المركز الوطني للمتميزين

The National Centre for the Distinguished

Elementary particles

تقديم الطالب: أيهم الحمد

اشراف: أ.غسان حايك

د.عبدالله طالب

تاريخ:٢٠١٦-٢٠١٥

الملخص : يقدم هذا البحث شرحا عن ماهية الجسيمات الأولية وتعريفها و أنواعها وأشكالها والنظريات التي تحكم تغيرها اضافة الى علاقتها بالمادة والقوى الأساسية الأربعة اضافة الى علاقتها بالانفجار العظيم كما تطرح بعض التساؤلات التي أجابت عنها الجسيمات الأولية.

إهداء

إلى كل عين ساهرة في سبيل رفعة هذا الوطن وفي مقدمتهم أبطال الجيش العربي السوري بقيادة الفريق الدكتور بشار حافظ الأسد راعي مسيرة التقدم والتطور في سوريا و إلى عقيلته السيدة أسماء الأسد و الى كل شهيد تراب هذا الوطن الى رفاق الدرب فريق المركز الوطني للمتميزين إدارةً وطلاباً إلى كل من ساهم و يساهم و سيساهم في تطور وبناء هذا الوطن وإلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل و إلى والدتاي أمي و سوريا ، وأود أن أوجه شكر لـ د.عبد الله طالب (دكتوراه في فيزياء الجسيمات الأولية)

الفهرس:

القسم	العنوان	رقم الصفحة
	الإهداء	٢
	المقدمة	٤
	إشكالية البحث وأهدافه	٥
الباب الأول	الجسيمات الأولية	
الفصل الأول	تعريف الجسيمات الأولية	٧
الفصل الثاني	أقسام وأنواع الجسيمات الأولية	٩
الباب الثاني	الهدرونات وتقسيماتها	
الفصل الأول	الباريونات و النيترونات	١٧
الفصل الثاني	الكواركات	٢٣
الفصل الثالث	المسائل التي فسرتها الجسيمات الأولية	٢٨
	الخاتمة و الاستنتاج	٣٢
	المراجع والمصادر	

فهرس الجداول والصور

رقم الشكل	الموضوع	رقم الصفحة
الجدول		
١	يوضح مقارنة بين القوى الأساسية الأربعة من حيث الطول الجسيم وكتلته ومدى الفعالية.	٦
٢	يوضح عدد من الجسيمات الأولية المكتشفة مع خصائصها .	١٢
٣	يبين أشكال المواد الأولية وأنواعها الرئيسية	١٦
٤	توضيح أنواع الليبتونات وكتلها وشحنتها ولفها الذاتي	١٨
٥	توضيح أنواع الكواركات وكتلها وشحنتها ولفها الذاتي	٢٥
الأشكال		
١	أنواع الجسيمات الأولية مع خصائصها	٢٨
٢	أشكال المادة الانفجار النووي العظيم	٢٩
٣	أجزاء المادة وأبعادها	٣٠

المقدمة:

لطالما كان العلم علم الفيزياء هو العلم الذي يجمع أكبر مكونات الكون وأصغرها وفق قانون واحد وبذات الوقت هو العلم الذي يقسم كل جسم وكل شيء لجسيمات وأركان مرئية وغير مرئية وقد حل علم الفيزياء العديد من المعضلات والقضايا التي غيرت مجرى العلم وطريقة تفكير الإنسان ومجرى حياته فقد كان البوصلة لكل العلوم التطبيقية و الرابطة بينها و إن من أهم هذه القضايا و أكثرها طرحا نشأة الكون و القوى المتحكمة بالكون ومكونات المادة و أشكالها التي تحاول الفيزياء الربط بينها وايجاد نظرية شاملة للكون تحيط بكل أقسامه فلقد اهتم الانسان منذ القديم بالمكونات الأساسية للكون. وكان لوسيبوس الميلي هو أول من قال بأن الذرة هي العنصر الأكثر أولية في الطبيعة وقد جوبهت هذه النظرية الذرية في العصور الوسطى بالموروث الأرسطي الذي يتألف العالم وفقه من أربعة صفات أولية، هي الحرارة والبرودة والرطوبة والجفاف، بالإضافة إلى مادة خاصة متواجدة في كل شيء هي الأثير. ولم تُطرَح النظرية الذرية بقوة إلا في مطلع القرن العشرين مع اكتشاف الالكترون، وكان تتويجاً لأعمال تمت في العديد من الدول الأوروبية بين عامي ١٨٩٠ و ١٩٠٠. وفي عام ١٩٠٥ اقترح أينشتين في الوقت الذي كان يطرح فيه نظريته النسبية أن يكون الضوء مثل دفق من الجسيمات الأولية، أو كمات من الطاقة المعينة في نقاط من الفضاء. وقد سميت هذه الكمات فيما بعد بالفوتونات. وأُثبت وجود هذه الجسيمات في عام ١٩٢٣ على يد كومبتون. وكان رزرفورد قد برهن قبل ذلك بعشر سنوات، ابتداء من معطيات تجريبية ترتكز على قذف ورقة ذهبية بذرات الهليوم الموجبة الشحنة، أنه يوجد في مركز الذرة نواة موجبة الشحنة وصغيرة جداً. وسمى رزرفورد في عام ١٩٢٠ شحنة النواة الموجبة هذه بروتوناً. وبعد ذلك باثنتي عشرة سنة اكتشف شادويك جسيماً متعادلاً كهربائياً في قلب النواة، وسماه النترون. وتوقف الأمر عند هذا الحد حتى عام ١٩٦٤ عندما اقترح كل من جيل مان وزويغ كل بمفرده مفهوم الكوارك، حيث تؤلف

الكواركات العناصر الأولية للبروتونات والنترونات. ولم يثبت وجودها إلا في السبعينات وقد فسرت هذه الاكتشافات العديد من المشكلات كنشأة الكون والجسيمات المضادة التي أحدثت تغييرا في الفيزياء الحديثة والنظريات التي تتحكم بهذه الجسيمات والتي سنقوم بالشرح عنها في هذا البحث اضافة الى عدة أسئلة تطرح نفسها في هذا المجال فهل الجسيمات الأولية elementary particles هي أصغر مكونات المادة؟؟؟ وهل هي مكونة هذا الكون ؟؟؟؟.

إشكالية البحث و أهدافه :

١. التعرف على الجسيمات الأولية و نشأتها و القى المتحكمة بها.
٢. تمييز أقسام وأنواع الجسيمات الأولية .
٣. الاجابة على العديد من القضايا التي فسرتها هذه الجسيمات .
٤. الوصول إلى الشكل الأمثل لهذه الجسيمات .
٥. ما هي الأجيال التي تقسم فيها هذه الجسيمات .

الباب الأول :

الفصل الأول : تعريف الجسيمات الاولية

لم يطل الوقت كثيرا بعد اكتشاف الذرة ومكوناتها (بروتون الكترون نيترون) حتى بدأت النظريات تتوالى في مكونات أصغر من هذه المكونات و الطاقات التي تربط هذه المكونات حيث كانت أول نظرية وضعت كتفسير لهذه القوة بداية لفيزياء الجسيمات الأولية كما هي عليه اليوم .كانت سنة ١٩٣٥ م عندما تنبأ العالم الياباني (يوكاوا) Hidoki Yukawa وجود جسيم جديد يتوسط بطريقة ما القوة النووية . والذي حصل على جائزة نوبل عام ١٩٣٥ م .

بداية(قبل الحديث عن اكتشافها) إن القوى الأساسية في الطبيعة أربعة كما نعلم جميعًا وهي (تصاعديًا) حسب القوة :

- قوة الجاذبية .
- القوة الكهرومغناطيسية .
- القوة النووية الضعيفة .
- القوة النووية القوية .

FORCE	STRENGTH	QUANTUM	MASS (GeV/c^2)	RANGE (m)
Gravitational	10^{-45}	Graviton?	Zero	Infinite $\propto 1/r^2$
Weak	10^{-8}	$W^{\pm}$, Z^0	80, 91	$<2x10^{-18}$
Electromagnetic	10^{-2}	Photon	Zero	Infinite $\propto 1/r^2$
Strong (nuclear)	1	(π meson) Gluon	(0.14) Zero	(10^{-15}) Infinite

الجدول رقم (١) مقارنة بين القوى الأساسية الأربعة من حيث الطول الجسيم وكتلته ومدى الفعالية.

