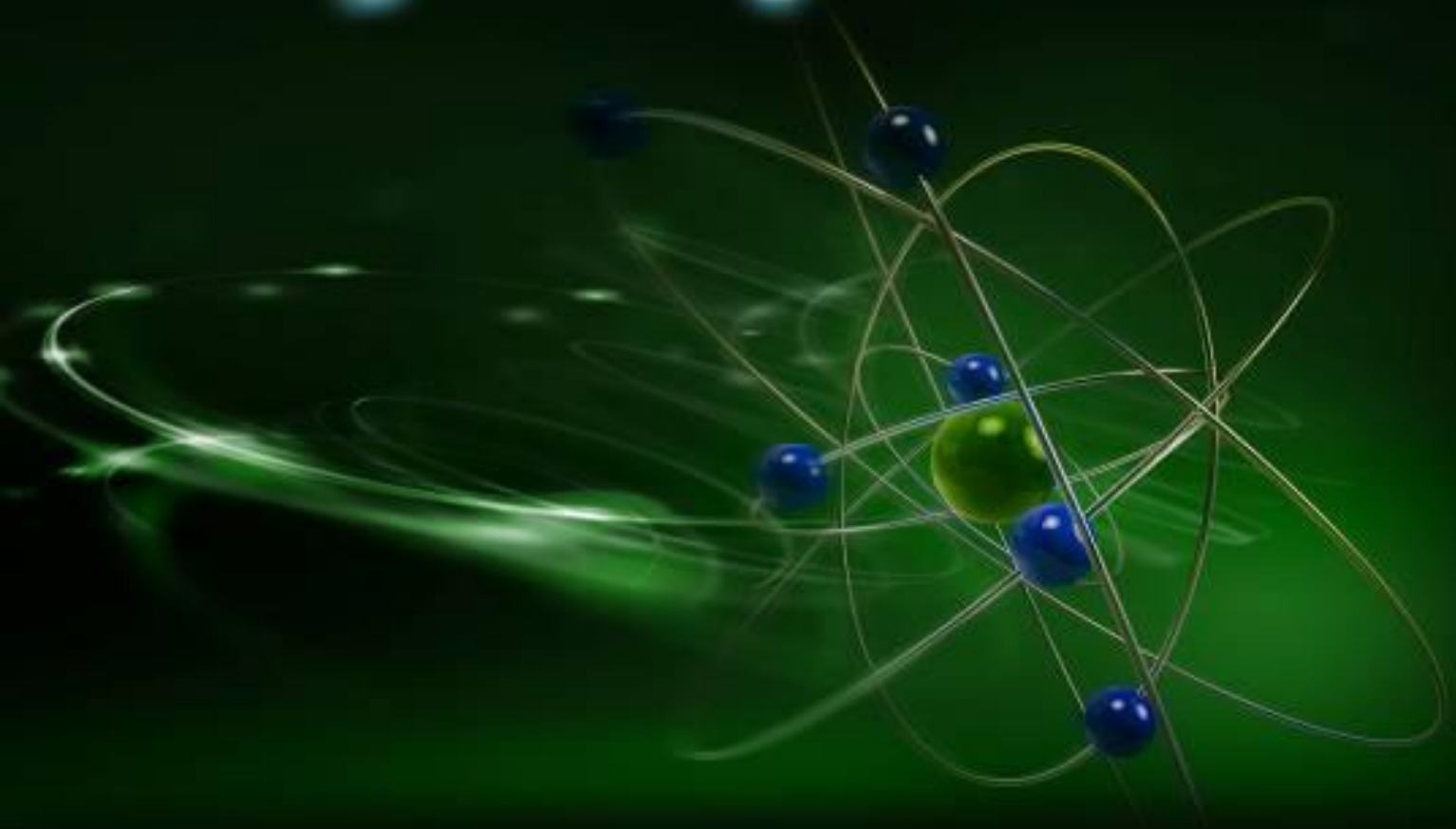
منورة
للنشر
الإلكتروني

عالم الذرة



إعداد

عبد الحفيظ العمري

علوم

نوع العمل: علمى

أسم العمل: عالم الذرة

أسم المؤلف: المهندس/ عبد الحفيظ العمرى

الناشر: حروف منثورة للنشر الإليكترونى

تفضلوا بزيارة موقعنا حروف منثورة للنشر الإليكترونى من خلال الضغط على الرابط التالى:

/http://ebook-heruf.blogspot.com

كما يمكنكم مراسلاتنا باعمالكم على الإيميل التالى:

Herufmansoura٢٠١١@gmail.com

عالَم الذرة

المهندس / عبدالحفيظ العمري

الفهرس

١. مقدمة

٢. طرف الخيط
٣. وجاء رذرفورد
٤. أوجه الذرة
٥. هيولى الإلكترون
٦. مارد القمم العجيب
٧. الاندماج النووي Nuclear fusion
٨. الانشطار النووي Nuclear fission
٩. تقنية المسـرعات
١٠. عالـم جديـد
١١. القوى الأربعة

