تهشيم الذرة

وضع مواد مشعة من مواد غير مشعة

منذ اربع سنوات ذهب عالم اميركي ناشيء الى بروكسل لحضور مؤتمر علمي فيها. كان ذلك العالم ارنست اورلندو لورنس E. O. Lawrence وكان العالم الاميركي الوحيد الذي دعي الى حضور ذلك المؤتمر والباحث الاول على دعوته انهُ استنبط جهازاً عجيباً يدعى « السيكلترون » Cyclotron يمكنهُ من اطلاق الدقائق المادية الصغيرة بزخم قوي فيهشم بها نوى الذرّات، وهو عمل كان حتى ذلك الوقت محصوراً تقريباً في القذائف التي تطلق انطلاقاً ذاتياً من العناصر المشعة

وكان في بروكسل امير علماء الطبيعة المجرّبين في بريطانيا اللورد ارنست رذرفورد صاحب المباحث العظيمة في قوام الذرّة. واستاذ الطبيعة التجريبية في جامعة كمبردج ومدير معمل كافندش فيها. وكان في صحبة رذرفورد احد نوابغ الشبان الذين تلقوا العلم عليهِ وبرعوا براعة عظيمة في المباحث الحديثة الخاصة بالذرّة. وكان اسمهُ جون دوجلاس كوكروفت وكان حينئذٍ معنيًّا بتهشيم ذرات الليثيوم باطلاق البروتونات عليها، بزخم كبير مستمدّ من طاقة كهربائية عالية الضغط

كان كوكروفت قد قرأ عن جهاز لورنس، فأدرك ما ينطوي عليهِ من فائدة عظيمة وتوفير كبير في ما يتفق على المباحث الطبيعية الذرّية، وسعى الى اقناع استاذه ورئيسه رذرفورد بشراء جهاز مثلهُ لاستعماله في معمل كافندش. فأخفق في ما سعى اليهِ. فلما اجتمع كوكروفت ولورنس في بروكسل اتفقا على تجديد السعي قبل العلّامة رذرفورد لأنهما يوفّقان الى اقناعه، فكان رأيهُ ان الاجهزة العلمية التي تستعمل في كمبردج يجب ان تكون مما استنبطهُ رجالها. فالتفت اليهِ لورنس الشاب وقال: ولكنك يا سيدي تستعمل كلّ يوم المقياس الطيفي Spectrometer ولكنهُ لم يخترع في كمبردج

ومن نحو سنتين اذيع من جامعة كمبردج انها قرّرت ان تصنع جهازاً لتهشيم الذرّة من طراز جهاز لورنس. وكان من المنتظر ان يتم صنع هذا الجهاز في اواخر هذا الشهر، والراجح ان هذا العدد من المقتطف لا يصدر وتتداولهُ ايدي قرّائهِ حتى يكون الباحثون هناك قد شرعوا في تجاربهم الاولى بهِ

ولكن اللورد رذرفورد لن يراه بعد تمامهِ. لانهُ توفي من أسابيع على اثر عملية في البطن، وهو في السادسة والستين من عمره، فقال في وفاتهِ استاذه شيخ الطبيعيين الانكليز

السر جوزف طمسن : « لقد بلغت ما آثره من الغطة الطبية مبلغاً يجعل وصفها في بضع كلمات عملاً متعذراً . ان وقائعه من أكبر الحسائر التي مني بها العلم الانكليزي »

