



حلقة البحث :

## Antimatter

المادة المضادة

خليل صابور

تقديم الطالب :

محمود نوح

إشراف المدرس :

2016/2015

تاريخ :

ملخص :

يتضمن هذا البحث موضوعاً شاملاً عن موضوع المادة المضادة بحيث نتعرف أولاً عن فيزياء الجسيمات و بعض المبرهنات وبعض طرق الحصول على المادة المضادة ، وشرح مفصل عن جهود العلماء للحصول عليها و بعض الآراء التي طرحت حول ظهور المادة المضادة، ثم نتحدث عن فوائد هذه المادة و استخداماتها و سنتطرق لذكر أسباب فناء المادة المضادة.

## أهداف البحث :

- ① التعرف على ماهية المادة المضادة .
  - ② التعرف على كيفية الحصول على المادة المضادة .
  - ③ فهم بعض النظريات التي تعد المادة المضادة أساساً لها .
  - ④ التعرف على بعض استخدامات المادة المضادة و تطبيقاتها .
- 

### المقدمة :

نعرف جميعاً بالطبع المادة ، فهي كل ما له كتلة ويشغل حيزاً من الفراغ ، بما في ذلك الانسان و كل الكائنات الحية .

ولكن هل سمعت سابقاً عن المادة المضادة ؟

قد يكون هذا المصطلح مألوفاً لك بعض الشيء من قصص وأفلام الخيال العلمي ، لكن ما هي حقيقة هذا اللغز الذي أثار خيال العلماء في كل مكان حول العالم ؟

وإذا كانت المادة تحيط بنا في كل شيء فأين ذهبت المادة المضادة ؟

وهل يوجد حقاً كواكب ونجوم ومجرات في الكون تتكون من المادة المضادة ؟

وماذا يمكن أن يحدث إذا التقت المادة بالمادة المضادة ؟

كل هذه الأسئلة يمكن أن تخطر في ذهن أي أحد سمع عن المادة المضادة .

## الباب الأول : فيزياء الجسيمات وطرق الحصول على المادة المضادة

### الفصل الأول : الفيزياء والمادة المضادة

فيزياء الجسيمات ولغز الكون :

تعتبر نظريات فيزياء الجسيمات أفضل النظريات الفيزيائية حالياً ، وقد استطاعت تفسير العديد من الظواهر ، ويعد نموذج فيزياء الجسيمات الأساسي أفضل نظرية فيزيائية ، فقد تم بناؤه على التناظرات ، ونستطيع به وصف جميع التجارب و الملاحظات المتعلقة بالجسيمات دون الذرية المعروفة، لكنه يتضمن حوالي 30 متغيراً حراً، ولا يستطيع أن يقدم تفسيرات كاملة، فعلى سبيل المثال...لا يمكن لهذا النموذج أن يمثل لغز الفيزياء و علم الكونيات وهو (غياب المادة المضادة في الكون)....

فعندما أبادت المادة و المادة المضادة كل منهما الأخرى بعد الانفجار العظيم تم كسر أي تناظر مسبق بينهما، وبقيت المادة فقط...

ولهذا السبب يسعى بعض العلماء الى البحث عن الاختلافات الجوهرية بين المادة و المادة المضادة... (مجلة nature الطبعة العربية ، فيزياء الجسيمات(المادة المضادة)).

تعد المادة المضادة الخصم الرهيب للمادة العادية ،إن أشكال المادة المضادة هي كالتوأم الشيطاني لمقابلاتها الدنيوية في كل شيء إلا أن لها شحنة معاكسة، وهي تبشر بفتاء عنيف إذا حدث والتقى الزوجان، من المادة العادية والمادة المضادة، معا.

وبالفعل فإن الحريق الهائل الناشئ عن دمج غرام واحد من المادة مع قرينه من المادة المضادة يطلق طاقة تكافئ نحو 40 ألف طن من مادة التفجير TNT، أو طاقة تكفي 5000 منزل لمدة عام كامل.... (مجلة

العلوم أكتوبر-نوفمبر/ المجلد 21/ صنع مادة مضادة باردة)

أول مثال عن المادة المضادة :