١٢. الأجسام المضادة
١٣. من هو هيجز؟
١٤. المراجع

مقدمة

ظهر مصطلح الذرة (atom) على يد الفيلسوف (ديموقريطيس) في القرن الخامس قبل الميلاد دون دليل تجريبي على ذلك سوى فكرة بديهية فلسفية ،فكل شيء في الكون يتكون من أشياء صغيرة وهذه تتكون من أصغر وهكذا بالتتابع ،فأفترض (ديموقريطيس) أن المادة تتكون من وحدات أولية غير قابلة للانقسام أعطاها اسم ذره ،وظل هذا المصطلح يسبح في الذاكرة البشرية لقرون حتى جاء العالم الإنجليزي (دالتون) في القرن الثامن عشر الميلادي ليضيف إلى ذلك أن هذه الذرات تتجاذب متحدة لتصنع المركبات وقدم هذا العالم قانونه الشهير في تفاعل الغازات.

رجوع للفهرس

طرف الخيط

مع اكتشاف الكهرباء ظهرت تقنية أشعة المهبط (cathode-ray) وهي التي تظهر أثناء تمرير الكهرباء في أنبوب مفرغ من الهواء (فكرة التلفزيون فيما بعد) فوجد الفيزيائيون انحرافاً لهذه الأشعة بتأثير أي مجال مغناطيسي يسلط عليها بل وقد تصنع ظلالاً إذا أعترضها أي جسم ،فبدأ الاعتقاد أن هذه الأشعة تتكون من جسيمات تملك شحنة كهربائية سالبة وبدأ البحث عن كنهها ،فأثبت العالم (تومسون) في عام ١٨٧٩م أن هذه الجسيمات هي الالكترونات (electrons) وقاس كتلتها وقدرها ١٠.٩.١ $^{-٢٧}$ جم. ثم باكتشاف النشاط الإشعاعي للعناصر الثقيلة في عام ١٨٩٦م على يد العالم (هنري بيكريل) تم تصنيفها فيما بعد في ثلاث إشعاعات هي أشعة ألفا (α) وأشعة بينا (β) ً وأشعة جاما (γ) كان هذا الاكتشاف المدخل لمعرفة بينة الذرة الداخلية بعد ذلك.

رجوع للفهرس

وجاء رذرفورد

استفاد الفيزيائي (أرنست رذرفورد) من الإشعاعات في تجربته الشهيرة لمعرفة تركيب الذرة ، فقام بتوجيه حزمة من أشعة ألفا على صفيحة معدنية رقيقة فوجد أن القسم الأعظم منها أخترق الصفيحة بينما عانى جزء منها انحرافاً في المسار ،فاستنتج أن حجم الذرة فراغ أما مادة الذرة النواه فتحوي جسم يجعل الأشعة تنحرف ولم يكن هذا الجسم سوى البروتون (proton) ذي الشحنة الموجبة وكتلة ١.٦٧٢ * ١٠ $^{-٢٤}$ جم، ليأتي بعد ذلك العالم (شادويك) ويضيف إلى قلب النواة جسيماً آخراً أطلق عليه اسم نيترون (neuron) ذو شحنة متعادلة (لا شحنة له) له كتلة مقاربة للبروتون.. فكان نموذج رذرفورد للذرة عبارة عن نواة متمركز فيها بروتونات ونيترونات تمثل ٩٩.٩% من كتلة الذر ،ويدور حولها للإلكترونات مشابه لحد كبير المجموعة الشمسية ؛إذا أن النواة تشابه الشمس وباقي الكواكب تمل لها الإلكترونات، وهذه الذرة من الصغر بمكانه إذ تقاس بوجود الانجستروم (angstrom) وهي تساوي واحد على عشرة مليون من المليمتر ؛فقطر ذرة الهيدروجين (أصغر ذرة في

الوجود) يبلغ ٥% أنجستروم بحيث لو رصيت ٦٠٠ ألف مليار مليار ذرة إلى جوار بعض لكون لك واحد جرام فقط.

رجوع للفهرس

أوجه الذرة

يكـون عـدد البروتونـات الموجبـة مسـاوٍ لعـدد الإلكترونـات السـالبة ليعطي التوازن الكهربائي للذرة وهذا العدد يمثل شخصية الذرة ؛بمعنى أن الاختلاف بين الذرات في العناصر المتعددة يعود لعدد هذه البروتونات فبزيادة العدد أو نقصانه يكون عنصراً آخر ،فمثلاً بروتونات الهيدروجين واحد والهيليوم أثان وهكذا حتى اليورانيوم بروتوناته أثنان وتسعون وهذا ما عرف بالعدد الذري للعنصر (Atomic number).

