة محصورة باربعة جدران . ويستعمل فيها مضرب وكرة صغيرة
من المطاط .

وفي ١٩١٨ ذهب فرمي الى الكلية في بيزا . وهنا الف رسالة قصيرة حول الاوتار المهتزة نال عليها منحة لمواصلة الدراسة . وفي ١٩٢٢ نال درجة الدكتوراه في الفيزياء على العمل التجريبي الذي قام به على الاشعة السينية ، واكمل فرمي دراساته في جامعة جوتنجن بالمانيا على ماكس بورن العالم الشهير ، وقد امكنه القيام بهذه الدراسات بفضل المنحة التي قدمتها له وزارة التربية الابطالية ، وفي ١٩٢٦ اصبح انريكو فرمي ، ولما يتجاوز الخامسة والعشرين ، استاذاً اصيلاً في جامعة روما .

إذا تحركت دقيقة مشحونة خلال الهواء أحدثت شرارات يمكن تسجيلها على صورة فوتوغرافية . لكن إذا تحرك النيوترون لم نر أثراً لمساره . والعلماء لا يعلمون بأن الالكترتون طليق إلا إذا اصطدم بنواة الذرة . لأن هذا الاصطدام يغير مسار النواة . وذلك كما لو أن كرتين اصطدمتا في الهواء ، إحدى الكرتين (النيوترون) غير مرئية ، والأخرى (النواة) مرئية . إن تبديل الكرة المرئية لمسارها يدلنا على وجود الكرة غير المرئية .

وقرر أنريكو فرمي أن النيوترونات تستطيع أن تقتحم نواة الذرة . أما الالكترونات فلا تستطيع اقتحام النواة لأنها خفيفة جداً ، ولا تسير بالسرعة الكافية التي تعوض عن خفة وزنها . أما البروتون ، رغم ثقله ، فإن النواة سوف تنبذه ، لأن لكل منهما شحنة موجبة . ونجد من جهة أخرى أن حجم النيوترون كحجم البروتون ، لكنه لما كان من دون شحنة فإنه لن ينبذ . عمل فرمي على أساس هذا التحليل . وفي ١٩٣٤ قذف اليورانيوم بواسطة النيوترونات . فأمسكت نواة ذرة اليورانيوم بالنيوترون ! وبناء على ذلك تبديلت نواة الذرة : لم يعد اليورانيوم يورانيوم ، بل أصبح عنصراً جديداً - نبتونيوم . كان لليورانيوم ٩٢ بروتون في النواة ، أما النبتونيوم فله ٩٣ بروتون . وقد ظهر البروتون الاضافي إلى الوجود عندما أطلقت النواة الكترونا بعدما أسرت النيوترون .

كان علماء الذرة ، في العالم أجمع ، يعملون ليكتشفوا المزيد مما يجري حين تقذف الذرات . وحدثت المفاجأة عام ١٩٣٩ . فقد سار العلماء الآخرون في ركب فرمي وذفوا اليورانيوم بالنيوترونات ، ونجحوا في فلق الذرة . فاختفى بعض المادة عند فلقها ، ونتج بدلاً منه كميات هائلة من الطاقة . وبذلك تحولت المادة إلى طاقة كما تنبأ أينشتاين تماماً .

أدرك كل من ليز مايتنر وأوتوفريش ، عندما كانا يعملان مع نياز بور في الدنرك ، المغزى العسكري لهذا الانفلاق الذري . وزار نياز بور أينشتاين في الولايات المتحدة ، وشيئاً فشيئاً أدرك العلماء الأمريكيون وجماعة كبيرة من العلماء الأجانب العاملين في الولايات المتحدة المغزى العسكري للمسألة . وقام أينشتاين بإبلاغ مايشغل بالهم إلى حكومة الولايات المتحدة . وتحقق أنريكو فرمي ، الذي كان يعمل في جامعة كولومبيا ، من الانفلاق الفعلي للذرة . وعلى أثر ذلك أنشئ (مشروع مانهاتان) وهو الاسم الذي أطلقته وزارة الحربية على مشروع القنبلة الذرية .

كانت مهمة فرمي في مشروع مانهاتان معرفة امكانية الحصول على تفاعل متسلسل . والفاعل المتسلسل شبيه بما يجري عندما تحترق ورقة . اذا أشعلت طرف الورقة انتقلت النار إلى الطرف الآخر ، لأن الحرارة في هذا الجزء تشعل البقعة التالية ، وهكذا ، حتى تشعل الورقة كلها .