جميعنا نعلم أن بعض المواد المشعة تطلق بوزترونات ، وهي الجسيمات المضادة للإلكترونات، وهي تستخدم في التصوير الطبقي البوزتروني ، كما يتساقط عدد ضئيل من البروتونات المضادة بصورة دائمة من الفضاء الخارجي ضمن الأشعة الكونية، أضف إلى ذلك أن الهمرات العملاقة من الجسيمات، التي تحدث عندما يصطدم جسيم أشعة كونية ذو طاقة عالية بذرة ما في الجو تحتوي على عدد كبير من الجسيمات المضادة، لكن عندما يصل الأمر إلى القطع الكبيرة فلا توجد أجسام مضادة، حتى الذرات المنفردة من المادة المضادة، أو ما يسمى بالذرات المضادة ولا يُعرف أنها توجد في الطبيعة. ومع ذلك ترى النظرية أن دراسة الذرات المضادة يمكن أن تسهم في التعمق في فهم قوانين الفيزياء، ولذلك بدأ العلماء بمحاولة تصنيع مواد مضادة خاصة بهم، فابتدعوا في السنوات الأخيرة تقنيات ماهرة محققين بذلك بعض النجاح في هذا المجال. (مجلة

العلوم أكتوبر-نوفمبر/ المجلد 21/ صنع مادة مضادة باردة)



الشكل (1) / (التقاء المادة بمضاد المادة)

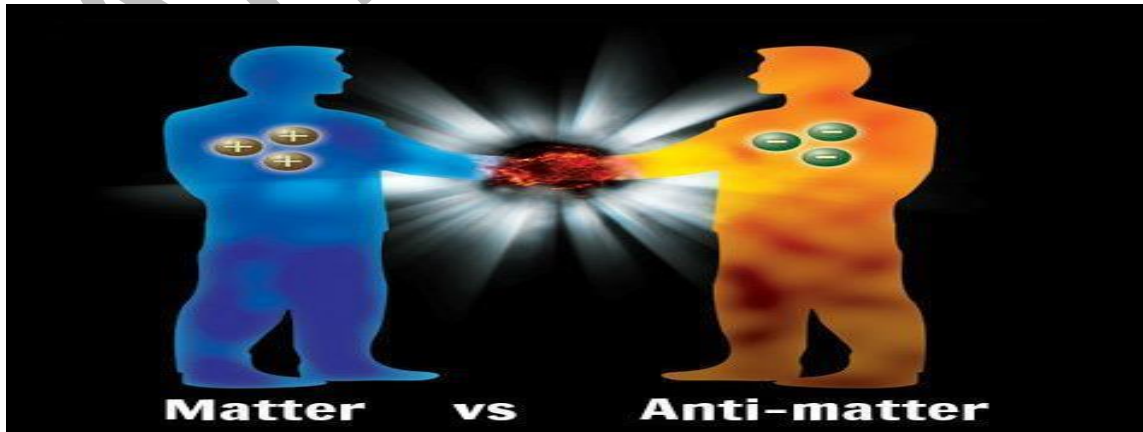
الفصل الثاني : طرق الحصول على المادة باستخدام المسرعات و أشكالها.

من شكلها الوحيد (البوزترون) الى ... محرات!!!

نعلم أن ① ( التقاء المادة بمضاد المادة يؤدي الى انتاج كمية كبيرة من الطاقة وسيؤدي الى فناء كل منهما) ،

بمعنى أنه لو افترضنا أنك قمت بمصافحة نفسك المضاد فستختفيان أنتما الاثنان وستنتج كمية هائلة من

الطاقة التي ستكون في صورة أشعة غاما.



الشكل (2) التقاء الشخص بمضاده في المادة

بما أن ② (كل شيء حولنا يتكون من المادة فنعتقد أنه عند نشأة الكون كانت كمية المادة أكبر بقليل من المادة المضادة ولذا فنيث كل المادة المضادة مع الجزء الأكبر من المادة وبقي جزء منها هو الذي يتكون منه كوننا)، وتبقى هذه نظريات فقط، لكن هل اقتصرت المادة المضادة فقط على البوزترون؟؟؟؟!!!

بناءً على ① و ② أصابت الدهشة العلماء في العام 1978 حين التقطت مجساتهم أشعة جاما ناجمة عن التقاء مادة بمادة مضادة قادمة من الفضاء !!!



الشكل(3)(سحابة من المادة المضادة)

حيث أظهرت الأشعة ذات الطاقة العالية وجود سحابة من المادة المضادة يبلغ عرضها 10,000 سنة ضوئية (أي ما يقارب الـ 3,000,000,000 كم !!!) وأين؟ في قلب المجرة !!!