وحاصل جمع عدد النيترونات مع عدد البروتونات يعطي العد الكتلي (Mass Number) للعنصر ؛فمثلاً العدد الكتلي لذرة الهيدروجين الطبيعي تساوي أثنين (أي واحد بروتون وواحد النيترون) فظهر لهذا السبب نظائر العنصر الواحد أي أوجه مختلفة لنفس العنصر كلها لها نفس العدد الذري لكنها تختلف في العدد الكتلي تبعاً لزيادة أو نقصان عدد النيترونات في النواه تسمى النظائر (isotopes) ؛فعنصر الهيدروجين له نظيران هما: الديوتريوم Deuterium عدده الكتلي أثنان والتيرتيوم

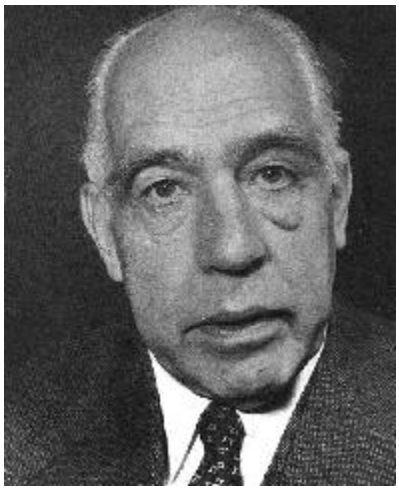
Tritium عدده الكتلي ثلاثة (واحد بروتون واثنان نيترون) ويرمز لها H_1^2 حيث الرقم العلوي يمثل العدد الكتلي والسفلي العدد الذري وهكذا تعددت النظائر في الحياة.

وهذه النظائر تم تصنيفها إلى قسمين الأولى مشعة (غير منفردة) والأخر مستقرة ؛فالنظير المشع تكون نواته غير مستقرة وتصدر الإشعاعات السابقة لتتحول إلى عنصر آخر مستقر (وتظهر هذه الحالة في العناصر التي يزيد عددها الذري عن ٨٥) والوقت اللازم لهذه العناصر لتستقر وتتحول إلى عناصر غير مشعة يسمى عمر نصف النظير قد يصل إلى ملايين سنوات كما في نظائر اليورانيوم أو إلى عدة ثوان كما في نظائر الرصاص.)

ويوجد في الكون ٢٨٠ نظير مستقر و ٤٦ نظير مشع أما العناصر المستقرة هي العناصر العادية.

رجوع للفهرس

هيولي الإلكترون



تطورت النظريات بعد ذلك ولكنها تنصب في شرح سلوك هذه الجسيمات الثلاث داخل الذرة وعلاقتها مع بعضها البعض وهذه النظريات انطلقت من نموذج رذرفورد السابق الذكر في محاولة لتحسينه وتطوير الأفكار عليه.. فكان اقتراح العالم (نيلز بوهر) أن الإلكترونات تدور حول النواة في مدارات ثم رصدها بـ٧ مدارات (كمدارات الكواكب حول الشمس) وتم رصد كم استيعاب كل مدار من الإلكترونات وأن المتحكم في بقاء هذه الإلكترونات على هذه المدارات هي الطاقة التي تمتلكها بحيث تظل على تلك المدارات أو تغادرها ،لكن تحديد مكان الإلكترون على المدار كانت المعضلة نتيجة للسرعة الفائقة لدوران الإلكترون (٧ملايين مليار لفة في الثانية) مكوناً السحابة الإلكترونية (electron cloud) حول النواة.

وهذا الإلكترون صار له طبيعتان هما الموجية والجسيمية (نظراً لكتلته تقدر بحوالي ١٨٤٠/١ كتلة البروتون) فقادت هذه الازدواجية لفرضية دالة الاحتمالية على مكان الإلكترون ومبدأ عدم اليقين فيما بعد... رجوع للفهرس

مارد القمم العجيب

منذ أن ظهرت النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين عام ١٩٠٥م والتي دلت على أن الطاقة والكتلة وجهان لعملة واحدة ؛أي يمكن تحويل الكتلة إلى طاقة حسب معادلة أينشتاين الشهيرة الطاقة= الكتلة* مربع سرعة الضوء ($E=mc^2$) كان ذلك إيذانًا بفتح كبير داخل الذرة وأنه يمكن تحرير طاقة عظيمة مخزونة فيها ولكن أين هذه الطاقة؟

من معرفتنا بنموذج الذرة الأخير فالنواة تحوي البروتونات الموجبة والنيترونات المتعادلة تدور حولها إلكترونات سالبة فلو سألنا أنفسنا لماذا لا تتنافر البروتونات الموجبة الموضوعة متجاورة في نواة الذرة؟

لأن هناك قوة أطلق عليها اسم القوة النووية الشديدة (Strong nuclear) تقوم ربط البروتونات مع بعضها البعض متغلبة على قوة التنافر بينها وتظهر هذه القوة كطاقة فيما يسمى بالاندماج النووي.

