تاسعًا : المادة وعكس المادة

24 إنتاج الزوج (الجسيمات وعكس الجسيمات)

24 -1 نظرية طاقات الجسيمات المتحركة (Dirac Theory)

لنتفهم ونتعمق في هذا الموضوع يجب أن ندخل أولاً في العمليات النظرية التطبيقية التي وجدها الفيزيائي الإنكليزي P.A.M Dirac سنة 1930 المنتجة من الخبرة والحل النظري والمنطقي.. فنذهب من المعادلة التي أعطيت بنسبية مجموع الطاقات المتحركة خاصة للإلكترون المظهرة بالمعادلة التالية:

$$E_e = \pm\sqrt{(m_{e0}.c^2)^2 + p^2c^2}$$

هذه المعادلة الجذرية للطاقة المتعلقة بالكتلة وسرعة الضوء والنبضة المعطاة والمقدمة بالرموز (±) الإيجابية والسلبية تدخلنا في موضوع تحرك الإلكترونات وطاقاتها الإيجابية والسلبية، ولكن هنا قبل أن ندخل بهذا الموضوع نذكر الملاحظة التالية:

الإشارة السلبية في الفيزياء الكلاسيكية تحذف دائمًا لأن هذه ليس لها قيمة فيزيائية، ولكن في هذه الحالة هذه الإشارة السلبية يجب أن نأخذها بعين الاعتبار هنا قصد الفيزيائي بهذه النظرية أن الإلكترونات بتحركها كما أنها تعطي طاقة مغناطيسية تعطي كذلك طاقات إيجابية وكذلك سلبية، ولكن ما هو المقصود بالطاقة السلبية للإلكترون التي افترضها وفكر بها الفيزيائي الإنكليزي؟ هذه الحالة الفيزيائية المهمة التي لم تكن معروفة في ذلك الوقت نشرحها بالنقاط التالية:

1 _ الطاقات التي تنتجها الإلكترونات بتحركها تعطي وتتفرع إلى محيطين:

A – محيط الطاقة الإيجابية للإلكترون المعطى بالمعادلة التالية:

$E_e \geq + m_{e0}.c^2$ هذه تساوي $E_e \geq + 0{,}511$ MeV

B – محيط الطاقة السلبية للإلكترون المعطى بالمعادلة التالية:

$E_e \leq - m_{e0}.c^2$ هذه تساوي $E_e \leq - 0{,}511$ MeV

obeikandl.com

2 _ إن المحيطين للطاقات الإيجابية والسلبية للإلكترون يفصلهما عن بعضهما البعض محيط غير مسموح حسب المعادلة التالية:

$E_e=+m_{e0}.c^2=+o,511MeV$ حتى إلى $E_e = - m_{e0}.c^2 = - 0,511\ MeV$

هذا المحيط غير المسموح لم يكن ليحجز أو يسكن من الإلكترونات لأن قيمة طاقة الإلكترونات المتحركة المتعلقة بالكتلة ليست أصغر من قيمة طاقة الإلكترونات هادئة الكتلة m_{e0} .

3 _ من الممكن لهذه الإلكترونات لما تأخذ حالة الطاقة الصغيرة فإنها عامة تصبح محجوزة في مستوى Niveau مملوء بالكامل بالطاقة السلبية، وأما الإلكترونات الباقية فلا تؤخذ بعين الاعتبار لأنها موجودة في بحر من الإلكترونات الكثيرة التي لم تقابل.

4 _ ولكن في حالة الطاقة الإيجابية يحجز قسم من هذه الجسيمات بهذه الطاقة، وهي ليست إلا الإلكترونات الباقية ويصبح مصيرها كما لو كانت في غلاف الذرة أو في أنبوب الـ Chatted Rays.

5 _ وبعملية إدخال طاقة من الخارج تستطيع جسيمة الإلكترون الانتقال من حالة الطاقة السلبية بأن تذهب وترتفع إلى حالة الطاقة الإيجابية، ومن هذه العملية أو تغير الحالة ينتج إلكترون عادي نستطيع أن نظهره، ولكن هذا المكان الذي تركته الجسيمة من المحيط السلبي للطاقة يبقى غير محجوز؛ والذي أسماه Dirac الثقب. وهذه الثقوب غير المحجوزة بتفاعل تأثيرها كأنها إلكترونات شحنتها إيجابية وسميت هذه الـ Positron. وبهذه العملية، أي افتراض Dirac، أنتج ووجد في نفس الوقت جسيمتين اثنتين.

وفي الوقت الذي الفيزيائي الإنكليزي Dirac وجد نظرية الثقوب Empty hole Theory كانت هذه الجسيمات التي أسماها Positrons لم تعرف بعد، ولكن ما وجده Dirac ليس إلا مضاربة Speculation ومعادلة هذه الإلكترونات الإيجابية

obeikandi.com

التي قال عنها إنها أفضل منه لأنها حقيقية ومنطقية ولهذا نريد أن نظهر هذه المعادلة العويصة الخطية الـ Linear Equation كما كتبت بالشكل التالي:

$$[\Psi.\Sigma\gamma_\mu.\delta/\delta x_\mu+m.c].\Psi = i.e / c.\Sigma\gamma_\mu.A_\mu.\Psi$$

وهذه المعادلة أعطي لها اسم الـ Covariant، أي المعادلة المتغيرة المساوية التالية:

$$(\Psi.\gamma_\mu\delta\mu)\Psi+i.m.c / \xi.\Psi =0$$

وهذه المعادلات الخطية لديراك Linear Equations العويصة الصعبة حَسَبَ حلها علماء الرياضيات عن طريق عمليات حل الـ Matrix .

ولكن في سنة 1932 من بعد سنتين مضت على ما وجده ديراك من جسيمات إيجابية ال Positrons جاء الشاب الفيزيائي الأميركي C.D Anderson واكتشف جسيمات مماثلة لها موجودة في الإشعاعات الفضائية. وهذا ما أثبت نظرية Dirac وهذه النظرية، نظرية الثقوب الفارغة، اتبعت فأخذت علميًّا كنظرية فيزيائية قيمة وسميت نظرية إنتاج الزوج. وهنا نشرح تحقيق وجود الجسيمات الزوج.