التقى فرمي بزوجه المقبله حينما كانت طالبة في قسم العلوم في الجامعة . قام صديق لهما بتعريف كل منهما على الآخر . وسرعان ما أخذ أنريكو يغازل لورا كلبون ثم تزوجها عام ١٩٢٨ .

وفي هذه الأثناء كان أنريكو قد نشر حوالي ٣٠ رسالة قصيرة حول الجزيئات والالكترونات والاشعاع وسلوك الغازات ، وانتخب عضواً في الأكاديمية الملكية . وقد جاءه مع هذا التكريم بذلة عجيبة مؤلفة من سروالين مخططين

بالفضة ومن سترة وصدريّة مزركشتين ، ومن قبعة عليها ريش ، وسيف ، ولقب
(صاحب السمو) ، وبشيء مهم - دخل سنوي كبير . وقام فرمي وزوجته
ببعض الأسفار الى الدنيا الجديدة . ففي ١٩٣٠ حاضر في جامعة ميشيغان ،
وفي ١٩٣٤ ألقى سلسلة من المحاضرات في البرازيل والأرجنتين .

وفي كانون الأول ١٩٣٨ حصل أنريكو فرمي وزوجته وولداهما الاثنان
وممرضتهما على اذن لزيارة السويد لكي يتسلم جائزة نوبل في الفيزياء . ولم ترجع
الأسرة الى ايطاليا ، بل ذهبت الى مدينة نيويورك حيث كان أنريكو قد اتفق
على أن يتسلم منصباً في جامعة كولومبيا . وكانت جائزة نوبل التي تسلمها ،
من بين فوائدها الأخرى كلها ، بمثابة جواز سفر الى الحرية . وقد منحت له
لأنه تعرف على عناصر إشعاعية جديدة واكتشف التفاعلات النووية التي تجري
بوساطة النيوترونات البطيئة .

أتى نيلز بور في نموذجهِ عن الذرة ، على ذكر البروتونات في النواة
والالكترونات حولها ؟ فأجرى جيمس تشادويك سلسلة من التجارب ، وفي عام
١٩٣٢ بين أن هناك دقيقة أخرى أيضاً ، النيوترون ، تقيم في داخل نواة
الذرة . والنيوترون دقيقة ثقيلة بالقياس إلى الدقائق الذرية . فوزنه يساوي وزن
البروتون ، و٢٠٠٠ مرة وزن الالكترون . والنيوترون على عكس كل من
الالكترون الذي يملك شحنة سالبة والبروتون الذي يملك شحنة موجبة ، لا يملك
أية شحنة إطلاقاً . والدقائق المشحونة يمكن التحكم فيها بسهولة بواسطة الحقول
الكهربائية أو القضبان المغناطيسية . أما النيوترون فإنه لا يمسك ولا يضبط بهذه الطريقة .