رجوع للفهرس

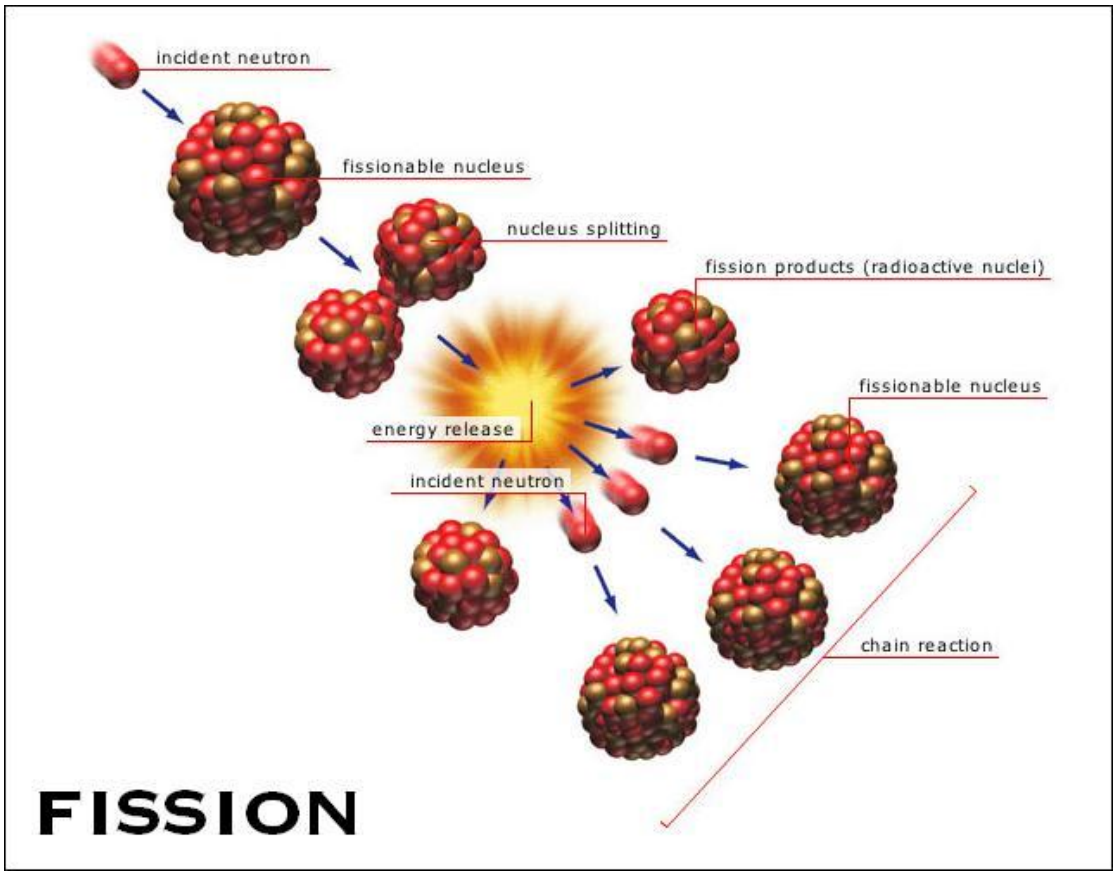
الاندماج النووي Nuclear fusion

عند التحام نوى ذرات صغيرة لتكوين نوى أكبر يصاحب ذلك تحرر طاقة كبيرة نسميها طاقة الاندماج النووي ،وتحتاج هذه العملية لطاقة كبيرة لكنها تنتج طاقة أكبر ،وهذا موجود في قلب (الشمس) حيث الحرارة ١٥مليون درجة مطلقة. فتندمج ٦٠٠ مليون طن من الهيدروجين في كل ثانية منتجة نبضة واحدة بطاقة مليون قنبلة نووية.. وكان هذا الأساس لصناعة القنابل النووية (الهيدروجينية) التي تم تفجيرها لأول مرة عام ١٩٥٢م ،وعلى النقيض من ذلك فالطاقة المتحررة من فلق الذرة (حسب معادلة أينشتاين) هذه الطاقة المتحررة هي القوة النووية الضعيفة (Nuclear fission) (أقل ضعف من القوى النووية الشديدة من مائة ألف مرة) تقودنا لمفهوم الانشطار النووي.

رجوع للفهرس

الانشطار النووي Nuclear fission

هي تفكك نواة كبيرة (غير مستقرة) مكونة نوى أصغر ومحررة طاقة كبيرة ،كتفكك لنواة اليورانيوم عند قذفها بنيترون إلى أنوية أصغر ،ويكون هذا الانشطار متحكم فيه كما في المفاعلات الذرية أو غير متحكم فيه كما في القنابل الذرية ،وقد استخدمت هذه التقنية في أوائل الأربعينات لصناعة قنبلة ذرية ، والجدير بالذكر أن القنابل الهيدروجينية المستخدمة الطاقة النووية الشديدة يكون فتيلها قنبلة ذرية. رجوع للفهرس