وظل العلماء لسنوات يبحثون عن حل لغز وجود هذه الكمية الكبيرة من المادة المضادة بعد أن ظن العلماء أنها اختفت عند نشأة الكون، وظللنا ننتظر إجابة لهذا اللغز حتى يناير من العام 2008 حين قام مرصد INTEGRAL وهو مرصد فلكي مختص بأشعة جاما تابع لوكالة الفضاء الأوروبية بإلقاء اللوم على

الثقوب السوداء والنجوم النيوترونية، فحين يموت النجم في حالات معينة (ليتحول إلى نجم نيوتروني أو ثقب أسود) ينكمش على نفسه إلى الدرجة التي تسحق فيها مادته ويصبح ذو كثافة هائلة، لدرجة أنه لو تخيلنا أننا أخذنا مقدار ملعقة شاي من هذا النجم سيبلغ وزنها مليار طن، ويتولد نتيجة هذه الظروف الحارقة مجال كثيف للغاية من الإشعاعات، ويعتقد العلماء في INTEGRAL أن هذه المجالات تتداخل فيما بينها بطريقة عشوائية لتولّد الإلكترونات و البوزترونات. (عالم الإبداع /ملا تعرفه عن المادة المضادة/ الجزء الثاني)

### مسرع البوفاترون و الفخ المغناطيسي :

نعلم أن المادة المضادة الوحيدة التي وقعت فعلياً بيد العلماء هي مضاد الإلكترون (البوزترون) ، و لكن تمكن العلماء في جنيف، سويسرا الذين يعملون على جهاز صادم الهدرون العظيم أكبر مسرع الجزيئات في العالم ، بإنتاج المادة المضادة... فقد تمكن العلماء من رصد مضاد الهدروجين في فخ مغناطيسي ، وتكمن صعوبة رصد "مضاد المادة" من واقع أن وجودها يتعارض بشكل مطلق مع المادة، إذ كلما تواجدت جزيئتهما في مكان واحد تبدأ عملية تدمير متبادل يتبعه دفق فائض من الطاقة .

ولهذا السبب قام العلماء بإنتاج 28 ذرة من مضاد الهدروجين في فخ مغناطيسي بهدف تجنب اصطدامها بجدران أنابيب جهاز "صادم الهدرون" التي تمتد لعدة كيلومترات.

وسمح الفخ المغناطيسي بإطالة حياة الذرات إلى عُشر الثانية، الأمر الذي يقول العلماء أنه يكفي لإجراء الاختبارات اللازمة عليها.

ولبيان أهمية الفخ المغناطيسي العلماء اضطروا إلى إعادة الاختبار 335 مرة قبل أن ينجحوا برصد ذرات مضاد الهيدروجين، و لكانت التجربة ستكون أصعب بآلاف المرات، لولا الاعتماد على الفخ المغناطيسي .

نعلم أن البوزترون هو مضاد الإلكترون ولكن هل يوجد مضاد للبروتون؟!!

الطريقة الوحيدة التي أمل العلماء في مشاهدته بها هي من خلال صناعته في المعمل ، والطريقة بسيطة.. للحصول على بروتون مضاد عليك الحصول على مسرع جزيئات قادر على إعطاء ستة ملايين إلكترون فولت... وهو ما حدث في العام 1954 حين حصل مجموعة من الفيزيائيين على مسرع بإمكانه القيام بهذه المهمة وهو البوفاترون في معمل لورانس بيركلي الوطني في كاليفورنيا بالولايات المتحدة.

ومسرع الجزيئات ببساطة هو عبارة عن جهاز يقوم بتسريع جزيئات المادة لسرعة تقارب سرعة الضوء ثم يقوم بصددها مع بعضها البعض لسحق المادة إلى أبسط مكوناتها، ثم تقوم أجهزة رصد فائقة برصد هذه الجسيمات التي تظهر لأجزاء من الثانية لتحليلها، وحينها سيظهر هذا البروتون المضاد لمدة واحد على عشرة ملايين من الثانية قبل أن يصطدم بروتون ويختفي الاثنان!!!