في سنة1933 جاء الفيزيائي الفرنسي وزوجته (1900- 1958) F.Joliot، وعن طريق الاختبار وجدا في غرفة ضباب (Wihson) ظاهرة أنتجت عن طريق العملية الفيزيائية لإنتاج الزوج بتصادم أشعة γ الحادة مع نواة الذرة:

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+$$

وهذه العملية نشرحها بالطريقة المبسطة التالية: لما الكم γ Gamma Quantum الذي من طبيعته أنه لا يحمل شحنة كهربائية، والذي يملك طاقة مرتفعة يدخل إلى غرفة الضباب أو غرفة الفقاقيع، وبمروره عامة لا يظهر أية تأثيرات على الفقاقيع أو خطوط النقاط ولم يكن منظورًا، ولما هذا الكم Quantum يقترب أو يصطدم بنواة ذرة مادة ينتج بسرعة أثرًا لخطين مكونين من نقاط ينحرف كل واحد من هذين الخطين باتجاه معاكس في الحقل المغناطيسي المسلط عليها عموديًا أي على غرفة الضباب. وهذه النقاط أو فقاقيع هذين الخطين تولد وتظهر

وتحدد حسب غرفة الضباب كتل وشحنات الجسيمات المنتجة، وكـذلك بـالأحرى طاقاتها الحركية Kinetic Energy .

وهذه العملية أظهرت أن هذه الخطوط تمثل جسيمات الـ Electrons وكـذلك جسيمات الـ Positrons كعملية إنتاج الزوج.

وهذه العملية بحد ذاتها ليست إلا عملية (من طاقة الكم أنتجت مادة)، وهذا مـا يؤكد قول أينشتين القائل من المادة تنتج الطاقة ومن الطاقة تنـتج المـادة. وهـذه العملية الفيزيائية نسميها بالحقيقة Materialization of energy وهـذه حـسب قانون أينشتين نظهرها بالمعادلة التالية:

$$\Delta m = \Delta E / c^2$$

هنا نستطيع أن نقول إنه من هـذه العمليـة الفيزيائيـة أي Materialization حصل تحويل طاقة الإشعاعات إلى كتل، وهذه الكتل موجودة في جسيمات الـزوج المنتجة من هذه العملية.

ولهذا الإنتاج أبيدت أي اسـتعملت كامـل طاقـة إشـعاع الـ γ Gamma Quantum.

خاصية إنتاج الزوج

إن خاصية إنتاج الزوج الElectrons and Protons يلزم لهذا الإنتاج طاقـة كم مرتفعة، ويجب على هذه الطاقة أن تكون قدرة طاقة حادة تـستطيع أن تقفـز المحيط غير المسموح بين:

$$+ 0{,}511 \text{ MeV} \quad \text{إلى} \quad - 0{,}511 \text{ MeV}$$

والمقصود بهـذه العمليـة لإنتـاج الـزوج أنـه يجـب وضـع طاقـة كـم Gamma Quantum .

تساوي المعادلة التالية:

$$E_\gamma = h.\nu = 1{,}022 \text{ MeV}$$

obeikandl.com

أي ما يساوي 2.0,511 = 1,022 MeV ، وكذلك لإنتاج الـزوج يجـب أن يلاحظ أن إشعاعات Roentgen لا تكفي طاقتها لإنتاج الزوج بل يجب اسـتعمال طاقة إشعاعات كم γ حادة تؤخذ من مادة مشعة، أو من غير ينابيع إشعاعات غما الحادة ذوات الطاقة المرتفعة. وهذا ما يحدث في الفضاء لإنتاج الزوج عن طريـق الإشعاعات الفضائية الحادة، وكذلك ممكن إنتاج الـزوج لمـا تكـون قـدرة كـم الإشعاعات Gamma Quantum أكبر، أي تفوق الـ1,022 MeV هنـا بهـذه العملية تظهر جسيمتا الزوج الاثنتان كطاقة حركية وهذه العمليات تعود إلى العملية التي نسميها عملية حفـظ الطاقـة، أي المقـصود بهـا الـ Energy obtain Proposition أي أنه حسب قانون أينشتين القائل بالتساوي بين الكتلة والطاقة وهذا شكل خاص من الطاقة.

وأما في حالة لما إشعاعات الـ Gamma Quantum لا تنتج الزوج وتوجـد هذه الإشعاعات بالقرب من نواة الذرة، هنا هذا الخلل يعود إلى نظريـة أو فقـرة تجمد تحرك النبض التي تحدث كذلك في عملية تفاعلات الجسيمات البدائية وهـذه حالة خاصة يجب شرحها لما كم Gamma Quantum يملـك طاقـة تـساوي 1,022 MeV يجب بتقاربه وتفاعله في حقل النـواة إنتـاج الـزوج الإلكتـرون والبوزيترون ولكن هنا لما نبض الكـم الموجـود فـي Gamma Quantum لا يستطيع أن يأخذ من الجسيمات البدائية المنتجة بل هذا النبض يعطـى أو تتحملـه جسيمة، ومن الواجب أو المفروض نقل نبض ال Gamma Quantum في هـذه الحالة بأن يأخذ النبض كاملاً من نواة الذرة القريبة ولما الجسيمة الجديدة المنتجـة تملك طاقة حركية فإن هذه تأخذ طاقة لإنتاج الزوج من نواة الذرة، والقسم المتبقي من ال Gamma Quantum يأخذه الإلكترون وكذلك البوزيترون.

هذه العملية السابقة نشرحها بالمختصر المفيد للتفهم السريع بدون تعمق، فنقول: لما إشعاع كم من إشعاعات γ الحادة قدرته تساوي أو تفوق 1,022 MeV يـسقط على ذرة مادة بالقرب من نواتها، فإن هذه النقطة تأخذ عادة مجموع طاقـة الكـم الساقطة، ولكن النواة القريبة تأخذ من هذه الطاقة قسمًا والقسم الباقي من طاقة الكم ينقسم لإنتاج الإلكترون والبوزيترون.

وهنا ما ينتج كذلك من عمليات مثل عمليات Compton effect وكذلك من عمليات الـ Photo effect لا يؤخذ هنا بعين الاعتبار إلا عملية إنتاج الزوج.

وقبل أن ننتهي من عمليات إنتاج الزوج يوجد بعض الملاحظات يجب أن نذكرها عن نظرية الثقوب الفارغة للفيزيائي ديراك، ولذلك ندخل في عمليات الثقوب في المواد نصف العازلة أو نصف الناقلة: مثلاً الـ Transistor، فهذه العمليات هنا متقاربة وتوجد بغير شكل، ويجب تفهمها من طالب الفيزياء والإلكترونيات أي أنها موجودة في غير محيط من الطاقة، ولهذا يجب أن يعرف الفرق بين العمليات المختلفة للثقوب الفارغة: مثلاً الثقوب الفارغة في المواد نصف الناقلة أو العازلة تختلف كثيرًا عن عمليات الثقوب لإنتاج الزوج؛ وهنا في نصف الناقلة فإن عملية المزج أو الخلط Recombination بين الإلكترون والثقب الفارغ لا تستعمل فيها الطاقة التي تشعع أو تبيد كطاقة إشعاعات الكم التالية Gamma Quantum المنتجة للزوج.

وعن طريق إبادة الطاقة لخلق المادة والعكس بالعكس وجدت فكرة المادة وعكس المادة.