تقنية المسـرعات

كانت جهود العلماء حثيثة لسبر أعماق الذرة أكثر فأكثر فاحتاجوا لتقنية تسمح لهم الولوج إلى عالم الذرة المتناهي الصفر ،فكانت تقنية المسرعات تقوم هذه التقنية على تعجل (تسريع) جسيمات ذرية صغيرة (كالبروتونات مثلاً) وإكسابها طاقة عالية جداً ثم يسمح لها بالاصطدام بأهداف نووية وبعد الاصطدام يتم فحص النتائج لمعرفة أكبر لهذه الجسيمات... وتقاس هذه الطاقة بوحدة تسمى الالكترون فولت (electron volt) فإذا عبر الجسيم ناقل كهربائي لآخر يزيد عليه فولت واحد فقد أكتسب طاقة مقدارها الكترون فولت واحد.

فكانت أول المسرعات (accelerators) هو المسرع الخطي في عام ١٩٢٨م على يد (رولف فيدرو) في ألمانيا ثم ظهر (السيكلوترون Cyclotron) في عام ١٩٣٠م على يد (أورلاند لونس) بطاقة ٨٠.٠٠٠ الكترون فولت ،ثم في عام ١٩٥٢م كان السنكروتون Synchrotron (المسرع الدوراني التزامني) لتعجيل البروتونات بطاقة مليار الكترون فولت ،وفي عام ١٩٦٧م كان المعجل (سلاك Slac) ذو الطول ٣ كم الذي أكتشف جسيمات داخل البروتون وآخر الأمر كان المعجل في مختبر (ديزي) في ألمانيا عام ١٩٩٢م بطول ٤ أميال وطاقة مقدارها ٣٠ مليار

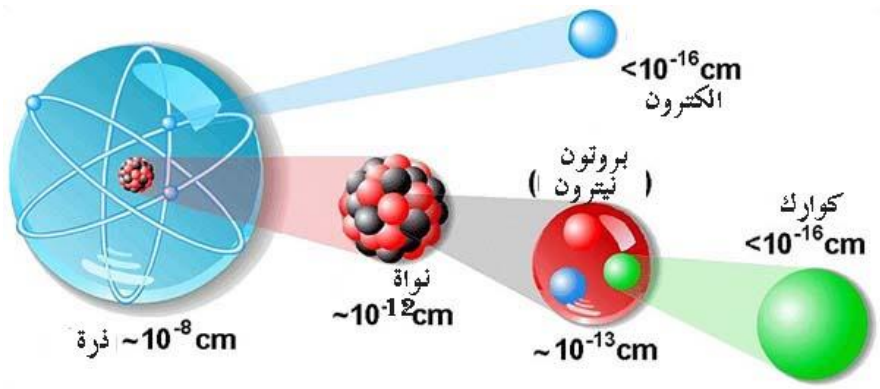
الكترون فولت ، والمعجل الاوربي CERN الموجود أسفل الحدود الفرنسية السويسرية الذي كشف عن وجود بوزون هيجز عام ٢٠١٢م.

ومشروع المعجل الفائق الذي يعمل بطاقة (١٠ ^{١٩}) الكترون فولت وبقطر ٥٣ ميل كان في الطريق إلينا غير أن مجلس النواب الأمريكي أصدر قرارًا بإلغاء هذا المشروع، بعد البدء في تنفيذه، في أكتوبر ١٩٩٣م، بسبب ارتفاع تكلفته التي قُدِّرت بنحو ١١ بليون دولار أمريكي.

رجوع للفهرس

عالـــم جديـد

أدت هذه التقنية العالمية من المسرعات إلى اكتشاف جسيمات صغيرة داخل الذرة (صنفت إلى الآن أكثر من ٣٠٠ جسيم دون ذري)، فلم تعد أصغر لبنة في الذرة هي البروتونات والإلكترونات والنيترونات ،لكن وجد أن هذه الجسيمات الثلاث تتكون من جسيمات أخـــرى أصـــغر منها بل وظهرت



عائلات كثيرة ومتعددة (انظر الرسم المرفق) فقد قسم العلماء هذه الأجسام إلى فيرمونات (Fermions) وهي مكونات (البروتونات/ النيترونات/الالكترونات) والبوزونات (Bosons) وهي الحاملة للقوى الأربعة الرابطة والمؤثرة على جسيمات الفيرمونات.

هذه الفيرمونات تتكون من نوعين:-

أولاً : الهايدرونات (Hadrons):

وتتكون من مجموعتين باريونات (Baryons) المكونة من جسيمات ثلاثة تحمل شحنة كهربائية كسرية (أي جزء من

الشحنة) تسمى كوارك (Quarks) وهي أنواع كما في الجدول التالي:-

الجيل الأول		الجيل الثاني		الجيل الثالث	
كوارك قاع B	كوارك قمة P	كوارك غريب S	كوارك ساحر C	كوارك علوي U	كوارك سفلي D

فالبروتون يتكون من ثلاث كوارك أثنان علوي وواحد سفلي.
والنيترون يتكون من ثلاثة كوارك اثنان سفلي وواحد علوي، ونتيجة لشحنه الكوارك الكسرية فلا توجد حرة بل تتجمع لتكوين البروتون الموجب أو النيترون المتعادل المجموعة الثانية تسمى الميزونات (mesons) المكونة من جسيمات ثانية مثل جسم البيون (pion) والكاون (kaon) أي تتكون من كوراكين فقط.