كانت هذه اللبنة الأولى للتفكير في نواقل القوة ، ولأن موضوعنا تركيزًا على النوع الثاني فسنعدد النواقل تعددًا فحسب :

١. نواقل قوة الجاذبية : الجرافيتونات .

٢. نواقل القوة الكهرومغناطيسية : الفوتونات .

٣. نواقل القوة الضعيفة : البوزونات المتجهة ، أو البوزونات الضعيفة ..

٤. نواقل القوة القوية : الجليونات .

لم تكن الجليونات معروفة عندها بطبيعة الحال ، لذا كانت فكرة يوكاوا أن القوة التي تربط النيوكليونات (وهي تسمية عامة تطلق على البروتونات والنيترونات) بسببها تبادل جسيم بينها ، وتنبأ أن كتلة هذا الجسيم هي ٢٠٠ كتلة الإلكترون ، ولأن هذا الجسيم كتلته أكبر من كتلة الإلكترون وأقل من كتلة البروتون فإنه أطلق عليه اسم ميزون (وتعني باللاتينية المتوسط) .

بدأت التجارب المعملية في البحث عند ميزون يوكاوا ، ومن غير خوض في التفاصيل المعملية ، توصل كارل أندرس في دراسته للأشعة الكونية للكشف عن جسيم كتلته تعادل ٢٠٧ كتلة الإلكترون ، وظن الجميع أن هذا هو ميزون يوكاوا الخاص بالتفاعلات القوية لكن هذا الجسيم أظهر تفاعلاً ضعيفًا مع مكونات المادة ، الأمر الذي يستحيل أن يكون معه هو جسيم التفاعلات القوية .[١]

وهكذا بدأ العلماء في دراسة مستضيفة لكل الجسيمات التي يتم الكشف عنها من دراسة الأشعة الكونية ، أو من تحلل بعض العناصر ومن تفاعل جسيم مع جسيمات أخرى .

[١] bettini, A. (2014). Elementary particle physics

وانطلقت الشرارة ، وزاد عدد الجسيمات المكتشفة إلى حد هائل استدعى تقسيمها وترتيبها واعطائها مسميات تليق بها ، وأطلق على هذا الحقل الجديد المستحدث في الفيزياء : فيزياء الجسيمات ، أو فيزياء الطاقة العالية وذلك لأن هذه الجسيمات لا تنتج في الظروف العادية الطبيعية وإنما يتم انتاجها تحت طاقات مرتفعة للغاية .

الجسيمات الأولية :

(elementary particle أو fundamental particle): هي الجسيمات الأساسية التي تتكون منها باقي الجسيمات الأكبر والأعقد وبالتالي هي الأشكال الأبسط للوجود المادي حسب نظرية النموذج العياري. يتم افتراض هذه الجسمات أولية على أساس انها البنية الأولى لكل مادة الكون و أنها لا تحتوي بنية داخلية او عناصر أصغر منها ضمنها ، في حين تتشكل معظم الجسيمات الأكبر من مكونات ذرة و ذرات و جزيئات العناصر و المركبات من هذه الجسمات الأولية أساسا[٢].

لا يمكن تمثيل الجسيم الاولي بكرية صغيرة كما هو شائع. فهذا التشبيه صحيح عندما نتحدث عن الميكانيك الكلاسيكي، ذلك أن الفيزيائيين يمثلون المادة كمجموعة من النقاط المادية، وهي نقاط تتركز فيها الكتلة. أما في الكهرطيسية، فيمكن وصف حركات هذه النقاط بفضل مفهوم الحقل الذي أدخله فاراداي في منتصف القرن التاسع عشر. وهو بنية لانهائية ممتدة على كامل المكان والزمان، وقد أصبح مع مرور الوقت مفهوماً أساسياً لفهم المادة. لكنه طرح مشكلة في الواقع. فكيف يمكن ملاءمة مفهوم يرتكز على معادلات تعتمد على الاستمرارية مع مفهوم الجسيم وهو متقطع في الجوهر؟ وقد حَلَّت

[٢] طالب، د. ع. ا. (٢٠٠٨). الجسيمات الأولية أشكالها وألوانها.

المعضلة نظرية الميكانيك الكمومي التي طُرحت عام ١٩٣٠. فوفق الميكانيك الكمومي لا يكون السؤال ما هو وضع الجسيم وما هي سرعته وطاقته، بل يكون السؤال على الشكل التالي: هذه كافة الحالات التي يمكن أن تشغلها أو لا تشغلها الجسيمات في إطار تفاعل ما، فكيف يكون توزعها؟ إن الحقول الكمومية هي مؤثرات تملأ أو تفرغ هذه الحالات. والملء هو خلق جسيم، والإفراغ هو إنهاء وجوده. فالجسيم ليس بالتالي نقطة مادية بل عينة وامتداداً للحقل الكمومي المعرّف لنمط معين من التفاعلات. ويشبه الجسيم بشكل ما لغة الواحد أو الصفر في برنامج معلوماتي.

أما نظرية النموذج العياري فهي التي تحدد أنواع هده الجسيمات وخصائصها .

ما هذه الأقسام ؟ ولماذا سميت هكذا وما هي أنواعها وكيف نميز بين أحدها والآخر ؟

سنبدأ الآن في الحديث عن أقسامها وأنواعها وأسمائها .

الفصل الثاني :

أقسام وأنواع الجسيمات الأولية :

قبل التحدث عن التقسيمات الاساسية لفيزياء الجسيمات يجب التحدث عن النظرية الأساسية لهذا العلم التي تقسم هذه الجسيمات

النموذج العياري لفيزياء الجسيمات :

النموذج العياري يتضمن نوعين من الجسيمات الأولية :فرميونية و بوزونية. الفرميونات عبارة عن جسيمات سبين نصف-صحيح half-integer و تخضع مبدأ باولي في الاستبعاد ، الذي ينص على أنه لا يمكن لفرميونين أن يتشاركا في الحالة الكمومية ذاتها ، أي الصياغة الرياضية للحالة الكمومية التي يحتلانها . حيث أن هذا النموذج قائم على تكامل نظريات الحقل الكمومي المتوافقة مع نظرية النسبية الخاصة و ميكانيكا الكم ، و لهذا التاريخ تؤكد جميع التجارب المجراة صدق تنبؤات هذه النظرية.

بالمقابل تملك البوزونات سبينا صحيحا و لاتخضع لمبدأ باولي بالاستبعاد . بكلام آخر : الفرميونات جسيمات مادية تشكل أساس المادة ، في حين أن البوزونات هي الجسيمات التي تنقل القوى.

في النموذج العياري ، تندمج نظرية التآثر الإلكتروني-الضعيف electroweak interaction ((القوة الإلكترونية الضعيفة) التي تصف (التآثرات الصعيفة و الكهرومغناطيسية) مع نظرية الكروموديناميك الكمومي. جميع هذه النظريات هي نظريات غاوغية ، إي أنها تنمذج القوى بين الفرميونات بمزاوجتهم مع البوزونات التي تتوسط القوى المتبادلة بين الجسيمات المادية .