وهذه الفكرة العلمية الفيزيائية وجدت فألزمت الاختبارات العديدة التي تقام في مراكز الأبحاث عامة وخاصة، مثلاً في CERN أتى العلماء على فكرة وجود ذرة معاكسة لذرة المياه الثقيلة الـ Deuterium، وذرة المياه الثقيلة مبنية من إلكترون واحد في غلافها وكذلك نواتها مبنية من بروتون واحد وكذلك نيوترون واحد، وهذه الجسيمات الثلاث وجد لها جسيمات معاكسة بالأمل لبناء ذرة ماء ثقيلة معاكسة أي Anti Deuterium ولكن لخيبة أمل الفيزيائيين العلماء إلى الآن لم تتحقق هذه الفكرة ولكن يجب أن يلاحظ أيضًا أنه يوجد عملية تشابه إنتاج الزوج، أي إنتاج الجسيمة وعكس الجسيمة التي نسميها Materialization، أي إبادة طاقة الإشعاعات لإنتاج الكتلة ومنها كذلك إنتاج الجسيمات التالية وعكسها:

Proton → Anti Proton .. Neutron → Anti Neutron

ووجود الجسيمات المعاكسة عن طريق إبادة كم الإشعاعات هذه لم تعاكس أو تبيد أفكار الفيزيائيين والمفكرين بل ولذلك خلقت فكرة إنتاج كميات من الجسيمات المعاكسة، مثلاً جسيمات ال Anti Proton لإنتاج الطاقة أو لوجود صاروخ كبير يماثل سفينة نوح ليحمل البشر الباقين من بعد حرب نووية إلى كواكب تسكن غير معروفة بطاقة عظمى إلكترومغناطيسية حددت فكريًّا وتطبيقيًّا عن طريق تصادم جسيمة بعكس جسيمة معاكسة لها مثلاً جسيمات البروتون وعكس البروتون المعطاة بالمعادلة التالية:

$$p- + p+ \rightarrow 2\gamma$$

وطاقة الإشعاع هذه ليست إلا طاقة إشعاعات 2γ الإلكترومغناطيسية قصيرة الموجات ويعطى لهذه الطاقة اسم الطاقة الإشعاعية المستعملة كتلة المادة بكاملها، بعكس ما ينتج من انشطار المادة. وقبل أن ندخل في موضوع كيف وجدت هذه الطاقة؟ أحببت بصفتي مدرسًا جامعيًّا مختصًّا كذلك في موضوع المادة وعكس المادة الذي درسته سابقًا في ألمانيا الغربية أن ألفت نظر الطالب الفيزيائي بمثل تطبيقي لتفهم ما يستعمل من وقت وتكاليف مادية لإنتاج كمية من مليغرام واحد من جسيمات البروتون المعاكسة Anti proton .1 m.gr، لنأخذ مثلاً عن إنتاج جسيمات البروتون المعاكسة، وهذه العمليات تقع تحت حفظ أسرار الأبحاث العلمية الجديدة، إن مركز الأبحاث الأميركي Fermi Lab المبني من عديد من المسرعات ذوات الطاقات المرتفعة Accelerators التي تعمل عملاً متواصلاً بدون توقف لإنتاج كمية كبرى من الجسيمات المعاكسة، ويعمل هذا المركز تقريبًا فوق أربعة آلاف ساعة في السنة إذا لم يحدث إزعاج أو خلل في العمليات أو تخرب في المعدات، حتى ينتج كمية من الجسيمات المعاكسة تعادل 2.10^{14} Anti Proton جسيمة، أي أنه في الوقت الذي عدد 6.10^{14} Anti Protons يعادل أو يزن كتلة تساوي gr 10^{-9} وأما الطاقة الواجب استعمالها لإنتاج هذه الكمية تساوي تقريبًا 1.GeV، وكذلك الوقت اللازم لإنتاج مليغرام واحد لا غير يلزم ثلاثة ملايين سنة حسب ما هو موجود من معدات لهذا الوقت في مركز الأبحاث الأميركي لما يكون الإنتاج السنوي يساوي تقريبًا 2.10^{14} Anti Protons حسب الحل، وكذلك لما

وزن مليغرام واحد يعادل 6.10^{+20} جسيمة، يلزم وقتاً يساوي 3.10^{+6} سنة لإنتاج هذه الكمية من مليغرام واحد لما يكون الإنتاج في السنة حسب الحل والمعادلات يساوي:

2.10^{+14} Anti Proton

10^{-9} gr = 6.10^{+14} Anti Protons

6.10^{+20} Anti Protons = 1.mgr Anti Protons

$6.10+20$ .1a / 2.10^{+14} = 3.10^{+6} a

وأما الطاقة الموجبة لإنتاج مليغرام واحد من جسيمات البروتونات المعاكسة يلزم طاقة ما فوق GW 1000 في السنة، إذا كان كل مولد من المفاعلات النووية يعطي طاقة في السنة تساوي 1GW. لهذا يلزمنا تشغيل ألف مفاعل نووي في السنة لإنتاج مليغرام واحد من جسيمات البروتون المعاكسة، وأما الطاقة الواجبة لهذا الإنتاج بوحدة الجول تساوي Joule 2.10^{+19}، أما الطاقة الموجودة في مليغرام واحد Anti Proton تساوي Joule 2.10^{11} وهذه ما تعادل طاقة انفجار لكمية 44000 kgr من TNT.

24 - 2 التشعع

إن قانون أينشتين القائل بتساوي الطاقة بالكتلة لم يكن الوحيد كما ذكرنا قبلاً لإنتاج المادة من الإشعاعات أي Materialization، ولكن بالعكس كذلك تحويل المادة إلى طاقة، وهذا ما شرح في تفهم عمليات انشطار النواة وكذلك في الانصهار. وفي هذه العمليات استعمل قسم صغير من مواد الاحتراق، وفي هذا القسم نشرح عملية مشابهة، والتي نسميها عملية التشعع؛ أي تحويل المادة كاملة إلى إشعاعات. وبعملية التشعع نفهم تحويل جسيمات المواد إلى إشعاعات إلكترومغناطيسية في الوقت الذي مجموع كتل الجسيمات حسب قانون أينشتين القائل بتساوي الكتلة بالطاقة تتحول المواد وتصبح إشعاعات إلكترومغناطيسية حسب المعادلة التالية:

$$E = mc^2$$

ولوجود الطاقة لقد سبق وذكرنا أن التشعع يحدث عن عملية تـصادم الجـسيمة بعكس الجسيمة، مثلاً في حالة تصادم الإلكترون بجسيمة البوزيترون:

$$e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$$

فإن طاقة الإلكترون تساوي:

$$E_e = m_e c^2 = 0{,}511 \text{ MeV}$$

ومجموع طاقات الإلكترون والبوزيترون من بعد التـصادم تـساوي المعادلـة التالية:

$$E\gamma(\pm) = 2.m_{ep}c^2 = 2.\ 0{,}511 = 1{,}022 \text{ MeV}$$

أما طول موجة الإشعاع المبيـد النـاتج مـن تـصادم جـسيمات الإلكتـرون والبوزيترون تساوي حسب معادلة بلنك Planck Equation المعادلة التالية

$$= E\gamma = h\nu = hc / \lambda = m_e c^2$$

$$\lambda_e = h / m_e c = 2{,}4262.10^{-12} m$$

هذه الموجة نسميها طول موجةCompton للإلكترون والاصطلاحات التاليـة تساوي:

وحدت بلنك تساوي: $h = 6{,}6262.10^{-34}$ Joule Sec

الكتلة الهادئة للإلكترون تساوي: $m_{e0} = 9{,}1095.10^{-31}$ kgr

سرعة الضوء في الفراغ تساوي: $C = 2{,}997925.10^{+8}$ m/Sec

لوجود طاقة تشعع تصادم الجسيمات الثقيلـة Proton Anti Proton وكـذلك جسيمات الـ Neutron Anti Neutron نريد هنا أن نشرح الحل العلمي وكيـف وجدت هذه الطاقة ؟

من المعروف من الدراسات السابقة للجسيمات أن كل جسيمة تملك كتلة هادئـة خاصة بها، وإذا أردنا أن نعرف طاقة كل جسيمة يجب علينـا أن نعـرف الكتلـة الهادئة والكتلة الحركية لجسيمات النيوترون والبروتـون التـي تـساوي حـسب المعادلات التالية:

الكتلة الهادئة Proton and Anti proton.$mp_0 = 1{,}6726.10^{-27}kg$

الكتلة الهادئة Neutron and Anti Neutron.$mn_0 = 1{,}6749.10^{-27}kg$

$$m_p = m_{p0}/\sqrt{1-v^2/c^2} \quad . \quad m_n = m_{n0}/\sqrt{1-v^2/c^2}$$

وطاقة التشعع المبيد لكل جسيمة على حدة تساوي حسب معادلة أينشتين المعادلة التالية:

$$E\gamma = (m_0/\sqrt{1-v^2/c^2}).c^2 = kgr.m^2/Sec$$

$$1\ Joule = 1W\ Sec = 1kg.m^2/Sec = 6{,}24.10^{+18}\ eV$$

$$E_{\gamma p} = m_{p0}c^2 = 938\ MeV$$

$$E_{\gamma n} = m_{n0}.c^2 = 938\ MeV$$

ولإنتاج Proton and anti Proton وكذلك Neutron and Anti Neutron يلزمنا إشعاع كم Gamma Quantum يساوي:

$$E\gamma = 2.\ 938 = 1876 \approx 1{,}88\ GeV$$

ولكن لكل إشعاع موجته الخاصة، فإن طول موجة كل إشعاع حسب معادلة بلنك يساوي:

$$\lambda_p = h/m_p.c = 1{,}321.10^{-15}\ m$$

$$\lambda_n = h/m_n.c = 1{,}320.10^{-14}\ m$$

وهذا يعني أن الجسيمات البدائية تنتج عن طريق الMaterialization للطاقة، ولهذا تنتج عملية الزوج الجسيمات وعكس الجسيمات وهذه الجسيمات لها ميزاتها التالية:

1- هذه الجسيمات وعكسها تملك نفس الكتلة وكذلك نفس العمر النصفي المتوسط وخاصية نفس الدوران الذاتي الـ Spin .

2- هذه الجسيمات وعكسها ممكن أن تكون مشحونة أو غير مشحونة بنفس القيمة ولكن بتغير العلامات أو الرموز.

3- إن هذه الجسيمات وكذلك الجسيمات المعاكسة تملك نفس عدد الـBaryon ولكن متعاكس وكذلك نفس عدد الـ Lepton وكذلك متعاكس.

تكتب رموز الجسيمات وعكس الجسيمات بالطريقة التالية:

Electron (e^-) and Positron (e^+)

Proton (p) and Antiproton (p)

Neutron (n) and Antineutron (n)

إن عمليات التشعع وكذلك عمليات إنتاج الزوج علوم مهمة تخص الفيزياء الحديثة التي أبانت وسهلت للفيزيائيين خاصة في مجال أو محيط علم الجسيمات البدائية تعمقًا منتجًا ومفيدًا نذكر منها النقاط التالية:

1 – الـ Electrons and Positrons أظهرت لنا عالم الجسيمات البدائية.

2 – هاتان الجسيمتان هما جسيمتان ثابتتان.

3 – ولكن بتصادم الإلكترون والبوزيترون يحدث بسرعة عملية تشعع بإنتاج طاقة مرتفعة.

ولهذا السبب يجب ألا تتقارب الإلكترونات والبوزيترونات أو توجد في مكان واحد.

4 – على الأرض يوجد كثير من الإلكترونات ولكن Positrons توجد في الفضاء الكوني.

وهنا ما ذكرناه من تساوي النماذج System Symmetry لبناء مواد العالم الطبيعي، ولهذا نريد بأن نوسع هذا الموضوع، نقول لما وجدنا أن الجسيمة وعكس الجسيمة لهما نفس الميزات والصفات الفيزيائية، فأي سبب يمنعنا من أن نجد كذلك فيزيائيًّا ذرة بعكس الذرة ؟

كما يوجد في جسيمات مواد الطبيعة العاديةElectron Proton Neutron ولهذا السبب نطرق موضوع المادة وعكس المادة.

24 - 3 المادة وعكس المادة

إن ما يجب أن نفهمه عن المادة وعكس المادة أي أن هناك مواد عكس المادة، لها ذرات مبنية من جسيمات معاكسة تشابه بناء ذرات المواد العادية المبنية من

الجسيمات البدائية الطبيعية. ولهذا بعض الأمثلة:

1 – ذرة الهيدروجين المعاكسة Anti Hydrogen Atom نواتها مبنية من الجسيمات المعاكسة التالية من Antiproton، وكذلك من Antineutron وفي غلاف هذه الذرة توجد جسيمة الـ Positron.

2 – وكذلك لبناء ذرة الهيدروجين الثقيلة المعاكسة أي Anti Deuterium Atom كذلك يوجد في نواتها Antiproton، وكذلك Antineutron، ويوجد في غلاف هذه الذرة الثقيلة كذلك جسيمة الـ Positron.