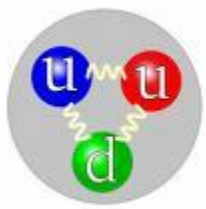
ثانياً اللبتونات (lepton).

وهذه تحمل شحنة كهربائية كاملة مثل الإلكترون وهي أنواع كما في الجدول التالي:-

الجيل الأول		الجيل الثاني		الجيل الثالث	
جسيم التاو	جسم	جسيم	جسيم	جسيم	جسيم

سالب	نيوترينو التاو محايد	المون سالب	نيوترينو الميون محايد	الإلكترون سالب	نيوترينو الإلكترون محايد

جسيم نيوترينو الإلكترون يسمى النيوترينو (Neutrino) وهي ينطلق بسرعة الضوء وتستطيع اختراق أي شيء دون أن تبطئ من سرعته وله دور في تحويل الطاقة من النجوم إلى لهب متناثر ووجوده في الكون قليل ففي كل سنتمر مكعب يوجد نيوترينو واحد.



رجوع للفهرس

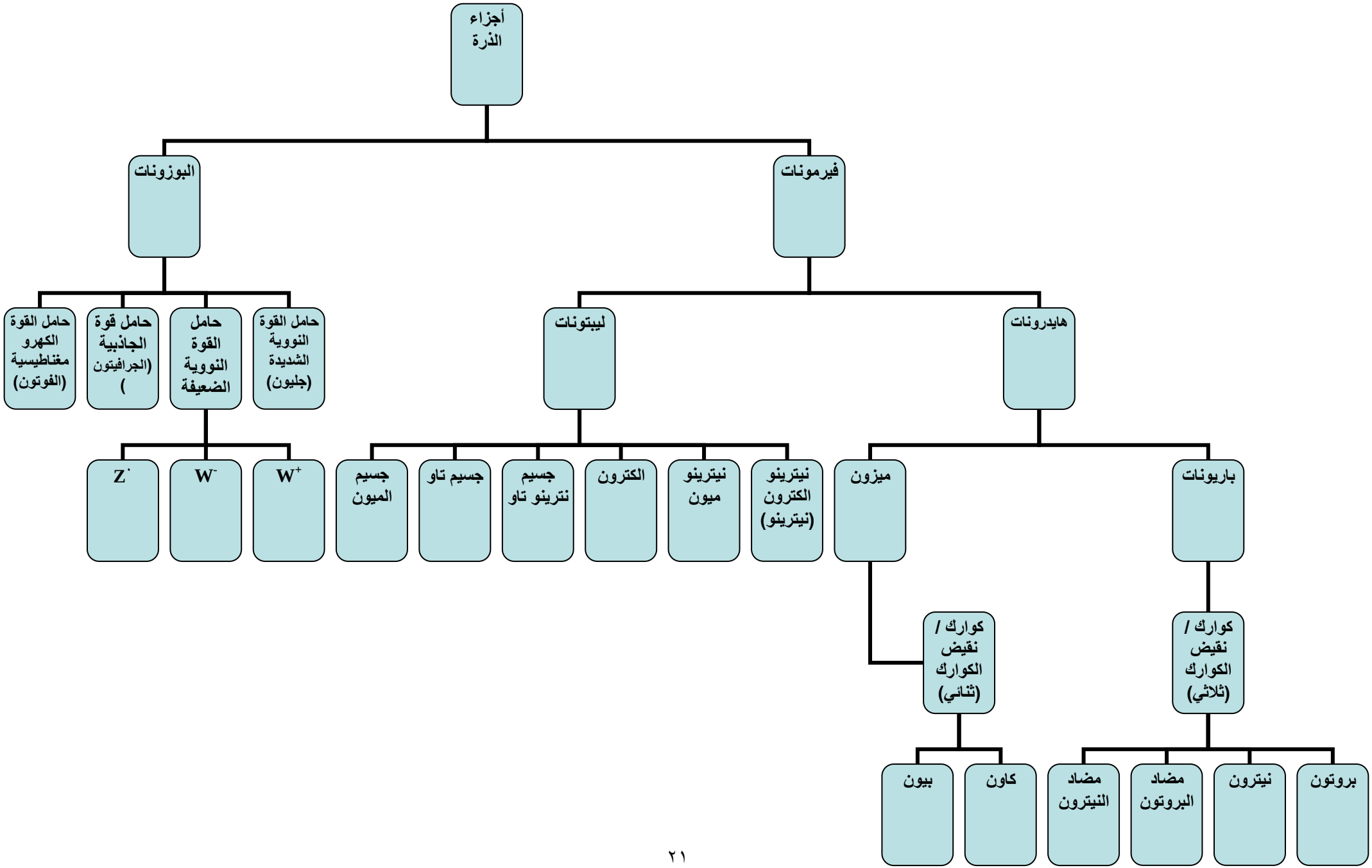
القوى الأربعة

عرفنا فيما سبق قوتين نوويتين هما القوى النووية الشديدة والقوى النووية الضعيفة وهما تعملان في نواه الذرة.