ففي البداية لم يستطع العلماء تقسيم الجسيمات الأولي بالشكل الصحيح اذ لم يكن هناك رؤية واضحة لتقسيم هذه الجسيمات فهناك بين الجسيمات المعروفة ما يوجد في الطبيعة مثل الالكترون، وهو جسيم مكون لذرات المادة، والنيوترينو، وهو جسيم حيادي الشحنة موجود في الأشعة الكونية. وهناك جسيمات أخرى لم توجد إلا في اللحظات الأولى من عمر الكون ولا يمكن اكتشافها إلى بواسطة مسرعات أو مصادمات هائلة. فلو تخيلنا أننا نريد اكتشاف بنية تحتية في بنية أكبر منها مثل البروتون،

يمكننا أن نفعل ذلك بسبر هذه البنية بإرسال جسيم أو جسيمات سابرة عليها. وكان لويس دو بروي قد حدد عام ١٩٢٣ طول الموجة المرتبط بهذه الجسيمات السابرة بحسب ثنائية الموجة الجسيم. لكننا نعرف أن الظاهرة الموجية لا تندمج إلا مع أجسام ذات أبعاد أكبر من طول موجتها. ومن أجل سبر الأجسام الصغيرة يجب إذن إرسال جسيمات سابرة عليها بطول موجة قصير جداً، أي بطاقة عالية جداً. وتبنى المسرعات أو المصادمات على هذا المبدأ. ففي المسرع تسير حزمتان من الجسيمات ذات الطاقة العالية باتجاهين مختلفين. ويؤدي تصادم جسيمين من الحزمتين إلى انتاج جسيمات أخرى بحسب مبدأ التكافؤ بين الكتلة والطاقة الناتج عن النظرية النسبية الخاصة. وكلما كانت طاقة الصدم أكبر، تكون الجسيمات الناتجة أكبر كتلة. وهذا لا يعنى أنها أكبر حجماً على الاطلاق! بل على العكس، فكلما كانت كتلتها وبالتالي طاقتها أكبر فإن حجمها أو بشكل أدق طول الموجة المرتبط بها يكون أصغر. ويكون عمر هذه الجسيمات قصيراً جداً، بحيث لا يمكن لأي جهاز أن يرصد أو يصور مباشرة حادثة الصدم. وما يكشفه المجربون هو الآثار الباقية من تحلل هذه الجسيمات. وهم يضعون العديد من الكواشف حول نقطة الصدم من أجل تحديد موضعها وطاقتها.

وأدّت هذه الدراسة المعمَّقة لخصائص البروتونات والنترونات والإلكترونات إلى اكتشاف مزيد من الجسيمات: البوزترون (١٩٣٢)، النترينو، الميزون μ ت(١٩٣٦)، الميزون π ت(١٩٤٧)، الميزون κ والهيبرونات أو الجسيمات الغريبة (وسميت كذلك وقت اكتشافها أوائل الخمسينيات) لأنها بعد إنتاجها بسهولة نسبياً في تصادمات عالية الطاقة، لم تتفكك إلا ببطء شديد قياساً إلى الزمن اللازم لتكوينها. وليس بالإمكان اليوم عدّها «أغرب» من البروتون. أي ازداد عدد الجسيمات «الأولية» مجدداً و ذلك جرى بين عامي ١٩٣٣ و١٩٦٠ اكتشاف ٢٦ جسيماً أولياً فصار المجموع ٣٠ مع ما سبق .

وإضافة إلى الجسيمات المذكورة، المستقرة وشبه المستقرة (أي ذات العمر الطويل بقدر كاف) اكتُشف في بداية الستينيات بضع عشرات من الجسيمات ذات العمر الفائق القِصَر (غير مستقرة بالنسبة إلى التفاعل الشديد) وقد سُميت «تجاوبات» resonances وهي تتفكك في زمن بالغ القِصَر 10^{-22} –10^{-23} s أي أطول ببضع مرات فقط من الزمن الأصغر المميز للتفاعل النووي وهو نحو 10^{-23} s وعلى هذا لا تكاد التجاوبات تغادر الحيّز الذي نشأت فيه حتى تتفكك

فأصبح للجسيمات الأولية بهذا التقسيم عدد كبير ولذلك تم تقسيمها الى مكوناتها بعد اكتشافها كاملة

.

Particle	B	Q	Y	I	J^P	Mass (GeV/c^2)	Quark content
π	0	1, 0, −1	0	1	0^-	0.14	$ud,\ u\bar{u}-d\bar{d},\ d\bar{u}$
K	0	1, 0	1	$\frac{1}{2}$	0^-	0.49	$u\bar{s},\ d\bar{s}$
$\bar{K}$	0	0, −1	−1	$\frac{1}{2}$	0^-	0.49	$s\bar{d},\ s\bar{u}$
η	0	0	0	0	0^-	0.55	$u\bar{u}+d\bar{d}-2s\bar{s}$
η'	0	0	0	0	0^-	0.96	$u\bar{u}+d\bar{d}+s\bar{s}$
ρ	0	1, 0, −1	0	1	1^-	0.77	$u\bar{d},\ u\bar{u}-d\bar{d},\ d\bar{u}$
K^*	0	1, 0	1	$\frac{1}{2}$	1^-	0.89	$u\bar{s},\ d\bar{s}$
$\bar{K}^*$	0	0, −1	−1	$\frac{1}{2}$	1^-	0.89	$s\bar{d},\ s\bar{u}$
ω	0	0	0	0	1^-	0.78	$u\bar{u}+d\bar{d}$
ϕ	0	0	0	0	1^-	1.02	$s\bar{s}$

A_2	0	1, 0, −1	0	1	2^+	1.32	$u\bar{d},\ u\bar{u} - d\bar{d}\,d\bar{u}$
$K^*(1430)$	0	1, 0	1	$\frac{1}{2}$	2^+	1.43	$u\bar{s},\ d\bar{s}$
$\bar{K}^*(1430)$	0	0, −1	−1	$\frac{1}{2}$	2^+	1.43	$s\bar{d},\ s\bar{u}$
f	0	0	0	0	2^+	1.28	$u\bar{u} + d\bar{d}$
f'	0	0	0	0	2^+	1.53	$s\bar{s}$
N	1	1, 0	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}^+$	0.94	$uud,\ udd$
Λ	1	0	0	0	$\frac{1}{2}^+$	1.12	$uds - dus$
Σ	1	1, 0, −1	0	1	$\frac{1}{2}^+$	1.19	$uus,\ uds + dus,\ dds$
Ξ	1	0, −1	−1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}^+$	1.32	$uss,\ dss$
Δ	1	2, 1, 0, −1	1	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}^+$	1.23	$uuu,\ uud,\ udd,\ ddd$
$\Sigma(1385)$	1	1, 0, −1	0	1	$\frac{3}{2}^+$	1.39	$uus,\ uds,\ dds$
$\Xi^*(1530)$	1	0, −1	−1	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}^+$	1.53	$uss,\ dss$
Ω^-	1	−1	−2	0	$\frac{3}{2}^+$	1.67	sss

الجدول رقم ٢ الذي يوضح عدد من الجسيمات الأولية المكتشفة مع خصائصها .

فكما ذكرنا تقسم الجسيمات الأولية وفق تقسيم للنموذج العياري إلى عائلتين هما الفرميونات التي تشكل المادة والبوزونات التي تنقل التفاعلات بين الجسيمات. و لكن هناك نمطان من الجسيمات في مجموعة الفرميونات: فمن جهة هناك اللبتونات التي لا تشارك في التفاعلات الشديدة، ومن جهة أخرى الكواركات المختلفة النكهات والألوان والتي تشارك في كافة التفاعلات. وتحدد شحنات النكهة واللون التي سنتحدث عنها فيما بعد، للكواركات سلوكها تبعاً للتفاعل الضعيف والقوي. إن البوزونات، وهي موجهات التفاعلات الأساسية الأربعة، هي الفوتون بالنسبة للتفاعل الكهرطيسي، والغليونات للتفاعل الشديد وهي تربط الكواركات فيما بينها، والبوزونات حاملات التفاعل الضعيف، وأخيراً الغرافيتون ناقل الجاذبية. وقد صُنفت الفرميونات و البوزونات في ثلاث مجموعات في النموذج المعياري، وهو نظرية تسمح بالتنبؤ بكافة الظاهرات التي تنتج عن التفاعلات الأساسية باستثناء الجاذبية. ويمكن استنتاج المجموعتين الأخيرتين من الأولى إذ لا يتميز الجسيم فيهما عن جسيمات المجموعة الأولى إلا بالكتلة.

[٣] S, G. a. P. L. (2006). elementary particle physics, Perseus Books.

فالميون ليس سوى الكترون إنما أثقل قليلاً، وكذلك التون هو ميون أثقل منه قليلاً. فكما لو كانت الطبيعة قد بنت المادة وفق ثلاث مراحل. ويقبل الفيزيائيون بأن النموذج المعياري كان يمكن أن يكون صحيحاً بمجموعة واحدة من الجسيمات.

وبالنسبة لمجموعة الفرميونات فتقسم حسب التصنيف نفسه الى ليبتونات و هدرونات حيث تقسم الأخيرة الى ميزونات و باريونات ،فالباريونات تتألف من ثلاث كواركات مختلفة اللون أما الميزونات فتتألف من كوارك وكوارك مضاد فقط.