3 – وأما كذلك ذرة الـ Helium العادية يوجد في نواتها 2.Antiprotons، وكذلك 2.Antineutrons، وفي غلاف هذه الذرة المعاكسة يوجد 2.Positrons وهنا نستطيع أن نقول إنه من الممكن بناء ذرة معاكسة أو كذلك مادة معاكسة ولكن يلزمنا جسيمات معاكسة (Anti Particles (Neutrons ,Protons ,Electrons تملك أو عندها صفات وميزات الجسيمات العادية، مثل صفات الـ Proton الثابتة والخبرة أظهرت إمكانية إنتاج المادة من الطاقة وهذا يحدث عن طريق إنتاج الزوج وهذه العملية تشبه عملية التكوين العام من المادة وعكس المادة ومنها الأرض والنموذج الشمسي، أي المسمى Sun System، وكذلك طريق Milk Street المبنية من المواد العادية. ولكن نموذج النجوم Stars System من المكن أن يكون هذا مبنيًّا من عكس المادة لأن إرسال بث الضوء من المواد المعاكسة Anti Matter يشبه ما تشعه المواد العادية.

ولهذا غير ممكن عن طريق البصريات Optic اختبار وتحديد مواد النجوم بعيدة المدى، ومعرفة هل هي من مواد عادية أو من مواد معاكسة. ولكن في عملية تصادم نجم من مواد عادية مع نجم من مواد معاكسة، والمعروف علميًّا أي تصادم مادة وعكس المادة.. ومن هذا التصادم يظهر تشعع وإبادة بسرعة كتلة المادة، وهذه تتحول إلى إشعاع ولكن هذه العملية إلى الآن لوقتنا الحاضر لم تحدث، ولكن بعض النيازك Meteor's بسقوطها على الأرض تترك حفرًا واسعة المحيط، ومن عملية الاصطدام هذه مع مواد الأرض العادية لا يبقى منهم بتاتًا أي أثر

ولكن هذه المادة أشعت وهذه الـ These لم تكن مقنعة لأنه عن طريق التشعع فإن النيازك باصطدامها إذا كانت Anti matter بمواد الأرض يجب أن تنتج طاقة حرة كبرى، وهذه بحد ذاتها تحدث تفاعلات متسلسلة وكذلك إنتاج مواد مشعة، وهذه العمليات التي كانت منتظرة فيزيائيًا لا يوجد منها أثر. وعملية إنتاج الجسيمات المعاكسة في المختبرات ليست نهاية المطاف العلمي ومن الممكن يومًا ما أن يتمكن العلم والفيزيائيون بأن يجدوا طريقة لبناء الذرة المعاكسة Anti Atom.

حتى نستطيع بأن نقول إنه يوجد على الأرض مادة وعكس المادة ؟

24 - 4 النيوترينو وعكس النيوترينو
Neutrino and Anti Neutrino

هذه الجسيمة الNeutrino التي مرت عدة مرات أمامنا في عدة تفاعلات وعمليات اضمحلال يجب الآن أن نبين وكذلك نظهر كيف وجدت هذه الجسيمة، والتعرف على ميزاتها وخاصيتها إلخ.. إن تاريخ اكتشاف هذه الجسيمة يعود إلى سنة 1931، وهذه الجسيمة اكتشفت حسب اختبارات ومراقبة الفيزيائي W.Pauli في عمليات إنتاج واضمحلال الإشعاعات المنتجة من نواة الذرة ولقد ظهر ومن المعروف بأن نوى المواد المشعة تبث إشعاعات جسيمات β بشكل طاقة متتابعة متفرعة حادة إلى ضعيفة، وعن طريق الاختبارات إبان وجود فرق طاقة قبل وبعد اضمحلال الإشعاعات β، وكذلك يوجد نفس الطاقة E_0 العظمى في كل نوع من أنواع الاضمحلال؛ ولكن في جسيمات β التي تملك طاقة صغيرة وجد نقص طاقة. ولكن الفيزيائي بولي فكر في هذه الحالة بأن نواة الذرة في نفس الوقت لما تبث جسيمات β تبث كذلك غيرها من الجسيمات طاقاتها تساوي الفرق المفقود من الطاقة.

وهذا الفرض أي الـ Hypotheses يقول بأن كل جسيمة لا تملك شحنة كهربائية نسميها الـ Neutrino، ولتفهم عمليات بث واضمحلال جسيمات β لإنتاج النيوترنيو المتعلقة بالطاقة نظهرها بالمعادلات التالية:

$$_{Z}X^{A} \rightarrow {}_{Z+1}X^{A} + e^{+} + \nu^{-}$$

والاصطلاحات التالية تساوي:

$_{Z}X^{A}$ = عنصر مشع عدده النظامي يساوي Z وعدده الذري يساوي A

$_{Z+1}X^{A}$ = عنصر مشع عدده النظامي يساوي Z+1 وعدده الذري يساوي A

Positron = e^{+}

Neutrino = ν

ولهذا نقول: لما عنصر مشع Radio Nucleons يبث جسيمات ال Positron ينتج مع هذا البث في نفس الوقت كذلك جسيمات ν = Neutrino Symbol وهذا الفرض Hypotheses أو العملية أثبتها الفيزيائي الإيطالي E.Fermi (1909 – 1954) بعد الخبرة لما تبث جسيمة Neutrino من نواة الذرة يبث كذلك إشعاع كمي Quantum Ray من غلاف الذرة؛ وقدر هذين الاثنين أي الإشعاع وكذلك الكم يرتفع في حالة عملية البث في الوقت الذي الحل العلمي للمعادلات التي تتعلق بنظرية حقل الكم Quantum Fled Theory لبث ال Neutrino استطاعت أن ترتب وتنظم اختلاف كل قيم الطاقة المستقيمة في عملية اضمحلال جسيمات β .

ولكن تابع Fermi بتفكيره القول بأن عملية اضمحلال β حالة قوة طبيعية غير معروفة ولم تعرف ولم توجد بين القوى الفيزيائية التي نعرفها الموجودة عندنا، مثل قوة جاذبية الأرض Gravitation وكذلك القوة الإلكترومغناطيسية، وقوة نواة الذرة. وهذه القوى نسميها القوى ضعيفة التأثير وهي توجد بين الجسيمات البدائية. هذه القوى سوف نأتي على ذكرها وشرحها في قسم خاص تابع لهذا الدرس نسميها تفاعلات جسيمات الـ Neutrino مع كل المواد وهذه القوة خفيفة جدًّا لا تكاد تذكر وعمليات تفاعل هذه الجسيمات مع المواد إذا وجدت صعب جدًّا إظهارها لأن كل جسيمة منها تعمل بحد ذاتها أو بالعكس وجسيمات الـ Neutrino هذه عندها ميزة خرق خاصة، تستطيع خرق طبقات عديدة من المواد القاسية وحتى من الممكن خرق الكرة الأرضية من غير أن تترك أي تفاعل