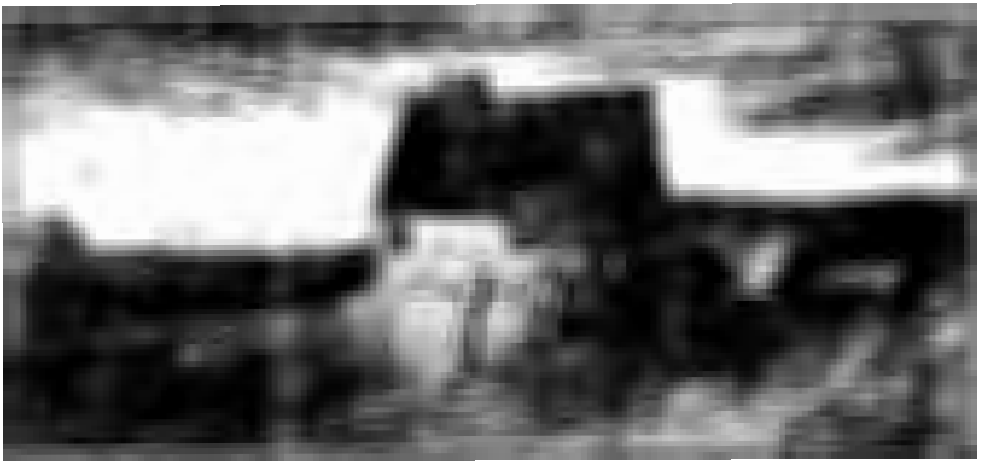
كان رذرفورد من أقطاب الطبيعة الذرية المتقدمين اما رنست لورنس فمن أنجب المحدثين وفي أواخر شهر اكتوبر دعي لورنس الى مدينة روتشستر بنيويورك ليحضر اجتماع الاكادمية القومية للعلوم وليُنال منها جائزة كومستوك . وهي أعلى ما تمنحهُ من جوائز للمشتغلين بالعلم ، ولا تمنح الاَّ مرة كل خمس سنوات . بل ليذهب بعضهم ان جائزة كومستوك اكبر شرف يمنح على باحث علمي في أميركا . وقد منح لورنس هذه الجائزة لا لانهُ استنبط جهاز (السيكلوترون) بل لانهُ في مقدمة علماء أميركا في بحث الاشعاع الصناعي ، اي تحويل العناصر غير المشعة الى عناصر مشعة

يبلغ قطر اكبر الذرات جزءاً من مائة مليون جزء من البوصة . وأما معظم الذرات التي يتناولها علماء الطبيعة في مباحثهم فأصغر من ذلك كثيراً . والذرة هي اللفظ الذي اصطلح عليه للتعبير عن كلمة « atom » الانجليزية التي عربها العرب باسم الجوهر الفرد والتي يريدنا مجمع اللغة العربية الملكي ان نستعمل لها الذرورة ، تأسياً على ما يظهر ان الذرة ذائعة في المدارس وجميع كتب التدريس المصرية وفي الصحف كذلك ، وان في علم الطبيعة ظاهرات توصف بكلمة « sub-atomic » اي تحت الذرة وان خير كلمة لها باللغة العربية هي كلمة « ذرورية »

وكلمة « أتوم » الانجليزية وضعها أولاً الفيلسوف اليوناني ديموقريطس وهي تعني الشيء الذي لا يتجزأ . وقد ظلَّت الذرات (الاتومات) أشياء لا تتجزأ منذ تصوَّرها ديموقريطس الى أواخر القرن التاسع عشر ، عند ما اثبت العلامة طمسن ان الذرات تمكن تجزئتها وان من اجزائها الالكترونات (الكهارب او بالحري الكهربات وفقاً لاستعمال مجمع اللغة العربية الملكي)

والرأي الآن ان الذرات قوامها مجموعات من دقائق الكهربائية السالبة (الالكترونات) والكهربائية الموجبة (البروتونات) ودقائق متعادلة الكهربائية تعرف باسم (النترونات) اي الدقائق الحايدة . والذرة الوحيدة في الطبيعة التي لا تحتوي على نترون في تركيبها هي ذرَّة الايدروجين لأن قوامها كهرب واحد وبروتون واحد . والجانب الاعظم من كتلة الذرَّة في توانها . فالنسبة بين كهرب ذرة الايدروجين وتوانها (وهي بروتون واحد كما قلنا) كنسبة واحد الى ١٨٣٥ . والتواة موجبة الشحنة الكهربائية . فاذا كانت الذرَّة مستقرة التركيب كانت الشحنة الموجبة على التواة معادلة وسطة لمجمل الشحنات السالبة التي على الكهارب . وأخف الذرَّات هي ذرَّة الايدروجين وقوامها كما بينا . أما اثقلها فذرة الاورانيوم وقوامها اثنان وتسعون بروتوناً وماثة وستة وازبعون نتروناً (ومنها جميعاً تتألف التواة) وحول التواة اثنان وتسعون كهرباً

وماذا يعني « بتهشيم الذرَّة » ؟ انهُ يعني تهشيم نواة الذرَّة . والعلماء يبغون تهشيمها ليعلموا ما في داخلها ، على نحو ما يشرِّح الاطباء الجسم البشري ليعلموا ما في داخله