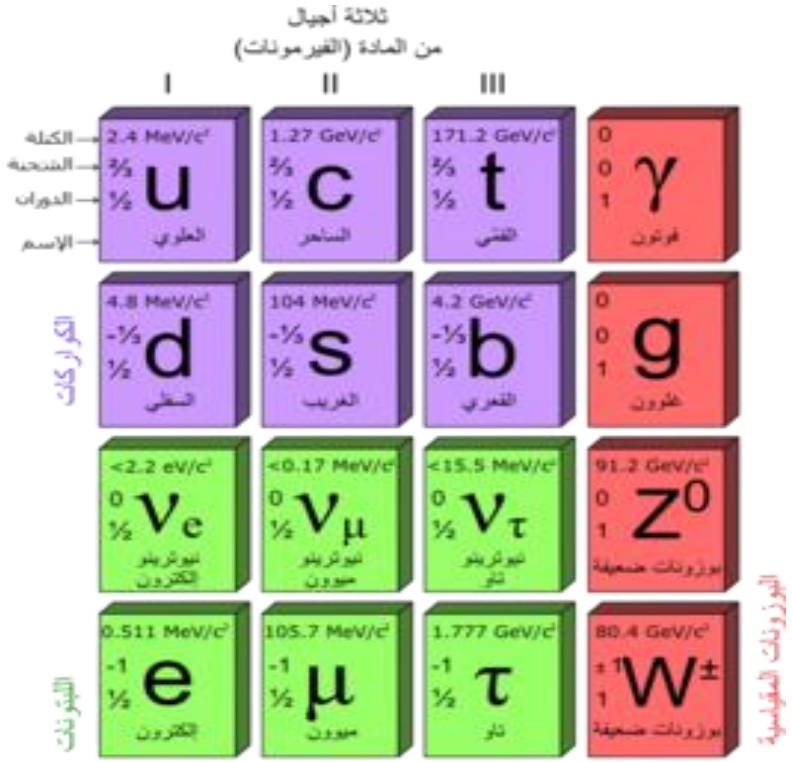
. وسنطرق لشرح هذه الأقسام في في هذا البحث.

في عام ١٩٣٧، مع ارتفاع لميكانيكا الكم، أكد عالم الفيزياء الإيطالي إيتوري ماجورانا النظريات تشير إلى احتمال وجود نوع جديد من الجسيمات الغريبة التي تسمى ماجورانا الفرميونات الجسيمات. بعد ٧٥ سنة من البحث والباحثين قد وجدت أخيرا الفرميونات ماجورانا . وهذا الاكتشاف هو مثل لإيجاد عصر الحوسبة الكمومية الطوبوغرافية مما أكان بمثابة "مفتاح" لهذا العلم .

الفرميونات :هي جسيمات نصف عدد صحيح كمي من الجسيمات الأولية. تمتثل لمبدأ استبعاد باولي، أن الدولة الكم لا يمكن إلا أن تحتلها جسيمات واحدة.

حيث الفرميونات هو أن يكون هناك جسيمات لها نصف عدد صحيح من الكواركات، اللبتونات، والغالبية العظمى من الجزيئات مختلطة (مثل البروتونات والنيوترونات) هي الفرميونات ، فالفرميونات هي وفقا للفيرمي – ديراك، تدور الزاوي الزخم عدد الكم فيه هو نصف عدد صحيح فردي متعددة من الجسيمات. الفرميونات تتبع مبدأ استبعاد باولي [الذي سمي على اسم الفيزيائي الإيطالي فيرمي. وفقا لنظرية القياسية، وتؤخذ الفرميونات عن طريق عدد من الفرميونات الأساسية، في حين أن الفرميونات الأساسية من المستحيل تتحلل إلى الجسيمات الدقيقة. وتنقسم الفرميونات إلى فئتين أساسيتين: الكواركات واللبتونات. هذه نوعان أساسيان من الفرميونات، ينقسم إلى ما مجموعه ٢٤ أنواع من طعم (نكهة): ١٢ الكواركات: ويشمل ما يصل كوارك (U)، كوارك أسفل (د)، والغريب كوارك (ق)، سحر كوارك (ج)، والجزء السفلي الكوارك (ب)، كوارك القمة (ر)، ويناظرها ستة أنواع من الجسيمات المضادة. ١٢ أنواع من اللبتونات: بما في ذلك الالكترونية (E)، مياو الفرعية (μ)، تاو تسى (τ)،، النيوترونات νe، النيوترينو νμ، النيوترينو ντ، وستة أنواع من المقابلة المضادة للجسيمات،

بما في ذلك ثلاثة أنواع من مكافحة النيوترونات. [٤]

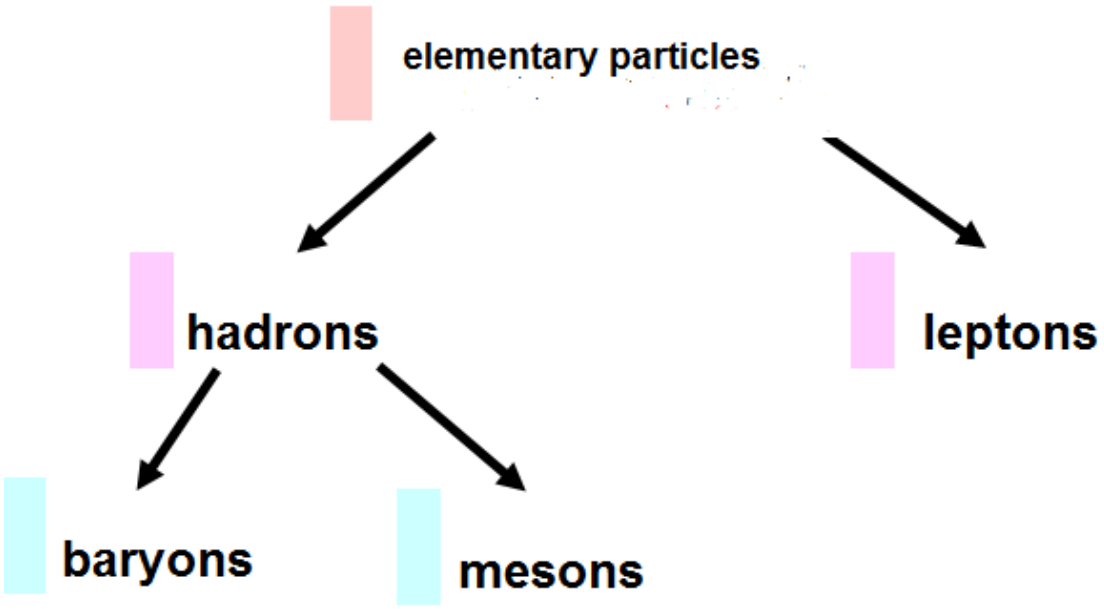


جدول (٣) : أشكال المواد الأولية وأنواعها الرئيسية

الباب الثاني :

الفصل الأول : الليبتونات

[٤] bettini, A. (2014). Elementary particle physics



☒ **ليبتون (lepton)** : هو جسيم أولي ومكون أساسي للمادة. وأشهر اللبتونات المعروفة هو الالكترون والذي يحكم عمليات الكيمياء كلها لأنه موجود في أغلفة الذرات وترتبط به الخصائص الكيميائية كلها. وتوجد فئتين أساسيتين للبتونات: المشحونة منها (وتعرف أيضا بلبتونات شبيه–الإلكترون)، ومحايدة (المشهورة باسم نيترينو). ويمكن للبتونات المشحونة أن تندمج مع جسيمات أخرى لتكوين جسيمات مركبة مثل الذرات و ذرة الميونيوم الغريبة و بوزيترونيوم ، بينما النيترينو فهو ضعيف التفاعل مع المادة فهو نادرا الرصد.[٥]

[٥] السيد، ا. ح. (٢٠٠٦). مقدمة في الجسيمات الأولية

LEPTONS	CHARGE (e)	SPIN ($h/2\pi$)	MASS (MeV/c^2)
Electron (e^-)	-1	½	0.511
Muon (μ^-)	-1	½	106
Tau (τ^-)	-1	½	1784
Electron Neutrino (ν_e)	0	½	<7.3 eV
Muon Neutrino (ν_μ)	0	½	<270 keV
Tau Neutrino (ν_τ)	0	½	<35 MeV

جدول (٤) :أنواع الليبتونات وكتلها وشحنتها ولفها الذاتي

هناك ست أنواع من اللبتونات وتعرف باسم النكهات وتكون ثلاثة أجيال.