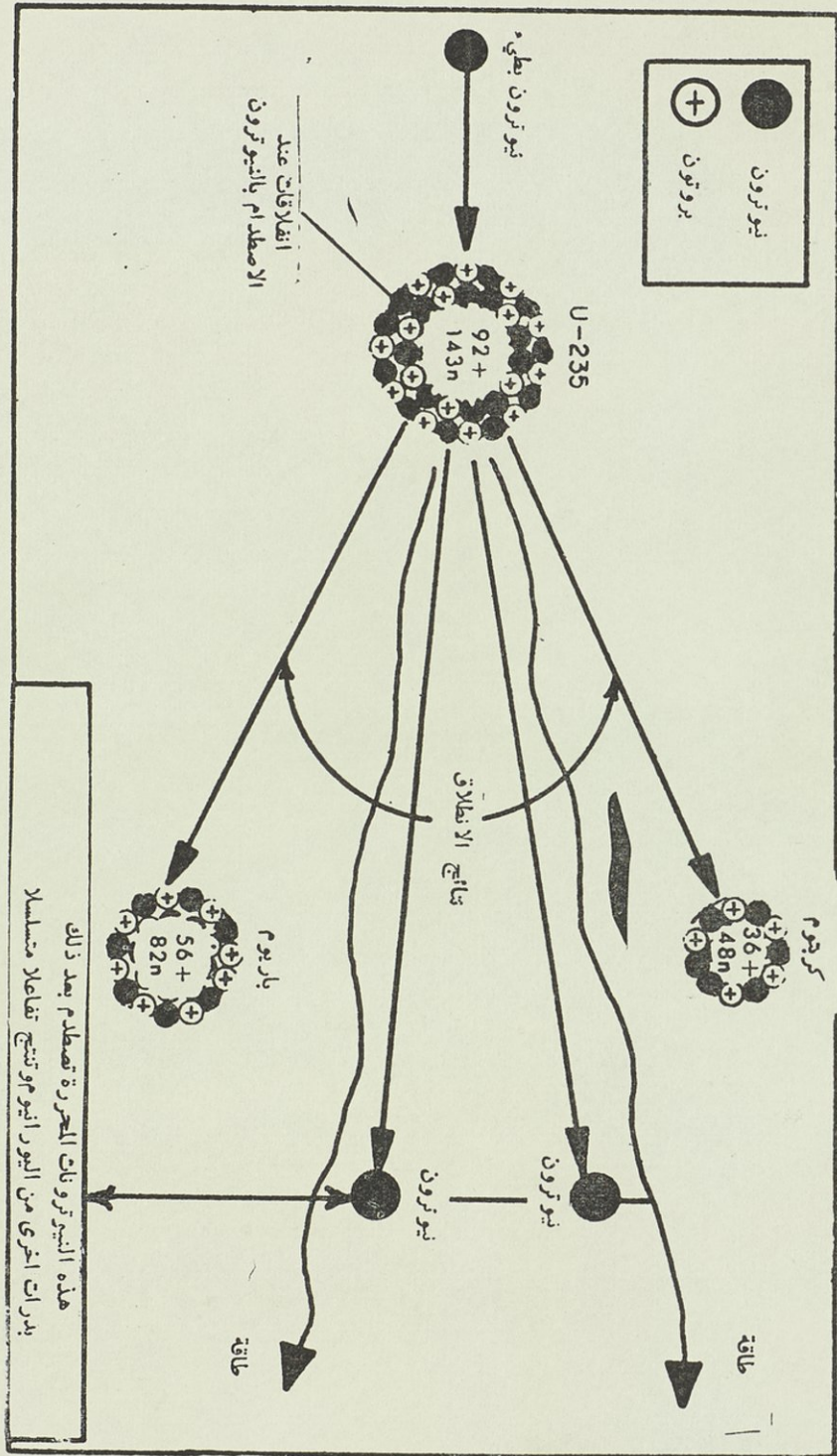
إن التفاعل المتسلسل الذي يفلق الذرة يجري كما يلي : أولاً ، مصدر من
النيوترونات يفلق ذرة يورانيوم ، فتتحرر طاقة ، لكن في هذه الحالة ليس هذا
هو الذي يجعل السلسلة تستمر . الشيء المهم أن ذرة اليورانيوم حين تنفلق تطلق
نيوترونات أخرى . هذه النيوترونات بدورها تفلق ذرات أخرى ، وهذه تعطي

نيوترونات أخرى ، وهذه تفتلق ذرات أخرى ، وهكذا ، حتى تنفلق جميع ذرات اليورانيوم . وعندما تنفلق ذرات اليورانيوم تحرر كميات هائلة من الطاقة تجعل الانفجار مريعاً جداً .