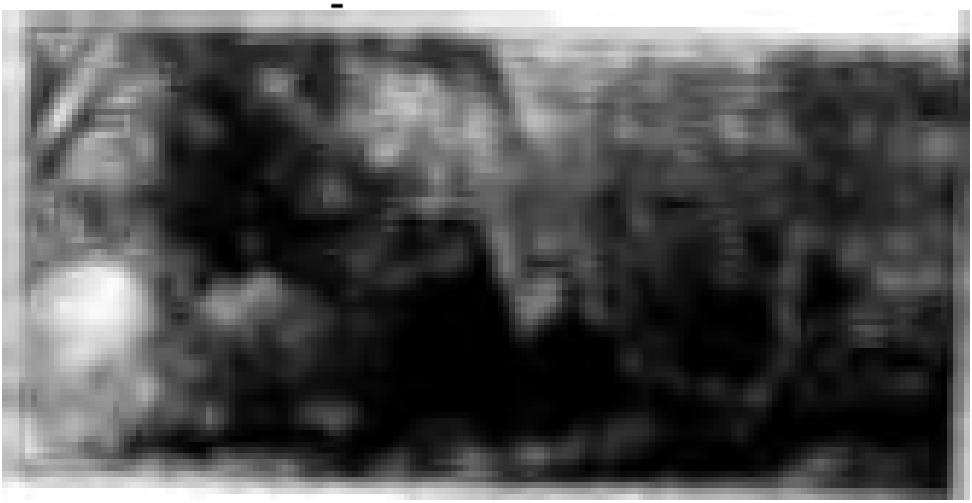
مزرعة
(حفر في الخشب)

ريح الشرق
(حفر في الخشب)

فن الحفر فى الخشب والنحاس

خمس قطع مختارة من آثار
الفنان الامريكى توماس
تايـن Thomas W. Nason

الثلج للبكر
(سفر في النحاس)



طريق الحقل
(سفر في النحاس)

قرية صناعية
(حلزون الثلب)

وتهشيم الذرة يقتضي أولاً — قذيفة تطلق على النواة صالحة لتهشيمها . وثانياً — وسيلة صالحة لاطلاق تلك القذيفة بزخم كافٍ لتهشيم . وثالثاً — هدفاً يحتوي على الذرّات التي يُبغى تهشيمها كفوج رقيق من البلاتين او سلك من التنغستن أو حفنة من الفصفور ، فيوضع في مسار القذيفة حتى تصطدم به . ورابعاً — اسلوباً يمكّن الباحث من معرفة ما حدث نتيجة لهذا التصادم

والبروتونات من أشهر القذائف المستعملة في هذا البحث استعملها رذرفورد أولاً . وطريقة الحصول عليها ، تجريد ذرّات الايدروجين من كهاربها بتأييتها (ionizing) بوساطة تيّار كهربائي . ثم تمرّ في جهاز خاص يقذف هذه البروتونات الى الهدف . ولما كانت هذه القذائف عديدة جدًّا فلا بدّ ان يتفق لاحداها ان تصطدم بذرّة من الذرّات التي في الهدف فتهشمها ، وقد تتحد هي بجزء منها او بأكثر من جزء فينشأ من هذا الاتحاد مادة جديدة . او قد تلتصق بالنواة من دون ان تهشمها فينشأ من ذلك جسم اكبر وزناً من الذرّة الاصلية ، ويكون هذا الجسم الجديد غير مستقرّ التركيب فلا يلبث حتى تنطلق منهُ دقائق ذرية واشعة « غما » وهذه الحالة الاخيرة هي ما يعرف بالاشعاع الصناعي . لان الاشعاع في الراديوم وغيره من العناصر المشعة ليس الاّ انطلاق دقائق واشعة من ذرّات العنصر

وخير وسيلة لبحث نتائج التهشيم هي « الغرفة الغائمة » التي استنبطها العلاّمة الانكليزي ولسن C. T. R. Wilson فمنح جائزة نوبل الطبيعية جزاء لهُ على استنباطها . فتوضع الغرفة الغائمة وراء الهدف الذي تسدّد اليه القذائف فتدخلها بعض شظايا الذرات المهشمة . والغرفة تحتوي على بخار مائي ، يتفلّص في مسار الشظايا الطائرة ، فتتكون قطيرات من الماء تعلق بهباء الهواء فتظهر كأنها خطوط من الثيم او الضباب الدقيق ، ويمكن تصويرها بالمصورة الضوئية . فاذا درست كثافة هذه الخطوط وبلغ أعتامها وانحرافها في حقل مغنطيسي استطاع الباحث ان يستخرج حقائق كثيرة عن كتلة الشظايا الطائرة وسرعتها وشحنتها الكهربائية