إن كل إنسان عادي على وجه الأرض يخترق جسمه كل ثانية 1 Billion Neutrino جسيمة ساقطة من الكون Cosmos بدون أي تفاعل مع أي عضو من أعضاء جسم الإنسان. وهذه الجسيمات بالمقابل عندها القدرة بأن تخترق طبقة من مادة الرصاص سمكها فوق الـ 10 Billions Km كلم كذلك بدون تفاعل. وهذه الجسيمات لم يستطع إظهارها في غرف الضباب أو الفقاقيع كما أنها بقيت لوقت طويل غير معروفة حتى اكتشفت اختبارًا، والفيزيائيون يؤكدون فرض وجودها عن طريق (حفظ أسس الطاقة)، وكذلك النبض والنبض الدائري وما يتبع؛ لأن عملية حفظ أسس الطاقة تؤكد وجود جسيمات الـ Neutrinos. وعلاوة على ما ذكرناه عن وجود الـ Neutrino حسب مراقبة Pauli في عملية اضمحلال β عن طريق فروق قيم الطاقة، يوجد كذلك عديد غيرها من التفاعلات التي تنتج الـ Neutrino and Antineutrinos وأفضل اختبارات موجودة لإنتاج.. Neutrino هي المفاعلات النووية؛ لأن كل مفاعل منها أفضل منبع على الأرض لإنتاج الـ Neutrinos وسبب هذا الإنتاج يعود إلى أن عملية انشطار كل نواة ينتج من انشطارها جسيمات عديدة عن طريق النيوترونات وخاصة عن طريق اضمحلال β ينتج عدد كبير من الـ Neutrino .

ولهذا نأخذ الشرح الفيزيائي التالي من المعروف في علم المفاعلات النووية عن عملية اضمحلال β يوجد ست 6 مرات اضمحلال لهذه الجسيمة في كل انشطار نواة ذرة وإذا كان مفاعل نووي ينتج طاقة قيمتها تساوي 100 KW، وفي كل مرة يحدث 3.10^{+12} عملية انشطار في الثانية حسب تفاعلات النيوترونات التالية:

$$n \rightarrow p + e^{-} + \nu$$

فإن ما ينتجه هذا المفاعل في الثانية من جسيمات الـ Neutrino يساوي الكمية التالية حسب الحل التالي:

$$6 \,.\, 3.10^{+12} = 18.10^{+12} \text{ Neutrinos}$$

هذا الموضوع يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار لأن ما تنتجه المفاعلات النووية من Neutrino، وكذلك ما يوجد حولها من إشعاعات γ وإشعاعات النيوترونات، وما تبثه الأرض وحيطان البيوت، وكذلك ما يسقط من الكون، ولهذا السبب عن

طريق الاختبارات والقياسات لم نعد نستطيع بأن نحدد ما يتبقى من جسيمات الـــ Neutrino إن وجـــود الـــ Neutrino وكـــذلك الجـــسيمات المعاكـــسة الـــ Antineutrinos حسب الخبرة هذه الجسيمات جسيمات عجيبـــة حتـــى الآن لـــم نستطع معرفة ميزاتها الخاصة ولم نستطع تحديدها. ولكن بالأحرى نقول يوجد من هذه الجسيمات نوعان وجدا في عمليات اضمحلال الجسيمات البدائية؛ النوع الأول منهما أنتج من اضمحلال β ، والنوع الثاني أنتج كما ذكر في القسم الـــسابق مـــن اضمحلال الـــ Myon التي رمزها (symbol = μ)، وهـــذه الجـــسيمة تكـــون مشحونة إيجابيًّا أو سلبيًّا، كتلتها أكبر 207 مرات من كتلة الإلكترون، وهي جسيمة غير ثابتة وعن طريق اضمحلالها تنتج المعادلة التالية:

$$\mu^{\pm} \rightarrow e^{\pm} + \nu + \nu''$$

ولقد فكر بوجود جسيمة Neutrino في هذه العملية وكـــذلك Antineutrino وبسبب وجود الاثنين يجب أن يحدث تشعع حسب المعادلة التالية:

$$\mu^{\pm} \rightarrow e^{\pm} + \gamma$$

ولكن عملية هذا التفاعل والتشعع لم تحدث ولقد غلَّب هنا العلم وجود نوعين من جسيمات الـــ Neutrinos، الأولى منها والمعروفة أنتجت من اضمحلال β، وكذلك الجديدة التي أنتجت من اضمحلال جسيمة الـــ Myon ولكن بتقارب هذين الاثنين لم ينتج أي تفاعل أو تـــشعع، وكـــذلك بـــث Gamma Quantum، وهـــذا الـــ Hypotheses ظهر عن طريق التجربة تطبيقيًّا Experimental.

حسب تفكيري الخاص هذه ميـــزة فيزيائيـــة خاصـــة أســـميها بفقـــد التفاعـــل بين Neutrino وكذلك Zwicker Anti Neutrino ، أي الخروج عن القاعدة (لا ذكر ولا أنثى).

والآن يوجد أربعة أنواع من الـــ Neutrinos مشتق منهم اثنان من Electron وكذلك اثنان من الـــ Myon حسب الاصطلاحات التالية:

Electron - Neutrino ν and ν
Myon - Neutrino ν_{μ} and $\nu_{\mu+}$

والاضمحلال عن طريق جسيمات الـــ Myon نضعها للتفهم بالمعادلات التالية:

$\mu^- \rightarrow \quad e^- + \nu_\mu + \nu_e$
$\mu^+ \rightarrow \quad e^+ + \nu_e + \nu_\mu$

موضوع جسيمات الNeutrinos لا نستطيع أن نقول إنه انتهى فهمها بدون إثبات تعلقها بالجسيمات البدائية، ولهذا يوجد كثير من الأسئلة لم يُجَبْ عنها بعدُ لا منطقيًّا ولا فيزيائيًّا، ولهذا نقول إن هذا الموضوع من الممكن أن يُحل يومًا ما كما هو الحل الموجود بالبصريات Optic للأبحاث الفضائية يوجد كذلك. Neutrinos Astronomy

24 . 5 التفاعلات بين الجسيمات البدائية

إنه من الصعب شرح كل عملية فيزيائية بالحرف والجملة والعدد، خاصة هنا التفاعل الفيزيائي، إذا لم يُتبع الشرح الفيزيائي بأمثلة منطقية وتطبيقية مقنعة. ولذلك نأخذ مثالاً لتفهم التفاعلات والجاذبية وغيرها، نشرحها بالأمثلة التالية:

1 – نأخذ كتلتين مختلفتين كتلة الأرض وكتلة القمر، وحسب قانونNewton وبسبب قدرة حقول الجاذبية بين القمر والأرض يوجد تفاعل الجذب أي الـــ Gravitation بين الاثنين.

2 – وكذلك عندما تؤثر شحنتان كهربائيتان على حقول بعضهما البعض حسب قانون Coulomb نقول يوجد تفاعل Coulomb بين الاثنين.