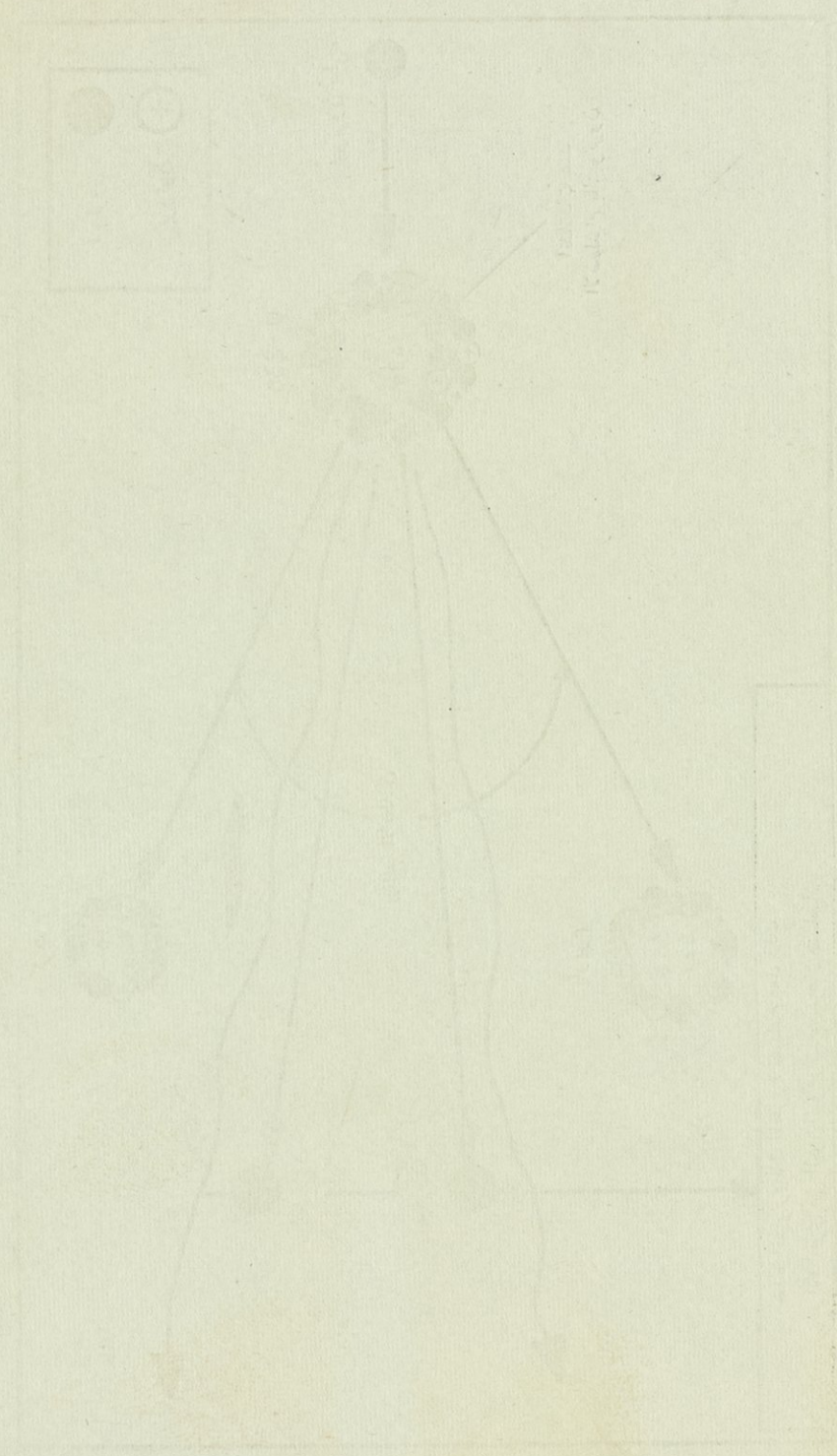
وكانت المشكلة هي إيجاد كيفية إحداث تفاعل متسلسل إن كان بالإمكان إحداثه إطلاقاً . فقال فرمي : لو أننا مزجنا اليورانيوم بالغرافيت (« رصاص القلم ») فإن الغرافيت سوف يخفض سرعة النيوترونات فلا تنطلق عبر ذرات اليورانيوم ، بل يتاح لها أن تصطدم بها . وكان معلوماً أن النيوترون الذي يتحرك ببطء يكون لديه حظ أكبر لاصابة الهدف . لأنه حين يقترب من النواة سوف يجذب إليها بنوع من الجاذبية أما النيوترون الذي يتحرك بسرعة كبيرة فلا يصيب النواة في أغلب الأحيان ، بل هو في العادة يطير عبر الذرات من دون أن يصطدم بالنواة كما يحدث حين تضرب كرة الكولف بقوة فإنها تتدحرج فوق الحفرة بدل أن تسقط فيها .

نجح فرمي بالتعاون مع كثير من العاملين الآخرين في ميدان العلم ، في بناء بيل ذريّ مؤلف من الغرافيت وقطع من اليورانيوم وأوكسيد اليورانيوم . استخدم فيه حوالي ٦ أطنان من المعدن ، وأقحم في البيل شرائط من معدن آخر ، الكادميوم . إن الكادميوم يمتص النيوترونات ، وبذلك يحول دون حدوث تفاعل متسلسل سريع جداً . وأول ماشغل البيل في ٢ كانون الأول ١٩٤٢ . وفي تلك المناسبة أخبر آرتور كومتون جيمس كونان بأن « الملاح الابيطالي وصل » - وأصبح العصر الذري حقيقة .