كانت القذائف التي استعملت في العهد الاول من المباحث الطبيعية الحديثة — وهو العهد الذي استهلهُ رذرفورد بمقريته العلمية النادرة في سنة ١٩١٩ — قذائف تستمد طاقتها وزخمها من الطبيعة ، اي الدقائق المنطلقة بسرعة عظيمة من المواد المشعة كالراديوم والبولونيوم والثوريوم وغيرها . الاّ ان علماء الطبيعة مفتونون على ما يظهر كالطلاب المكرين بالفائدة العظيمة التي تجنى من استعمال الاجهزة الميكانيكية . ولذلك عمدوا الى استنباط الوسائل والاجهزة التي تمكنهم من تناول دقائق مادية عديدة واطلاقها بزخم قوي مستمد من جهاز ميكانيكي كهربائي . ومن هنا استنباط ارنست لورنس الاميركي لجهاز « السيكلوترون » . وقد عمل لورنس حساباً لما يستطيعهُ جهازه في هذا السبيل ، فاذا به يقول انهُ اذا استعمل طاقة كهربائية ضغطها خمسة ملايين ونصف مليون فولط ، استطاع ان يطلق به قذائف كالقذائف التي تنطلق من

وطلين من الراديوم ، اي انهُ لو جمع كل الراديوم الموجود متفرقاً في انحاء العالم الآن ، لما انطلق من هذه القذائف كمية كالكمية التي يطلقها جهاز لورنس هذا ، لانهُ اقل من وطلين

وقد استنبط قبل جهاز لورنس أجهزة مختلفة لتهشيم الذرة ولكنها تتصف جميعاً بانها اجهزة كبيرة الحجم عالية الارتفاع لكي تتمكن من خزن مقادير كبيرة من الطاقة الكهربائية واطلاقها . وقد كانت الاجهزة الاولى التي صنعت في انكلترا واميركا تعتمد على سلسلة من المكثفات والمحولات ، ثم استنبط نوع آخر تخزن فيه الكهربائية «استاتيكية» في كل منها في قطبين كهربائيين كبيرين كل منهما في شكل بلون ضخم ، حتى اذا بلغ الضغط الكهربائي درجة عالية معينة انطلقت شرارة ضخمة بين القطبين . ولكن ظهر بعد اجراء التجارب بهذا النوع من الاجهزة انهُ من المتعذر صنع انابيب تصلح لمرور الشرارة فيها بين القطبين . وقد صنع جهاز من هذا القبيل في معهد ماسشوستس التكنولوجي قبل اربع سنوات ، تنطلق فيه الشرارة عند بلوغ الضغط الكهربائي سبعة ملايين فولط ، ولكنهُ لم يستعمل لانهُ تعذر حتى الآن صنع انبوب صالح لذلك

الا ان ارنست لورنس تغلب على هذه المصاعب في جهازه المعروف باسم « سيكلوترون» اي الجهاز الرحوي . ذلك انهُ يبدأ العمل بقدر من الطاقة الكهربائية واطيء الضغط بالقياس الى الطاقة التي لا بدَّ منها في الاجهزة التي تقدم وصفها . ولكنهُ يجعل هذه الطاقة تعمل في الدقائق التي يريد اطلاقها ، فعلاً متوالياً اي ان الدقائق عند ما تتعرَّض لفعل هذه الطاقة اولاً تكتسب من ضغطها زخماً لنقل ان قدرهُ (س) ثم تدور في الجهاز وتعود بسرعتها (س) فتعرض ثانية للضغط الكهربائي نفسه فتزيد السرعة الى (٢ س) مثلاً ، وهكذا ثالثة ورابعة ، حتى تبلغ بسرعتها المبلغ الذي تستمده مباشرة من ضغط قدره خمسة ملايين او ستة ملايين فولط . وقد تمكن في احدث مثال صنعهُ من هذا الجهاز ، ان يطلق الدوتيرونات (وهي نوى ذرات الايدروجين الثقيل) بقوة سبعة ملايين وثمانمائة الف فولط مع ان الطاقة الكهربائية الاصلية التي تعرَّضت لها هذه الدوتيرونات لم تبلغ الا خمسين الف فولط