- أول جيل منها هو اللبتونات الإلكترونية وتشمل الإلكترونات (e^-) والكترون نيترينو (νe)
- والجيل الثاني هو اللبتونات الميونية وتشمل الميوون (μ^-) وميوون نيترينو ($\nu\mu$)؛
- أما الجيل الثالث فيسمى اللبتونات التاوونية وتشمل تاوون (τ^-) وتاوون نيترينو ($\nu\tau$). كتلة الإلكترونات هي أقل كتلة في اللبتونات المشحونة. أما الأثقل فهي الميونات (وتسمى أحيانا ميو ميزون وكتلتها تصل ٢٠٠ كتلة إلكترون) . ويسمى التاوون أحيانا "تاو ميزون " وهو أثقل من الإلكترون نحو ٣٠٠ مرة . وينتقل التاوون بسرعة إلى إلكترون خلال عملية تحلل جسيم: وهي عملية انتقال من حالة كتلة أعلى إلى حالة كتلة أدنى، وبالتالي تكون الإلكترونات مستقرة وهي أغلب اللبتونات المشحونة في الفضاء الكوني، في حين يمكن إنتاج الميوون والتاوون فقط عند اصطدام الجسيمات ذات الطاقة العالية (مثل تلك التي تنتج من الأشعة الكونية والاصطدامات التي تُدرس في معجلات الجسيمات).

لدى اللبتونات عدة خصائص جوهرية مثل الشحنة الكهربائية واللف والكتلة. وعلى عكس الكواركات فهي لا تخضع للتفاعل القوي ولكنها تخضع للتفاعلات الأساسية الثلاث الأخرى: الكهرومغناطيسية (ماعدا النيترينوات والتي هي محايدة كهربائيا) والجاذبية والتفاعل النووي الضعيف. لكل نكهة لبتون يقابلها نوع من الجسيمات المضادة تسمى ب نقيض اللبتون وهي تختلف عن اللبتون فقط في أنها مساوية بالحجم ومعاكسة بالشحنة. ومع هذا فإنه وفقا لنظريات معينة قد يكون للنيوترينو جسيم مضاد خاص به، ولكن حاليا لا يزال غير معروف ماإذا كانت تلك الحالة صحيحة أم لا.

اللف المغزلي لجسيمات الليبتونات هو ١/٢. ومن ثم فنظرية احصاء اللف تعني أنهم فرميونات وبالتالي تخضع لمبدأ استبعاد باولي: لا يمكن للبتونين اثنين من نفس النوع أن يكونا في نفس الحالة تماما وفي نفس الوقت. وعلاوة، فإن هذا يعني أن اللبتون يمكن أن يكون في حالتي لف وهما إلى الأعلى أو الأسفل.

هناك العديد من نظريات الحقل الكمومي مثل كهروديناميكا كمية وديناميكا لونية كمية تكون فيها الفرميونات اليسرى واليمنى متطابقة. لكن في النموذج القياسي فإن الفرميونات اليمنى واليسرى تعامل على أنها غير متماثلة الكتلة.[٦]

يبدأ كل لبتون في النموذج القياسي بلا كتلة صحيحة. أما اللبتونات المشحونة (مثل الإلكترون والميون وتاو) فإنها تنال كتلتها خلال التفاعل مع مجال هيغز، ولكن تبقى النيوترينوات عديمة الكتلة. لأسباب فنية فإن انعدام كتلة النيوترينوات يعني أنه لا يوجد خلط بين مختلف أجيال اللبتونات المشحونة كما هو في الكواركات. ويتفق ذلك كثيرا مع الملاحظات التجريبية الحالية.

[٦] .P. Cheng and L.F. Li, G. (1998). Theory of Elementary Particle Physics, Oxford

ومن المعروف أنه من التجارب – وأبرزها تذبذب النيوترينوات المرصودة – أن النيوترينوات في الواقع لها كتلة صغيرة جدا أي أقل من ٢ eV/c2. وهذا يعني أن هناك فيزياء ماوراء النموذج العياري. وحاليا الإمتداد الأكثر تفضيلا هو ما يسمى آلية التأرجح التي من شأنها أن تفسر لماذا النيوترينوات اليسرى خفيفة جدا مقارنة مع مطابقتها من اللبتونات المشحونة، ولماذا لم نر حتى الآن نيوترينوات يمنى؟ [٧]

الفصل الثاني :

الهدرونات

أما بالنسبة للهدرونات فتقسم الى مجموعتين كما ذكرنا سابقا هما الميزونات و الباريونات.

☒ **الميزونات** :جسيمات غير مستقرة، وفي أقل من جزء من الثانية بعد تكوينها مباشرة، تبدأ في الانحلال (التفكك) إلى جسيمات أخف. وقد تحمل الميزونات شحنات سالبة أو موجبة أو تكون متعادلة ، له شحنة موجبة أو سالبة أو متعادلة، وتتفق الميزونات في أن كتلتها ٢٠٠ مثل كتلة الإلكترون ولها عزم مغزلي يساوي ١.

تعتبر الميزونات جسيمات دون ذرية غير مستقرة، وتتكون من كوارك ونقيض الكوارك تربطهما القوة الشديدة . وهي جزء من عائلة جسيمات الهادرون – وهي الجسيمات المتكونة من الكواركات، والجزء

[٧] الهيجاء، ا. ع. ا. أ. (٢٠٠٥). الفيزياء الكلاسيكية، جامعة البيات.

الآخر من عائلة الهادرونات هي الباريونات – فالجسيم دون الذري يحتوي على ثلاث كواركات.

والاختلاف الرئيسي ما بين الميزونات والباريونات هو أن الميزونات لها عزم مغزلي يساوي ١ (وكذلك البوزونات)، بينما الباريون وهي فرميونات (لها عزم مغزلي ١/٢). ولأن الميزونات والبوزونات ذات عزم مغزلي ١ ، فإن مبدأ استبعاد باولي لاينطبق عليها . ولهذا السبب فبإمكانها التصرف كأنها نواقل قوة للمسافات القصيرة، وتكون جزءا من عمليات كالتفاعل النووي.

بما أن الميزونات تحتوي على كواركات ، فإنها تسهم في التفاعلات الضعيفة والقوية على حد سواء. وأيضا تسهم الميزونات ذات الشحنة الكهربائية في تآثر كهرومغناطيسي. وتصنف تلك حسب محتوى الكوارك .بالرغم من أن الميزون غير مستقر، إلا إن الميزونات قليلة الكتلة تكون أكثر استقرار من الثقيلة، وأسهل في المراقبة والدراسة في تجارب معجلات الجسيمات أو الأشعة الكونية. وهي عادة أقل ضخامة من الباريونات ، مما يعني أنها أسهل إنتاجا في التجارب، وتعطي ظاهرة الطاقة العالية بفترة أسرع مما يعطيه الباريون. فمثلا، الكوارك الساحر كان أول من تمت رؤيته في جسيم (J/ψ) سنة ١٩٧٤ .

☒ **الباريون** (baryon) :وهي كلمة إغريقية (باري) وتعني الثقيل، وسبب التسمية أنه اعتقد وقت اكتشاف الباريون بأنه أثقل الجسيمات الأولية كتلةً، وينتمي إلى عائلة الجسيمات المركبة المحتوية على ثلاث كواركات، على عكس الميزونات التي هي من نفس العائلة، بينما تحتوي على كوارك واحد وضديد كوارك واحد. ولكن يبقى الباريونات والميزونات هما جزء من عائلة جسيمات أكبر وهي الهادرونات.

عتبر الباريونات بأنها فرميونات ذات تفاعل نووي قوي وتخضع لإحصاء فيرمي ديراك، التي تطبق على جميع الجسيمات التي تتبع مبدأ باولي في الانتفاء. هذا على النقيض من البوزونات التي لا تذعن لهذا المبدأ.