وهناك قوتان آخريتان هما قوة الجاذبية المشهورة والتي تعمل على نطاق واسع في الكون (بين الكواكب والأجسام) ثم القوى الكهرومغناطيسية وهي التي تعمل مع الجسيمات المشحونة بأي شحنه كهربائية.

وهذه القوى تحتاج لجسيمات تقوم بنقل تأثيرها وهنا يأتي الفرع الآخر من الجسيمات الدقيقة وهي البوزونات (Bosons) فالقوى النووية الشديدة يحملها جسيم صغير يسمى الجليون (Gluon) وتؤثر على كوارك البروتونات أما القوى النووية الضعيفة فيحملها جسيم يسمى البوزون (Boson) وهي ثلاث أنواع (W^+) موجب الشحنة و(W^-) سالبة الشحنة و (Z^o) متعادلة الشحنة وتؤثر على البروتونات والنيترونات بشكل خاص.

وقوى الجاذبية يحملها جسيم يسمى الجرافيتون (Gravition) و آخر القوى هي القوه الكهرومغناطيسية ويحملها الفوتون (Photon) المسئول عن ربط الإلكترونات السالبة بالنواة الموجبة والأجسام المشحونة الأخرى وهناك ألف مليون فوتون لكل ذره في الكون.


أجزاء الذرة
فيرمونات
البوزونات
هايدرونات
ليبتونات
باريونات
ميزون
نيترينو الكترون (نيترينو)
نيترينو ميون
الكترون
جسيم نترينو تاو
جسيم تاو
جسيم الميون
كوارك / نقيض الكوارك (ثلاثي)
كوارك / نقيض الكوارك (ثنائي)
بروتون
نيترون
مضاد البروتون
مضاد النيترون
كاون
بيون
حامل القوة النووية الشديدة (جليون)
حامل القوة النووية الضعيفة
حامل قوة الجاذبية (الجرافيتون)
حامل القوة الكهرو مغناطيسية (الفوتون)
W+
W-
Z`

الأجسام المضادة

وكنتيجة أخرى للنظرية النسبية التي ربطت بين الطاقة والكتلة ،ففناء الكتلة يكوّن الطاقة وما الضوء والإشعاعات إلا إحدى الطاقات المتعددة في الكون ، ظهر مصطلح ضديد المادة المضادة (Antimatter) فكل جزيء له جزيء مضاد له في الشحنة مساوٍ له في الخصائص الأخرى ،وكان أول من تنبأ بذلك العالم الإنجليزي بول دايراك عام ١٩٢٨م فالبروتون الموجب له ضديد سالب والإلكترون السالب له ضديد موجب يسمى البزيترون (Positron) وهكذا وظل هذا الأمر نظرياً حتى أثبته التجارب بعد ذلك تم اكتشاف البزيترون عام ١٩٣٢م وتم اكتشاف ضديد البروتون عام ١٩٥٦م، وعند التقاء الضديدين مع بعض يتم فنائهما وتحرر طاقة من أشعة جاما.

حتى الجزيئات الدقيقة الكوارك لها ضديد يكون موجود داخل الأجسام التي تتكون فيها كالبيون (Pion) يتكون كوارك علوي U ونقيض الكوارك السفلي $\bar{D}$،

أما أغرب الدراسات هي في ثمانينات القرن العشرين التي تشير إلى أن الكوارك تتكون هي الأخرى من أجسام أصغر ثم أعطائها بعض المسميات مثال ذلك.

Prequark	**بريكوارك**
Sabquark	**سايكوارك**
Preon	**بيريون**
Maon	**ماوون**

وكذلك جزيئات أخرى اللبتونات هي:-

Alphon	**ألفوتر**
Painks	**كويتكر**
Rishons	**يشوتر**

وظهر فرع من الفيزياء يعتني بهذه الجسيمات التي زاد عددها عن ٢٠٠ جسيم يسمى فيزياء الجسيمات الأولية للمادة.

Particle physics

Elementary particle physics

هكذا صار لدينا قوى (فيرمونات) وحاملات للقوى (بوزونات) ...