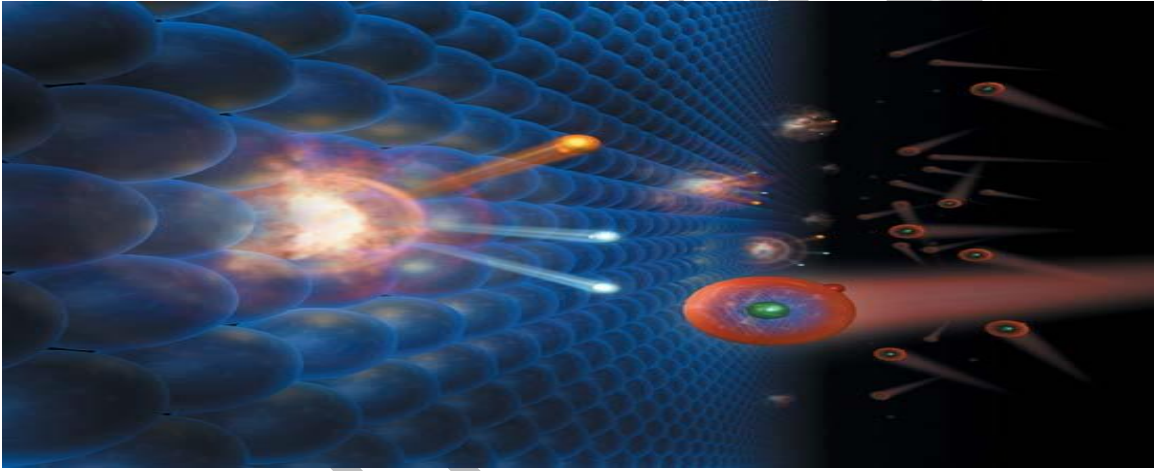
لم يستطع العلماء بالطبع مشاهدة هذا البروتون المضاد في هذه اللحظات فائقة السرعة ولكن استطاعوا ملاحظة آثار اصطدام البروتون المضاد بالبروتون وهو ما أثبت فعلياً وجود هذا الجسيم.

(عالم الإبداع /مالا تعرفه عن المادة المضادة/ الجزء الثاني)

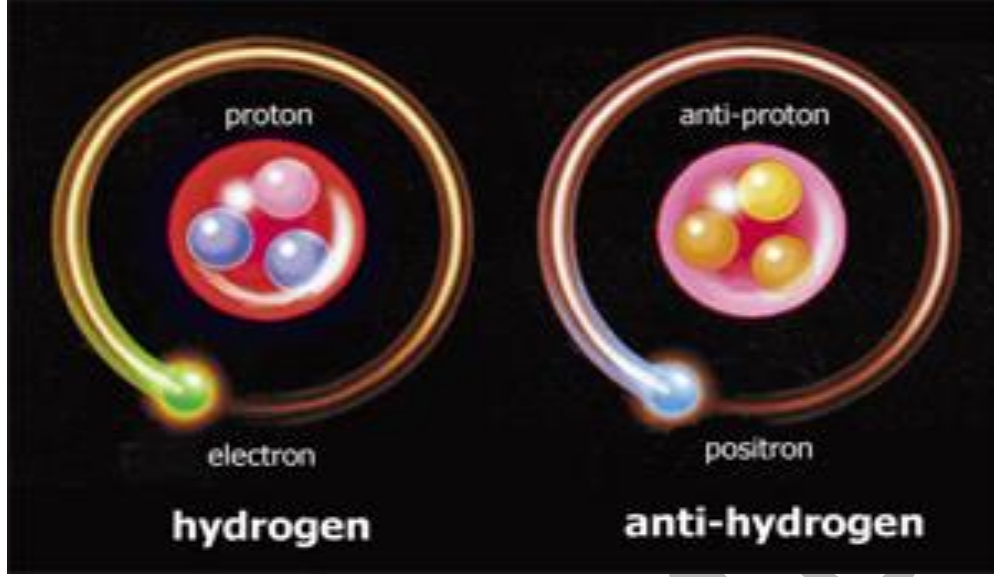
تحدثنا سابقاً عن إنتاج 28 ذرة من الهيدروجين المضاد و كيفية الحصول عليها كالتالي



كانت أولى الذرات المضادة التي وُجدت من صنع علماء المركز (4 CERN) في عام 1955 من خلال إطلاق وتسريع بروتونات مضادة مع ذرات مادة الزينون لما يقارب سرعة الضوء، ويتصادف بين لحظة وأخرى أن يقترب البروتون المضاد من نواة ذرة الزينون فتكون النتيجة هي زوج من الإلكترون- بوزيترون، وحينها يتصادف أيضاً في بعض اللحظات أن يقترب البروتون المضاد مع البوزيترون الناتج ليشكلوا معاً ذرة هيدروجين مضادة. (مجلة العلوم أكتوبر-نوفمبر/ المجلد 21/صنع مادة مضادة باردة).