تنتمي الباريونات والميزونات إلى الهادرونات، بمعنى أن جسيماتها تحتوي على كواركات، الكوارك لديه رقم باريوني $B = 1/3$، وضديده لديه رقم باريوني هو $B = -1/3$. عادة ما يشير مصطلح باريون إلى كوارك ثلاثي -يحتوي على ثلاث كواركات-

($B = 1/3 + 1/3 + 1/3 = 1$). الباريونات الشاذة الأخرى التي تم اقتراحها، مثل بنتاكوارك -وهي باريونات متكونة من أربع كواركات وضديد كوارك واحد- ($B = 1/3 + 1/3 + 1/3 + 1/3 - 1/3 = 1$)، ولكن بشكل عام وجودها ليس مقبولا. نظريا قد يكون هناك وجود لكل من: هبتاكوارك (٥ كواركات، ٢ ضديد كوارك)، ونانوكوارك (٦ كواركات، ٣ ضديد كوارك)

وقد اعتقد إلى وقت قريب جدا بأن هناك تجارب أظهرت بوجود بنتاكوارك- وهي باريونات "شاذة" مخلقة من أربعة كواركات ونقيض كوارك واحد. لكن مجمع فيزياء الجسيمات ككل لم يؤكد بوجودها على الأرجح حتل عام٢٠٠٦. وفي عام ٢٠٠٨ تم النظر بدلائل قد تكون وبشكل قوي ضد وجود بنتاكوارك المذكورة .

الفصل الثالث:

الكواركات :

قد سبق وتحدثنا عن الكواركات لكن ما هي الكواركات وما أنواعها و خصائصها التي تميزها عن باقي الجسيمات الأولية ؟؟

☒الكوارك :

هو جسيم أولي وأحد المكونين الأساسيين للمادة في نظرية النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات (المكون الآخر حسب هذه النظرية هو الليبتونات) لها كتلة ولكن أبعادها صفرية، تتم مشاهدتها عند حدوث تصادم شديد بين البروتون والإلكترون. وقد أطلق موري جيلمان هذا الاسم على الكوارك.

للكواركات جسيمات مضادة مثل بقية الجسيمات الأولية تدعى "كواركات مضادة"، حيث تتميز الكواركات والكواركات المضادة بأنها الجسيمات الوحيدة التي تتآثر مع بعضها باستخدام القوى الأربع الرئيسة الموجودة في الطبيعة. تشكل الكواركات معظم الجزء الدخلي للمادة، وهي مترابطة مع بعضها بقوى شديدة. هذه القوى التي تربط الكوارك مع بعضها البعض تدرس في فرع من الفيزياء يدعى الكروموديناميكا الكمية (بالإنجليزية: Quantum-chromodynamic QCD).

تجتمع الكواركات معا لتشكل الهادرونات، الأكثر استقرارا التي هي البروتونات والنيوترونات، وهي مكونات نواة الذرة. لا يمكن أن تظهر الكواركات بشكل مفرد حر فهي دائما محتجزة ضمن هادرونات ثنائية (ميزونات) أو ثلاثية (باريونات) مثل البروتونات والنيوترونات، وتسمى هذه الظاهرة بالحبس اللوني

(بالإنجليزية: Color confinement)، لهذا السبب فمعظم المعلومات عن الكواركات تم استخلاصها من ملاحظات الهادرونات نفسها.[٨]

للكوارك ست أنواع وتسمى بالنكهات وهي: العلوي، السفلي، الساحر، الغريب، القمي، والقعري. كل من الكوارك العلوي والسفلي له كتلة أقل من باقي الكواركات الأخرى. فالكواركات الأثقل تتحول إلى علوية وسفلية بسرعة خلال عملية تسمى اضمحلال الجسيم: حيث تتحول حالة الكتلة الأثقل إلى حالة كتلة أخف. لهذا فالكوارك العلوي والسفلي هما الأكثر استقرارا ووجودا في الكون، في حين أن الكواركات المسماة بالساحر والغريب والقمي والقعري يتم إنتاجها فقط من خلال اصطدامات عالية الطاقة (مثل المستخدمة في الأشعة الكونية ومعجلات الجسيمات).

لدى الكوارك خصائص أساسية مثل الشحنة الكهربائية والشحنة اللونية والدوران المغزلي والكتلة. فالكواركات هي الجسيمات الأولية الوحيدة في النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات التي تُظهِر جميع القوى الأساسية الأربع المسماة بالتفاعلات الأساسية وهي الكهرومغناطيسية والجاذبية والتآثر القوي والضعيف، بالإضافة إلى أنها الجسيمات الوحيدة التي لا تعد شحنتها الكهربائية مضاعفات صحيحة للشحنة الأولية. ولكل كوارك جسيم مضاد، وهو نظير مطابق له، لديه نفس قدر شحنة الكوارك ولكن بشحنة معاكسة.

فسرت هذه النظرية المقترحة الشحنة، الاندفاع الذاتي، والكتلة بشكل جيد كما نجحت في ترتيب الجسيمات الجديدة في نسق معين فبدلاً من العدد كبير من الجسيمات المختلفة الخواص الأن يوجد فقط

[٨] franzini, P. (2002). introduction to elementary particle physics, University of Rome

ثلاث كواركات أساسية (عُلوي – سُفلي – غريب)تؤلف باقي الجسيمات المكتشفة. فالكواركات تشكل الجسيمات تماماً مثلما تؤلف عناصر الجدول الدوري العناصر الكيميائي

تتم مشاهدت الكواركات عند حدوث تصادم شديد بين البروتون والإلكترون. وقد أطلق موري جيلمان هذا الاسم على الكوارك. منها ستة أنواع.

QUARK	CHARGE (e)	SPIN ($h/2\pi$)	MASS (MeV/c^2)
Up (u)	+2/3	½	2-8
Down (d)	-1/3	½	5-15
Strange (s)	-1/3	½	100-300
Charmed (c)	+2/3	½	1000-1600
Top (t)	+2/3	½	$1.8x10^5$
Bottom (b)	-1/3	½	4100-4500

جدول (٤) :أنواع الليبتونات وكتلها وشحنتها ولفها الذاتي

فالكواركات هي الجسيمات الأولية الوحيدة في النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات التي تُظهِر جميع القوى الأساسية الأربع المسماة بالتفاعلات الأساسية وهي الكهرومغناطيسية والجاذبية والتآثر القوي والضعيف، بالإضافة إلى أنها الجسيمات الوحيدة التي لا تعد شحنتها الكهربائية مضاعفات صحيحة للشحنة الأولية. ولكل كوارك جسيم مضاد، وهو نظير مطابق له، لديه نفس قدر شحنة الكوارك ولكن بشحنة معاكسة.

كان ظهور نموذج الكوارك سنة ١٩٦٤ بواسطة فرضية موري جيلمان وجورج سويج لشرح نماذج الهادرونات، وقد كان هناك دليل ضعيف على وجودها المادي حتى سنة ١٩٦٨. تمت ملاحظة جميع نكهات الكوارك الست في تجارب المعجلات؛ وقد كان الكوارك القمي هو آخر ما تم اكتشافه من الكواركات وذلك سنة ١٩٩٥ عندما تمت ملاحظته لأول مرة في معهد فيرميلاب.

بما أن الباريونات تحتوي على كواركات، فإنها ترتبط مع بعضها بتآثر قوي. على عكس من اللبتونات التي لا تحتوي على كواركات فإن ارتباطها لايحتاج أن يكون تآثر قوي. معظم الباريونات هي بروتونات أو نيوترونات التي يتكون منها معظم المادة المنظورة المتوفرة في الكون، في حين أن الإلكترونات (العنصر الرئيسي الآخر للذرة) هي لبتونات كما ذكرنا . لكل باريون جسيم مضاد نظير له (ضديد باريون)، حيث تستبدل الكواركات بكواركات مضادة نظيرة لها. فعلى سبيل المثال، يحتوي البروتون على اثنين كواركات علوية وواحد سفلي؛ ونظيره مضاد بروتون يحتوي على اثنين كواركات مضادة علوية وواحد كوارك مضاد سفلي.