خطرت لهُ القاعدة التي يقوم عليها هذا الجهاز في سنة ١٩٢٩ عندما طالع رسالة لباحث ايطالي غير مشهور وصف فيها ما يحدث للايونات في حقل مغنطيسي . فعمد في السنة التالية الى صنع السيكلوترون الاول بالاشتراك مع زميلاه ادلفسن ولفنستون وسلون فحقق الغرض الذي صنع له من حيث المبدإ ولكن المغنطيس كان صغيراً . فلما صنع الدكتور لارد فولر رئيس قسم الهندسة الكهربائية في جامعة كاليفورنيا بهذا الجهاز البارع ، ورغبة لورنس في الحصول على مغنطيس كهربائي كبير ، استدعاهُ وسألهُ رأيهُ في مغنطيس كهربائي وزنهُ خمسة وثمانون طناً . فتشدَّره لورنس لانهُ لم يكن يتوقع ولا في الحلم عرضاً من هذا القبيل . واتفق ان الدكتور فولر كان

وكيلاً لاحدى شركات التلغراف الاميركية وكانت هذه الشركة قد صنعت اربعة مغطيسات كهربائية وزن كل منها ٨٥ طنًّا بقصد استعمالها في الاذاعة اللاسلكية الدولية في اثناء الحرب

وكانت النية ان يرسل احدها الى الصين ولكن الصلح عقد قبل ارساله . وظلَّ مطروحاً لايستعمل . ولتحاول تفتر الدكتور فوتر والباحث لورنس الى سيارة وراحا يجوبان الارض نهاراً الى « بالو التو » حيث كان هذا المغطيس فاعدا المعدّات لنقله الى حرم جامعة كاليفورنيا بركلي

ومن حسن الطالع ان الاستاذ غلبرت لوس الكيمياوي الطبيعي الاميركي ، كان حينئذٍ مشغولاً باستحضار الماء الثقيل بعيد اكتشافه في جامعة كولومبيا على يدي الاستاذ هارولد يوري . وكان لوس سخيًّا في سبيل العلم فسمح للورنس بأن يأخذ جانباً مما يحضره من الماء الثقيل الثمين ، فاستخرج لورنس من هذا الماء ذرات الايدروجين الثقيل ، ثم جرّدها من كهاربها بتيار كهربائي فكان لهُ « دوتيرونات » — وهي نوى ذرات الايدروجين الثقيل وكتلتها ضعفا كتلة البروتون — أطلقها في جهازه فتسنى لهُ كذلك قذائف اعظم زخماً وأسهل تناولاً في تشييم الذرة . وهو اول من استعملها لهذا الغرض . ومن ثمَّ عكف لورنس على التجربة والبحث . ونتائج تجاربه مدونة في عشرات بل مئات من الدفاتر . لقد وجَّه قذائفهُ الى معظم العناصر المعروفة . فما في دفاتره عجب وصف كل تجربة جربها ، القذيفة التي استعملها وزخمها ، وظهور الاشعاع الصناعي في العنصر الذي استعمله هدفاً ، ومدى بقاء هذه الظاهرة ، وما قوام الدقائق المنطلقة من العنصر الذي تحول بسحر قذائفه عنصراً مشعًّا مع انهُ لم يكن قبل اطلاقها عليه كذلك

وقد تمكن لورنس في مباحثه هذه من تحويل العناصر ، بل انهُ استطاع ان يصنع بضع ذرات من الذهب فعلاً ، محققاً بذلك الحلم القديم ، ولكنهُ لم يصنع الذهب من مواد رخيصة لان ذلك متعذر ، بل صنعهُ من البلاتين وهو أغلى من الذهب وأندر . وعلى كل حال فان ذرات الذهب التي صنعها لا يعدل ثمنها جزءاً يسيراً من ثمن الطاقة التي أنفقها على صنعها ، مع ان جهاز السيكلوترون لا ينفق من الطاقة الكهربائية كل ساعة الاَّ ما قيمتهُ ثلاثون قرشاً فقط . الاَّ ان لورنس يقول كما قال رذرفورد ان الحقائق التي توصلنا اليها من هذا البحث أثمن من الذهب