الشكل (4) ذرات الهيدروجين المضاد المؤلفة من بوزيترون (الأحمر) يدور حول بروتون مضاد (الأخضر) تبتعد عن النقطة التي تشكلت فيها وتضرب الجدار المادي المحيط بها حيث تفنى مصدرة دفقة من الجسيمات العالية الطاقة).



الشكل (5) (المهرووجين و المهرووجين المضاد)



الشكل (6) (مسرع البوفاترون)

## الباب الثاني : المبرهنات و خصائص المادة المضادة

### الفصل الأول : المبرهنة الأساسية و المهمة في الفيزياء...

مبرهنة التناظر والمادة المضادة :

تحدثت في بداية البحث أن النموذج الأساسي لفيزياء الجسيمات من أهم النظريات في الفيزياء و قد تم بناؤه على مبرهنة التناظر، ما هي مبرهنة التناظر ولماذا تعد مهمة لهذه الدرجة؟؟ ، و هل لها علاقة بمضاد المادة؟؟

الهدف الرئيسي المباشر من دراسة الجسيمات المضادة يرتبط بما يسمى مبرهنة التناظر (التماثل) CPT التي تربط بين خصائص أنواع الجسيمات المختلفة وقريناتها من الأجسام المضادة، وتنبأ النظرية بأن كلا منهما يجب أن يتبع القوانين الفيزيائية ذاتها. ويأمل العلماء، عند الحصول على عدد كاف من الذرات المضادة المحتجزة، و أن يروا ما إذا كانت ذرة الهدروجين المضاد يمكن أن تُصدر أو تمتص الضوء تماما بالترددات نفسها كما هو الأمر بالنسبة إلى ذرة الهدروجين. فإذا كان التناظر CPT مطبقاً وجب أن يكون الطيفان متطابقين.

لفهم ما هو التناظر CPT بدقة أكبر ولماذا هو بتلك الأهمية لنفصل الأحرف CPT إلى مكوناتها حيث تشير الأحرف الثلاثة إلى:

① (C) عكس الشحنة.

② (P) انعكاس الندية.

### ③ (T) عكس الزمن .

فعكس الشحنة هو استبدال جميع الجسيمات بالجسيمات المضادة، وانعكاس الندية هو أساساً الانعكاس في مرآة (وبدقة أكبر، هو انعكاس الفضاء حول نقطة).

وعكس الزمن يعني تشغيل «فيلم» الواقع الحقيقي إلى الخلف.

إن القول إن التناظر (P) يعمل، يعني أن أية صيرورة فيزيائية تُرصد في مرآة تبقى تتبع القوانين نفسها كما هو الأمر بالنسبة إلى الصيرورة غير المنعكسة، فإذا تخيلت نفسك ترمي كرة في الهواء أمام مرآة بدا التناظر (P) بديها بالحدس، فكيف يمكن ألا يُتبع هذا التناظر في أية صيرورة كانت؟؟.... وما يدعو إلى الدهشة أن التناظر (P)، كما اكتُشف في عام 1956، يخزقه التأثير النووي الضعيف، الذي تتضمنه بعض التفككات ذات النشاط الإشعاعي، فتفكك الكوبالت 60 في الواقع يبدو مختلفاً عن تفكك الكوبالت 60 الذي يُرى في مرآة، مثل لاعبة التنس التي تُؤرجح المضرب بيدها اليمنى (ولذلك يكون انعكاسها باليد اليسرى) فإن لتفكك الكوبالت 60 ذاتية تقلبها المرآة.

في العديد من المواقف التي يُكسر فيها التناظر (P) فإن التناظر (CP) يبقى على الرغم من ذلك، محافظاً عليه، أي إن صورة ذرة كوبالت مضاد في المرآة تتصرف بطريقة مطابقة لذرة كوبالت واقعية، وذلك يشبه كون الشخص المضاد أيسر فتكون صورته في المرآة يمينية أي مثل الشخص الأصلي غير المنعكس.