تربط القوة النووية الشديدة الكوراكات ببعضها داخل الهادرون وذلك عن طريق جسيم يدعى الغلوون يحمل القوة القوية تماما كما يحمل الفوتون القوة الكهرطيسية. وعند تجميع الكواركات حيث تكون شحنة كل من الكواركات من مضاعفات $\frac{1}{3}e$ وبتجميع هذه الكواركات لتشكيل الهادرون يجب أن تكون الشحنة الكلية صفر أو عدد صحيح منe وهو أحد أهم الشروط في الهدرونات لكي توافق مبدأ باولي . بالرغم من وجود عدة أنواع من الكواركات الا أن كوننا مكون من عدد قليل منها، فجميع عناصر الجدول الدوري من كربون وأكسجين... الخ تتكون من بروتونات ونترونات والكترونات ،تحوي البروتونات والنترونات فقط الكواركينu ، dأما الكواركات الأربعة فنادراً ما تلتقط. ونلاحظ الشيء نفسه بالنسبة للبتونات ،فالالكترون هو النوع الأكثر شيوعا منها بينما باقي الأنواع كالميون والتاو من

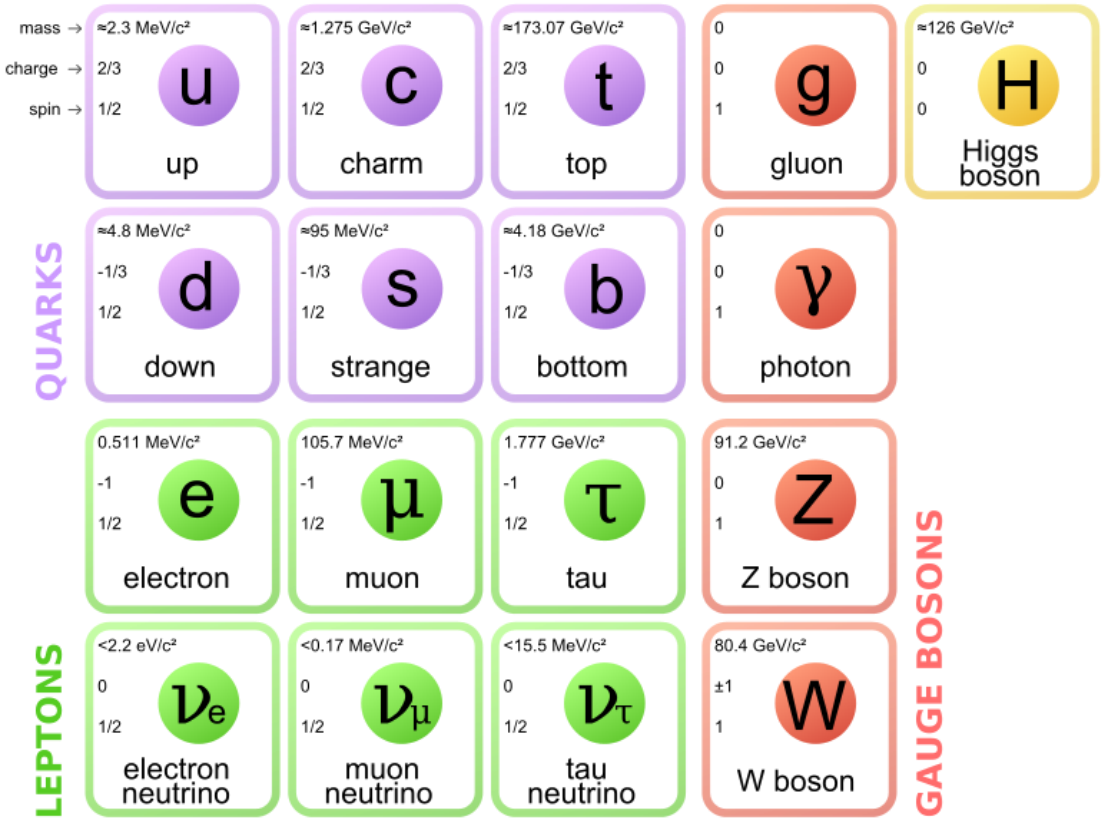
النادر أن توجد في الطبيعة ولا يزال سبب ذلك موضع بحث ودراسة.

ألوان الكواركات:

كل الكواركات لها نفس عزم الدوران الذاتي (السبين) ½ أي أنها فيرميونات (جميع الفيرميونات تملك سبين = نصف عدد فردي)،فهي اذاً تخضع لمبدأ باولي في الاستبعاد (لا يمكن لفيرميونين أن يأخذا نفس الحالة الكوانتية أي نفس الأعداد الكمومية)،لكن هناك بعض الجسيمات تحوي كواركين من نفس النوع كالبروتونات الذي يحوي كواركين up سبينيهما بنفس الاتجاه ،وحتى جسيمات تحوي ثلاث كواركات من نفس النكهة أيضا سبناتها بنفس الجه($\Delta^-(ddd)$،هذان الجسيمان سينتهكان مبدأ باولي،ولحل هذه المشكلة اقترح وجود خاصية اضافية للكوارك تدعى الشحنة الملونة، تشبه الشحنة الكهربائية الا أن لها ستة أصناف بدلا من اثنتين. وكلمة (لون) هنا هي مجرد اصطلاح فهي لا تعني اللون بالمعنى المتداول طبعاً. الألوان المخصصة للكواركات هي أحمر ، أخضر، أزرق، يجتمعون لتشكيل جسيم عديم اللون ،ففي أي باريون يجب أن تجتمع الألوان الثلاثة لتعطي اللون الأبيض، أما في الميزونات فيجب أن يتواجد اللون ومضاده.(الألوان المخصصة لمضاد الكواركات هي مضاد الأحمر مضاد الأزرق ومضاد الأخضر).أي وكأنه تم اضافة عدد كوانتي جديد يتعلق بالألوان لتلبية مبدأ الاستبعاد لباولي .هذه الخاصية الجديدة تزيد عدد الكواركات بـ ٣ مرات أكثر لأن كل كوارك يأتي بثلاث ألوان.

بالرغم من الجهود الكبيرة المبذولة لكن الى الأن لم يتم التقاط وفحص كوارك بشكل مفرد ، يعتقد العلماء أن السبب وراء ذلك هو أنه وعند درجة الحرارة العادية ستحبس الكواركات داخل الجسيمات بشكل دائم بسبب القوة النووية القوية الاستثنائية التي تمنعهم من الهرب .لذلك تتجه الجهود الحالية لتشكيل حالة مادة تكون فيها الكواركات حرة من البروتونات والنترونات تدعى بلازما غلون —كوارك ، وأبرز

المشاركين في هذه الأبحاث مشروع ALICE في مصادم الهادرونات الكبير بسيرن و مصادم الأيونات الثقيلة بسرعات نسبية في مختبر بروكهافن بالولايات المتحدة الأمريكية[٩]



الشكل رقم ١ أنواع الجسيمات الأولية مع خصائصها

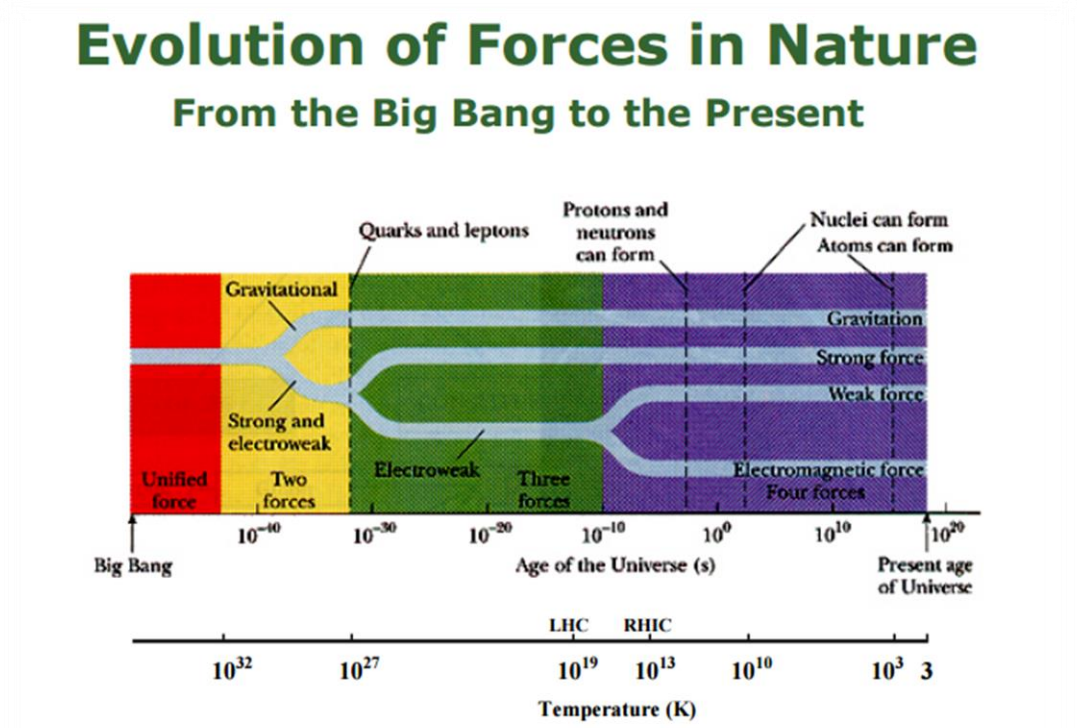
الفصل الرابع : المشكلات الفيزيائية التي فسرتها الجسيمات الأولية:

الانفجار العظيم :

إن فرضية الانفجار العظيم التي ما تزال قيد التطوير والجدل في وقتنا هذا تتحدث عن بداية نشوء الكون والتغيرات الحاصلة بعده مما أدى الى تشكل الكواكب والمجرات .