وكذلك الجسيمات البدائية هناك تأثيرات تفاعلية بين بعضهم البعض، وتفاعل هذه التأثيرات نسميها ميزات وخصوصيات الجسيمات البدائية. وهذه الأنواع من التفاعلات الأساسية نظهرها حسب الترتيب التالي:

1 – تأثير تفاعلات قوى الجاذبية.
2 – تأثير تفاعلات القوى الخفيفة.
3 – تأثير تفاعلات القوى الإلكترومغناطيسية.
4 – تأثير تفاعلات القوى الحادة.

وأما خاصية تأثيرات تفاعلات القوى الموجودة بين الجسيمات البدائية نشرحها بالنقاط التالية التي نأتي على ذكرها وتفاعلها: في الوقت الذي تأثيرات قوى جاذبية

الأرض وكذلك تأثيرات القوى الإلكترومغناطيسية تملك مسار طريق طـــويلاً فـــإن القوى التفاعلية الخفيفة تملك مسار طريق قصيرًا محدودًا.

وقوى الجاذبية تعود إلـــى نتـــائج متعلقـــة بتـــأثيرات قـــوى جاذبيـــة الأرض Gravitation، وكذلك التأثيرات الناتجة من القوى الإلكترومغناطيسية. وهذه القوى تستطيع بتفاعلها أن تضم عددًا كبيرًا من قوى نـــوى الـــذرات وتعطـــي تـــأثيرات microscopy، وكذلك ما يتبع على أن كـــذلك قـــوى جاذبيـــة الأرض والقـــوى الإلكترومغناطيسية تـــدخل كـــذلك فـــي الأجـــسام المعطـــاة والمعروفـــة بالـــــ microscopy's ولكن خاصة تأثيرات القوى الخفيفة وكذلك القوى الحادة تفاعلاتها في هذا المحيط غير ممكنة بين الجسيمات القريبة من بعضها البعض.

وحتى نتفهم عمليات تفاعلات هذه القوى بين الجسيمات البدائية نأخذ مثالاً ممـــا ذكر في البداية عن تفاعلات قوى الجاذبية وكـــذلك قـــوى الإلكترومغناطيـــسية.. ولهذا نأخذ من الجسيمات البدائية مثلاً اثنين من البروتونات Protons .2، ونعطي لكتل هذه الجسيمات (نقطة كتلة) والمسافة بين الاثنين تساوي $r = 1\ Fermi = 10^{-15}\ m$، فإن قوة الجاذبية Gravitation power الموجودة بين الاثنـــين تـــساوي المعادلة المظهرة التالية:

$$P_{Gr}=G.m_p^2 / r^2=6{,}67.10^{-11}m^3kg^{-1}Sec^{-2}.(1{,}6726.10^{-27}kg/10^{-15}m)^2=$$
$$P_{Gr} = 2.10^{-14}\ Newton\ .\ (G = Gravitation\ Constant)$$

ولكن في حالة لما يوجد بين جسيمتي البروتون الاثنتين تأثيرات قوى كولومـــب فإن قدرة تأثير تفاعلات Coulumb power تساوي المعادلة التالية:

$$P_{Co} = 1 / 4\pi\varepsilon_0.e^2/r^2 =$$
$$P_{Co} =1 / 4\pi.8{,}85.10^{-12}\ C.V^{-1}m^{-1}.(1{,}6026.10^{-19}C/10^{-15}m) =200N$$

وهذه الأمثلة حسب الحل أظهرت بأن تأثيرات تفـــاعلات قـــوى الجاذبيـــة P_{Gr} صغيرة جدًا بالنسبة لتأثيرات القوى الإلكترومغناطيسية، ولهذا نقـــول بـــأن قـــدرة الجاذبية بين الجسيمات البدائية لصغرها نستطيع أن نـــستغني عنهـــا. إن القـــدرة الإلكترومغناطيسية توجد بين كل الجسيمات البدائية، وهذه القدرة تحمل كذلك معها حقولاً مغناطيسية خاصة في الجسيمات المشحونة. ولكن في بعض المرات يوجـــد

خروج عن القاعدة في بعض الجسيمات المحايدة مثل النيوترونات تظهر فيها التأثيرات المعروفة بالإلكترومغناطيسية. ولقد ذكر وشرح في درس سابق بالقرب من نوى الذرات بأن هذه القوى تتجمع وكذلك تخرج كقوى تبادل بين الـ Neucleons ، في الوقت الذي في حالة تفاعلات القوى الواجب وجودها كالقوى الإلكترومغناطيسية هنا الMesons ظهرت بشكل حقل كمي أي Quantum Field وقبل هذه العمليات كانت إشعاعات الفوتونات الساقطة Photons كحقل كمي وهذا ما يقصد، أي أن التفاعلات الإلكترومغناطيسية مع الجسيمات غير المتحركة تبث فوتونات، وكذلك في نفس الوقت تلتقط فوتونات؛ وعملية تبادل الفوتونات هذه عن طريق البث والالتقاط لا يمكن إظهارها واختبارها تطبيقيًّا، ولكن ظهرت بشكل نموذج متشابه منقول نسميه الـ Interpretation. ولهذا نقول عن هذه الفوتونات بعمليات تبادلها إنها فوتونات وهمية Virtual Photons.

تفاعلات القوى الحادة

إن تفاعلات القوى الحادة تدخل كقوى معاكسة للقوى الإلكترومغناطيسية خاصة في محيط نواة الذرة وكذلك بين الجسيمات البدائية. وبسبب قصر مسار هذه القوى فإن تفاعلات هذه تعمل بين الأجسام الmicroscopy تأثيرات خفيفة، وهذه من خاصتها تجميد القوى بين بروتونات ونيوترونات نواة الذرة، وهذا هو المثل القاطع على خاصية القوى الحادة.

ويوجد عديد من عمليات تجمد القوى لم نأتِ على ذكرها، بل في الوقت الحاضر نقول: كل الجسيمات الموجودة في قسم الـ Hardron تجمعها تفاعلات القوى الحادة، وبالنسبة لعمليات التفاعل مع قوى النوى فقد ذكر بأن الفيزيائي الياباني Yukawa فكر وجرب بأن عملية التفاعل عملية تبادل مشابهة Interpretation لوجود القوى الإلكترومغناطيسية.