مُنح أنريكو فرمي ٢٥ ألف دولار جائزة من لجنة الطاقة الذرية في الولايات المتحدة في تشرين الثاني ١٩٥٤ اعترافاً بخدماته في سبيل صنع القنبلة الذرية . وبعد ١٢ يوماً توفي بالسرطان ، الداء الذي قد يأتي يوم يستأصله فيه العلماء مستخدمين المنتجات الذرية التي كان عمل أنريكو فرمي رائداً لها .



(كيف تتحرر الطاقة من الذرة)



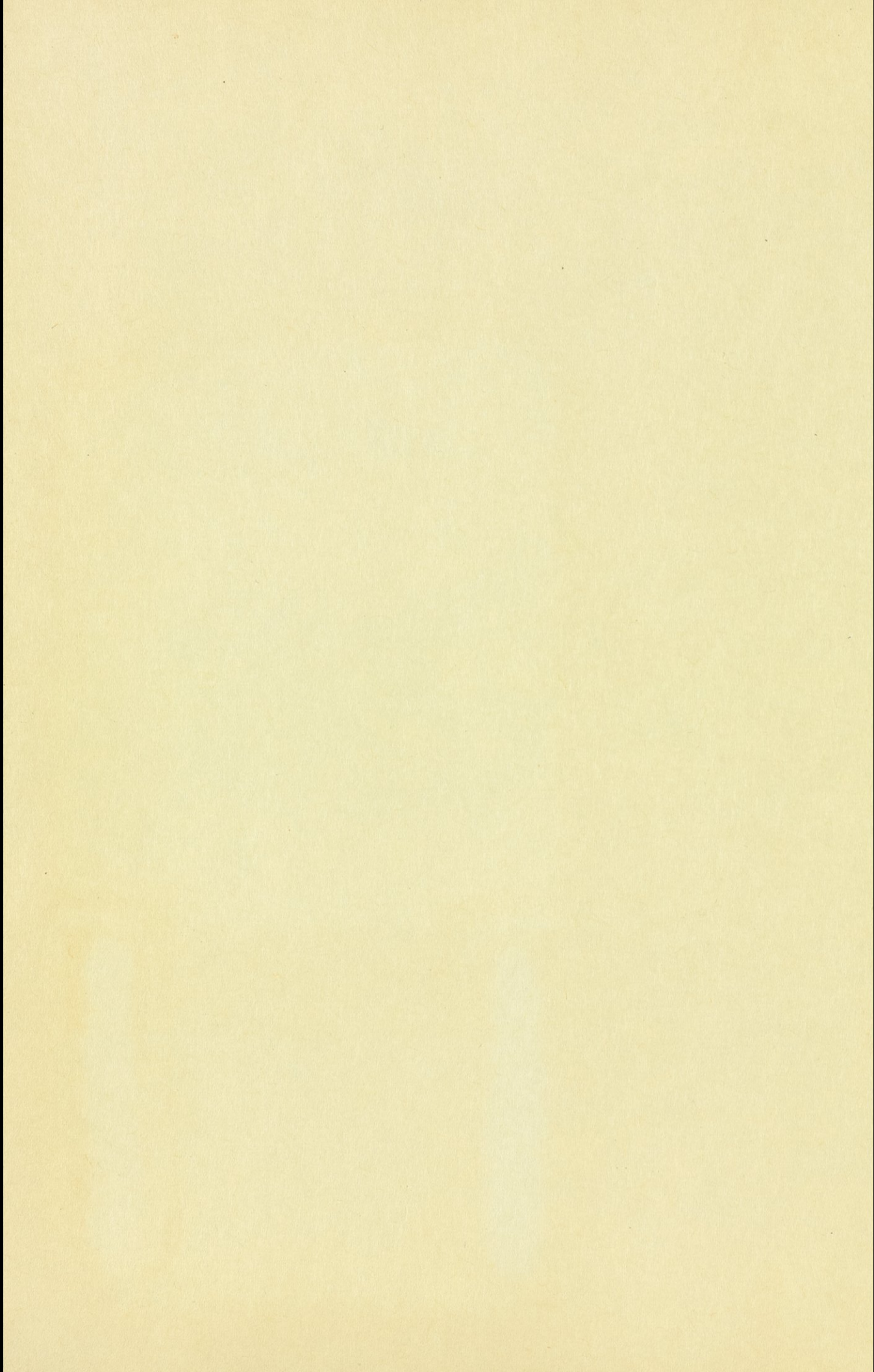
Handwritten text, possibly a name or title, located near the top of the drawing.