[٩] bettini, A. (2014). Elementary particle physics

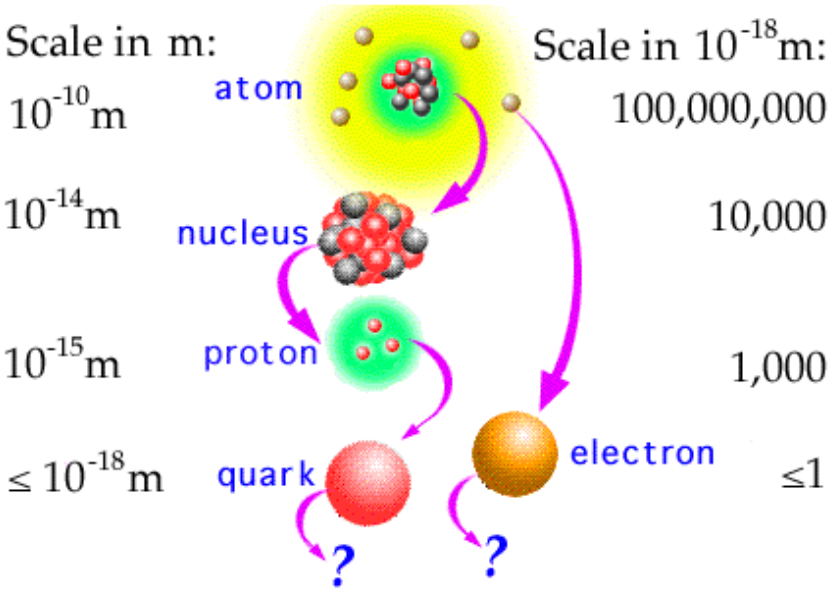
ففي هذا البحث لن نتحدث عن هذا الانفجار وتطوره لكن سنتحدث عن التغيرات التي حصلت في هذا الانفجار من حيث القوى والجسيمات التي استطاعت أن تفسرها الجسيمات الأولية



الشكل رقم (١) أشكال المادة
الانفجار النووي العظيم

فحسب المخطط التالي الذي يفسر هذا التشكل حيث بعد بداية الانفجار كان هنالك طاقة وحيدة سيطرت على الانفجار في اللحظات الأولى منه وبعد أجزاء صغيرة جدا من الوقت تتراوح بين ($10^{-60} - 10^{-50} s$) أصبحت انقسمت القوى المسيطرة الى قوى الجاذبية و قوة(نووية وكهرمغناطيسية) فيتشكل المكونين الأساسيين للمادة وهما الجسيمات الأولية (كواركات وليبتونات) ثم يبدأ تشكل باقي المواد بعد أن تقسم المواد بواسطة القوى الأساسية الأربع (النووية الضعيفة والقوية والكهرومغناطيسية والجاذبية)فتبدأ نشأة الكون فيزيئيا كما نعرفها الا أن العديد من الدراسات علة هذه النظرية ما زالت

قيد التجريب لككن الى أين ألا يوجد مادة قبل هذه المواد ألا يوجد شيء أصغر فأصغر ان معظم هذه لتساؤلات لا يمكن الاجابة عنها الى بعد وضع نظرية شاملة للجسيمات الأولية طبقا لتجارب بمسرعات وفق علاقات رياضية وان أحد أشهر هذه المسرعات مسرع سيرن بسويسرا الذي يعد أكبر مسرع في العالم وان التجارب التي درست فيه هي الدليل على أن معظم القوانين في هذا الباب فهل تستطيع هذه النظريات تفسير نشوء الكون بشكل كامل وتفسير الكون بشكل الأمثل والأبسط الذي يعطينا الربط بين الطاقات المختلفة والجزيئات



الشكل رقم ٢ أجزاء المادة

- هل الجسيمات الأولية هي جسيمات أولية بالفعل ؟

إن من الصعب الاجابة عن هذا السؤال بهذه البساطة فان الاجابة عن هذا السؤال تحتاج للاجابة عن الكثير من الأسئلة والوصول الى الكثير من التجارب في ظروف مختلفة يصعب الوصول اليها و تكلفتها

المادية عالية نسبة للتجارب المنفذة لهذه اللحظة فحتى الأن لم نستطع الوصول الى كوارك بشكل منفصل الأمر الذي يزيد حتى هذه النظريات غرابة وغموض فان الوصول لكوارك وحيد يحتاج لطاقة عالية جدا (ويحاول العلماء في المسرع الضخم سيرن الوصول لهذا الانجاز لكن الى الان لا يوجد جواب واضح حول ما هية الطاقة وكميتها التي يحتاجها) ولكن فعلى عكس ما يظن الكثير فان معظم الفرضيات الموضوعة الى الأن تقول بأن هنالك جسيمات أصغر من الكواركات و الليبتونات ولكن لا يوجد نظرية واضحة تؤكد هذه الفرضيات و تدعمها وأعتقد بأن الاجابة عن هذا السؤال تحتاج الوصول لأدق التفاصيل في الجسيمات الأولية الحالية والتي سنراها في المستقبل .

الخاتمة و الاستنتاجات :

بعد انهاء هذا البحث توصلنا للعديد من النتائج وهي أن الجسيمات الأولية المكونة للمادة هي جسيمات صغيرة ذات أبعاد تقترب من الصفرية وتتكون من الليبتونات و الكواركات وهي التي تكون الأشكال الأكبر من الجسيمات (كالهدرونات و النيترونات) .

- تتألف الكواركات فالكوارك هو جسيم أولي وأحد المكونين الأساسيين للمادة في نظرية النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات (المكون الآخر حسب هذه النظرية هو الليبتونات) لها كتلة ولكن أبعادها صفرية للكوارك ست أنواع وتسمى بالنكهات وهي: العلوي، السفلي، الساحر، الغريب، القمي، والقعري وان الكواركات لا توجد بشكل منفرد .
- أما الليبتونات فهي جسيمات أولية وتوجد بشكل منفرد وتنقسم في فئتين أساسيتين للبتونات: المشحونة منها (وتعرف أيضا بلبتونات شبيه–الإلكترون)، ومحايدة (المشهورة باسم نيترينو).
- لهذه الجسيمات(كواركات وليبتونات)خصائص كثيرة ففي الكواركات السبين والنكهة واللون والشحنة التي تميز كل منها.
- ان ظهور الجسيمات الأولية حسب نظرية الانفجار العظيم استمر لأجزاء من الثانية قبل أن تتحول للشكل الحالي و تتحكم بها القوى الاساسية الأربعة .
- لا يمكن التنبأ الى الأن معرفة اذا كانت الجسيمات الاولية هي اصغر الجسيمات لعديد من الأسباب منها هي أنه الى الأن لم نتمكن من الحصول على كوارك وحيد

المصادر والمراجع :

المصادر الأنكليزية

- bettini, A. (2014). Elementary particle physics
- franzini, P. (2002). introduction to elementary particle physics, University of Rome
- P. Cheng and L.F. Li, G. (1998). Theory of Elementary Particle Physics, Oxford.
- S, G. a. P. L. (2006). elementary particle physics, Perseus Books.

المصادر العربية :

- د السيد، حسن. (٢٠٠٦). مقدمة في الجسيمات الأولية
- أد.الهيجاء، ع. ا. أ. (٢٠٠٥). الفيزياء الكلاسيكية، جامعة البيات.
- د.طالب، عبد الله ا. (٢٠٠٨). الجسيمات الأولية أشكالها وألوانها.