وهذه الفكرة تطورت وحسنت في بعض النقاط، ولكن بالحقيقة بقيت هذه الفكرة، أي نظرية الفيزيائي الياباني للتفاعلات بين الجسيمات بأخذه واستعمال الحقل الإلكترومغناطيسي كحقل كمي مؤلف من الفوتونات التي هي حاملة التفاعلات

الإلكترومغناطيسية، وهذه النظرية العلمية ليس لها حل. ونكتفي بأن نقول عن هذه الجسيمة البديلة Meson إن كتلتها تساوي تقريبًا 200 مرة كتلة الإلكترون، وفرض Hypotheses لهذا اسم هذه الجسيمة Meson وكذلك حسب هذه النظرية العلمية بأن كل تفاعل يحدث عن القوى الحادة يعطي جسيمة الـ Hardron التي تستطيع بث الـMeson وكذلك التقاطها وبث هذه الـ Meson يحدث بسرعة فلا يمكن رؤيتها أو قياسها ولهذا هنا في هذه الحالة نتكلم عن البث الوهمي Virtual Emission والمحيط أو المكان الذي تكون هذه موجودة به وتبث منه هذه الـ Meson سمي حقل الYukawa Field وهذا الحقل موجود به جسيمات الـ Hardron متقاربة جدًّا، وهنا يوجد التبادل بالتفاعل عن طريق القوى الحادة وفي هذا الحقل جسيمات الـ Menson تأخذ مكانًا بشكل Kit متماسكة متعلقة بالـ Hardron ولهذا نقول بالمختصر المفيد إن تفاعلات القوى الحادة تقوم بتفاعلها في الـHardron كعملية تبادل الـMesons الوهمية. وبعد الخبرة والقياسات تبين أن القوى الحادة تساوي تقريبًا 10^{+2} مائة مرة القوى الإلكترومغناطيسية.

تفاعلات القوى الخفيفة

ولتبسيط تفهم القوى الخفيفة نأخذ مثالاً على ذلك لإظهار هذه التفاعلات للقوى الخفيفة المعروفة قبلاً للاضمحلال بالمعادلة التالية:

$$n \rightarrow p + e^{-} + \nu$$

إن قوى التفاعلات الخفيفة تظهر حسب المعادلة المعطاة كمثال على اضمحلال النيوترون، وكذلك تحدث هذه التفاعلات الخفيفة كما سبق وذكرنا في اضمحلال β إن التفاعلات الخفيفة تدخل كذلك في التفاعل في محيط الجسيمات البدائية وكذلك في نواة الذرة Nucleons، ولكن ليس بين الأجسام الـ microscopy لأن هنا القوى المؤثرة متعلقة بطريق مسارها الذي لا يتعدى 10^{-15} m وهذا ما يظهر بأن القوى الخفيفة تتفاعل مع كل الجسيمات البدائية، وهذا التفاعل أظهر الفرق بين تفاعل القوى الخفيفة والقوى الحادة.

إنه من ميزات القوى الخفيفة في كل عملية تفاعل وجود تبادل في الجسيمات، وهذا ما وجدناه في عملية الاضمحلال السابقة للنيوترون، وكذلك في عملية اضمحلال البروتون ومنهم ينتج بث الإلكترون (-e) وكذلك Antineutrino، وكذلك تحدث نفس العملية لما الإلكترون يتفاعل مع النيوترون أو مع البروتون تحدث عمليات التفاعل التالية:

$$n + e^- \rightarrow p + \nu''$$
$$p + e^- \rightarrow n + \nu$$

هنا في هذه العمليات لما الإلكترون يعطي شحنته إلى نيوترون أو بروتون يبث من هذه التفاعلات: مثلاً من عملية النيوترون يبث Antineutrino، ومن العملية مع البروتون يبث Neutrino، ولكن عديدًا من تفاعلات القوى الخفيفة إلى الآن لم تشرح، وهي متعلقة بالحقول والكم وهنا ننهي شرحنا القصير للقوى الخفيفة. ولهذا نستطيع أن نقول إن تفاعلات القوى الخفيفة ضعيفة جدًّا، أي أصغر بكثير من تفاعلات القوى الإلكترومغناطيسية وهذه القوى الخفيفة عندها قوى تفاعل أصغر 10^{-14} مرات من القوى الإلكترومغناطيسية وهنا في هذه اللائحة نظهر تفاعلات القوى الأربع:

قوى التفاعل	حامل التفاعل	حقل الكم	القوة	طول المسار
الجاذبية	**الكتلة**	**الجاذبية**	**1**	**غير محدود**
الخفيفة	**مجموع الجسيمات البدائية**	**؟**	10^{+26}	10^{-15}m
الإلكترومغناطيسية	**الشحنات الكهربائية**	**Protons**	10^{+38}	**غير محدد**
الحادة	**Hardrons**	**Mesons**	10^{+40}	10^{-15}m

إن ما أعطي من القدرة النسبية Relative Power للتفاعل بين الجسيمات، لا يكون مسار الطريق أطول من 10^{-15} m ولكن لما يكون هذا المسار أطول لا تدخل القوى الخفيفة بالتفاعل ولكن قوى التفاعل الإلكترومغناطيسية، وكذلك قوى الجاذبية وغيرها لا يكون لها تأثير مطلقًا هذه الحالة موجودة في غلاف الذرة، وهنا كذلك القوى الحادة لا تدخل بالتفاعل لأن غلاف الذرة لا يحيط الـ Hardron وكذلك

دخول القوى الخفيفة بين إلكترونات غلاف الذرة ليس لها تأثير مطلقًا؛ لأن هنا طول مسار الطريق بين الإلكترونات أطول من مسار طريق القوى الخفيفة، وفي غلاف الذرة تحدث التفاعلات لتجمد الإلكترونات عن طريق القوى الإلكترومغناطيسية، والبناء الكيميائي يحدث بتأثيرات وتفاعلات قوى الجاذبية التي لم تكن متعلقة بمسافة طريق المسار.

عاشرًا: إشعاعات الليزر LASER

25 إشعاعات الليزر واستعمالها

25 .1 ما معنى ليزر LASER ؟

الليزر إشعاع خاص نستطيع أن نقول عنه مجموعة من حروف العلم والفن والتقنيات في وقتنا الحاضر، ومجموعة هذه الحروف هي مختصر لعدة أحرف يقصد بها العلوم والتكنولوجيا وتؤلف الجملة العلمية التالية:

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

إشعاع الليزر ليس إلا تقوية الضوء عن طريق إجبار بثه كإشعاع متلاصق منظم متوازٍ. إن إشعاع الليزر Laser ينبوع ضوء جديد لم يعرف في الطبيعة عنده ميزاته الخاصة به، وكذلك وجوده ساعد في عمليات وتكنولوجيات عديدة لا تحصى. يستعمل في العديد من مسائل العلوم والطب والتكنولوجيا خاصة تلحيم وقطع المعادن القاسية وغيرها ولا يفوقه اختراع أو اكتشاف في وقتنا الحاضر. هذا الإشعاع اكتشف وطور في سنة 1960 من الفيزيائي الأميركي TH. Maiman، وهذا الإشعاع يوجد منه في الوقت الحاضر ثلاثة أنواع من التقنيات لإنتاجه:

1 – إنتاج إشعاع الليزر من الأجسام البلورية الجامدة Robin – Laser.

2 – إنتاج إشعاع الليزر من الغاز Helium - Neon . Gas Laser .

3 – إنتاج إشعاع الليزر من المواد نصف الناقلة أو العازلة Crystal Laser.