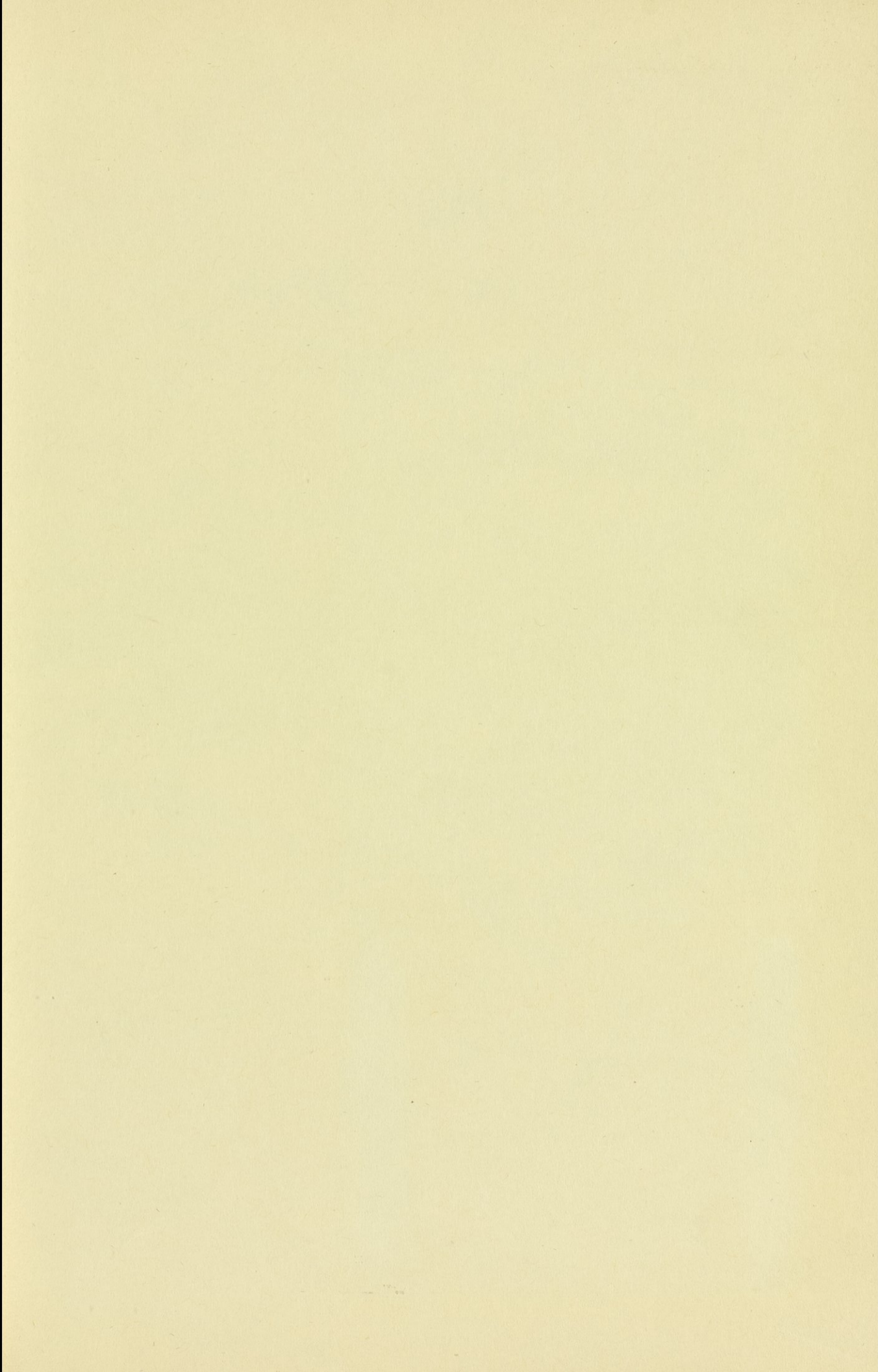
Handwritten text, possibly a name or title, located on the right side of the drawing.

112. 112. 112.

دار دمشق
للطباعة والنشر والتوزيع
اديب تنبجي
دمشق - شارع بورسعيد هاتف ١١٦٦٥

السعر: (٢٨٠) ق.س.ل





COLUMBIA UNIVERSITY



0026813467

956.9

Sy24

2

APR 27 1964

OCT 1 1964