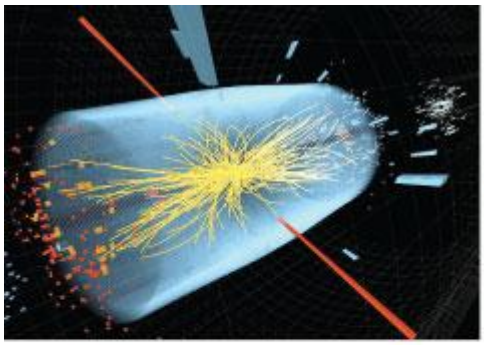
لكن أين بوزون هيجز من هذا كله ؟....**رجوع للفهرس**

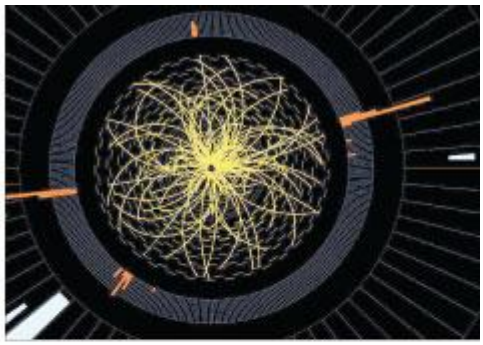
من هو هيجز؟

في النموذج الفيزيائي القياسي Standard Model يفترض العلماء أن القوى الكونية الأربعة كانت قوة واحدة مترابطة ثم انفصلت عند الانفجار العظيم (لحظة خلق الكون)، وكانت قوة الجاذبية هي أول ما انفصل ثم تبعتها بقية القوى.

وكان وراء كسر هذا التماثل بين القوى الأساسية تكوّن هذا الجسيم المسمى بوزون هيجز Higgs boson - نسبة إلى الفيزيائي الاسكتلندي بيتر هيجز الذي كان قد تنبأ بوجوده عام ١٩٦٤م (منح كل من بيتر هيجز مع شريكه فرانسوا أنجلير، جائزة نوبل في الفيزياء لعام ٢٠١٣م لتنبؤهما الرياضي هذا).

واستناداً إلى ميكانيكا الكم ، فالفراغ من حولنا ليس فارغاً بل مليئاً بهذه الجسيمات التي تشكل حقلاً أطلق عليه اسم حقل أو مجال هيجز Higgs Field، وهذا المجال يعتبر غليظًا بحيث تجد فيه الجسيمات مقاومة تحت تأثيره ويعمل هذا التأثير على ظهور ما نسميه كتلة الجسيم، فالإلكترون مثلا يلاقي في مجال هيجز مقاومة صغيرة فيكون له كتلة صغيرة أما جسيم آخر مثل البروتون فيجد - طبقًا لنظرية هيجز - مقاومة أكبر في مجال هيجز فيظهر البروتون وله كتلة كبيرة.





والذي جرى في المسرع الأوربي سيرن عام ٢٠١٢م هو استعمال معجل الهادرونات الكبير LHC في تسريع بروتونات كل منهما بسرعة مقاربة لسرعة الضوء ثم تصويبهما ضد بعضهما رأسيًا، ثم دراسة نتائج هذا الاصطدام الذي يماثل ظروف الانفجار العظيم على مستوى مصغر، وذلك لتمثيل ظروف اللحظة الزمنية من الثانية الأولى بعد الانفجار العظيم، والتي يُعتقد أن بوزونات هيجز تكونت عندها...

وقد يتساءل أحدنا لماذا هذا التعب المضني في دراسة هذه الجسيمات الدقيقة ؟

فيجيب العلماء إن دراسة تلك الجسيمات التي ظهرت عقب حدوث الانفجار العظيم مباشرة تساعدنا على فهم نشأة المادة ونشأة الكون.

***

رجوع للفهرس

المراجع :-

١/ بنية المادة بين الوجود والعدم – د/ محمد ممدوح الخطيب ، مؤسسة الرسالة ١٩٩٦م

٢/ القران والكون – اسامة علي الخضر ، الهيئة العامة للكتاب ٢٠٠٤ م

٣/ موسوعة عالم الفضاء – د/ جلال عبدالفتاح ، المكتب العربي للمعارف ١٩٩٨ م

٤/ موسوعة العلم والايمان – ممدوح غالي ، المكتب العربي للمعارف ١٩٩٣ م

٥\

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/٢٠١٣/popular-physicsprize٢٠١٣.pdf

رجوع للفهرس

***

ظهر مصطلح الذرة (atom) على يد الفيلسوف (ديموقريطيس) في القرن الخامس قبل الميلاد دون دليل تجريبي على ذلك سوى فكرة بديهية فلسفية ،فكل شيء في الكون يتكون من أشياء صغيرة وهذه تتكون من أصغر وهكذا بالتتابع ،فأفترض (ديموقريطيس) أن المادة تتكون من وحدات أولية غير قابلة للانقسام أعطاها اسم ذره ،وظل هذا المصطلح يسبح في الذاكرة البشرية لقرون حتى جاء العالم الإنجليزي (دالتون) في القرن الثامن عشر الميلادي ليضيف إلى ذلك أن هذه الذرات تتجاذب متحدة لتصنع المركبات وقدم هذا العالم قانونه الشهير في تفاعل الغازات.