وما هو أبعث على الدهشة ، ان لورنس وصحبهُ في جامعة كاليفورنيا تمكنوا من صنع قليل من راديوم E من عنصر غير مشع ، وراديوم E ليس عنصراً مشعًّا اشعاعاً وقتيًّا بل هو عنصر مشع اشعاعاً طويل المدى اي انهُ عنصر الراديوم الحقيقي . وقد كان من نتيجة هذه المباحث الباهرة ، ان عمدت الجامعات والمعاهد العلمية الى استعمال جهاز لورنس . فثمة الآن احد عشر جهازاً منها في اميركا واحد عشر جهازاً في أوربا وجهاز واحد في كندا وهي اما في دور الاستعمال واما في دور البناء . وجميع الباحثين الذين يتولون البحث بها تلمذوا اساليبها على ارنست لورنس ، العالم الذي لم يتخطَّ بعد السنة السادسة والثلاثين من عمره

ولا بدَّ في استعمال هذا الجهاز من تدبير وسائل الوقاية لتحميله من الاشعاعات القوية المنطلقة منهُ اذ قد ثبت ان الجرذان التي تعرَّضها لها اصيب فاذا طال تعرُّضها لها قضي عليها . ولذلك بنى لورنس حاجزاً حول الجهاز حوضاً ارتفاعهُ ست أقدام وعرضهُ ثلاث أقدام وملأهُ ماءً ووضع لوحة السيطرة على الجهاز على بعد ٦ اقدام منهُ وحفر على كل مشتغل ان يتخطى الحوض صوب الجهاز عندما تكون الاشعاعات صادرة منهُ

الا أن الذي يبت قد يكون مفيداً في العلاج ، وقديماً قال شاعرنا العربي « وداوني بالتي كانت هي الداء » . وهذه الاشعة المنطلقة من السيكلوترون المؤلفة من نوترونات ثقيلة سريعة ، أو الاشعة المنطلقة من مواد اضحت مشعة بفعل هذا الجهاز ، لا يبعد ان تفيد في معالجة بعض الادواء اذا احسن استعمالها . بل أن الفوائد الطبية والبيولوجية التي يمكن جنيها من اشعاعات « السيكلوترون » قد أستهوت الناس بما كتب عنها ، ولذلك اضيف إلى البحث الطبيعي فيها البحث البيولوجي . فأفردت حجرة خاصة تحتوي الآن على اقفاص من الجرذان البيض وقد وسمت بوسم حمر أو خضر أو صفر على فروها ، بعد ان زرعت فيها نوام سرطانية ثم عرضت لاشعة النترونات فثبت أن هذه الاشعة تفوق الاشعة السينية خمسة اضعاف في فتكها بالخلايا السرطانية ، وانها تؤثر في الخلايا السرطانية اكثر مما تؤثر في الخلايا السليمة

ثم لما تمكن لورنس من صنع صوديوم مشع ، بطريقته المتقدمة ، بدا لبعض الباحثين ان في الامكان صنع ملح الطعام من صوديوم مشع وكلور ، وعندئذٍ يمكن ان يسمَّى الملح سمًّا ، أو يحلُّ في الماء ويحقن ، فتنطلق منهُ الاشعاعات وهو دائر في الجسم . وقد جرِّبت هذه الطريقة ببعض المرضى في مستشفى جامعة كاليفورنيا ، فلم تسفر عن نتيجة يصحُّ السكوت عليها ، ولكن لورنس لا يميل الى اهمال هذا اللون من البحث الا بعد استقصاء دقيق . وللورنس شقيق استاذ للطب في جامعة هارفرد وهو الآن يساعده في الناحية الطبية من البحث

ومن ابواب البحث التي فتحها هذا الاستنباط امكان تتبع الدورة التي يسير فيها الحديد والكلسيوم في الجسم من ساعة يؤخذان اكلاً او حقناً الى ان يتركا في الانسان وذلك باستعمال حديد وكلسيوم اضحيا مشعين بطريقة لورنس

وأحدث الانباء من كاليفورنيا ان لورنس سيبني الآن بضع « سيكلوترون » ضخم يبلغ وزن مغنطيسه الكهربائي ٢٢٠ طنًّا فيستطيع ان يقذف به الدوتيرونات بزخم ١٢ مليوناً الى ٢٠ مليوناً من الفولطات ، ودقائق الفا بزخم ٢٤ مليوناً الى ٤٠ مليوناً من الفولطات

ولورنس من اصل نرويجي ولكنهُ وُلد ونشأ في اميركا وقد تلقى العلم في جامعة داكوتا الجنوبية ثم في جامعتي مينسوتا وشيكاغو بعد تخرجه من الاولى ثم عين مساعد استاذ في جامعة ييل وفي سنة ١٩٢٨ دعي الى جامعة كاليفورنيا ولا يزال فيها