لقد أدهش الفيزيائيين اكتشافهم عام 1964 ، أن التناظر (CP) يُكسر أيضا في حالات نادرة في بعض الصيورات ، وعلى الرغم من الندرة الكبيرة للتناظر (CP) المكسور فإنه يمكن أن يكون له دور في شرح هيمنة المادة على المادة المضادة في الكون.

وهذا يُقوي التناظر (CPT) : وهو المكافئ لما يمكن أن تراه إذا شاهدت فيلما تمثل فيه الجسيمات المضادة و يُعرض للخلف في مرآة، إن صمود التناظر (CPT) يعني أن هذا الفيلم المضاد المعكوس المنحون يتبع نفس قوانين الفيزياء بالضبط مثل الواقع، وإذا اختلف تصرف هذا الفيلم المضاد المعكوس في أي شيء عن فيلم الواقع كان هذا الاختلاف انتهاكاً للتناظر (CPT). (مجلة العلوم أكتوبر-نوفمبر/ المجلد 21/ صنع مادة مضادة باردة).

---

امكانية ارتداد المادة عن مضاد المادة :

نحن نعلم أن التقاء المادة بمضادها يؤدي الى اختفائهما ، لكن هناك بعض التجارب التي أثبتت أن المادة المضادة يمكن أن ترتد عن المادة العادية!!!!....

هناك تقرير بحثي صدر عن مجموعة بحثية إيطالية، بين أنه من الممكن لجزء من البروتونات المضادة ذات الطاقة المنخفضة، و الموجهة تجاه جدار من مادة عادية، أن ترتطم بذلك الجدار و ترتد راجعة إلى الخلف، على الرغم من الدهشة التي صاحبت نتائج هذا البحث الذي كان تحليلا لبعض النتائج المأخوذة قبل اثني عشر عاما، فإن تفسير تلك النتيجة لا يراوح ما هو معروف من

المبادئ الفيزيائية الأساس، و الموجودة في كتب الفيزياء الجامعية، التي أخذت مجراها في المختبر الأوروبي للفيزياء، يذكر أن المجموعة البحثية الإيطالية كانت تعمل ضمن تجربة هو دراسة خصائص المادة المضادة و قد كان الهدف من تجربة الجسيمات (البروتونات المضادة ذات الطاقة المنخفضة) دراسة خصائص ترابطها مع المادة العادية رحيث تنتج عن ذلك مستويات ذرية غير مألوفة، و قد كانت التجربة تتكون من أسطوانة مصنوعة من مادة الألمنيوم و موضوعة في منتصف الجهاز، و تمتد تلك الأسطوانة لمسافة 75 سم، و ذات قطر مقداره 25 سم. بالإضافة إلى ذلك، تم ملء الأسطوانة بكمية قليلة من غاز (الهيدروجين أو الهيليوم) بحسب أطوار التجربة، و عندما يتماس بروتون مضاد مع أحد جزيئات الغاز فإنه يتفاني مع أحد البروتونات، فتلتقط الكواشف الجسيمات الأولية الناتجة، ساحة للباحثين تحديد مكان حدوث التفاني و وقته.

حيرت إحدى الظواهر المجموعة البحثية حيث احتوت البيانات الناتجة عن التفاني على حالة غريبة. فحالات التفاني انقسمت. لفيزياء النووية، وإلى مجموعتين المجموعة الرئيسة و هي التي حدثت أثناء مرور البروتونات المضادة بالغاز الموجود داخل الأسطوانة، أما المجموعة الثانية من التفاني فقد حدثت بعد مدة زمنية قصيرة نسبيا من الأولى، و هذا ما لم يستطع أحد تفسير، ولكن أعلنت المجموعة البحثية التوصل إلى تفسير تلك الظاهرة التي أشكلت عليهم، و ذلك بأن قاموا بأخذ جدار الأسطوانة في عين الاعتبار أثناء نمذجتهم الرياضية لأحداث التفاني، وجدوا أن حوالي ربع البروتونات المضادة المنخفضة الطاقة، سوف تصطدم بالجدار ثم ترتد عائدا إلى حيث يوجد الغاز، ثم تحدث حالات التفاني من جديد، بمعنى أن ربع عدد البروتونات المضادة لن يتفاني مع الجدار بمجرد أن يرتطم به، بل سينعكس عنه ثم يتفاني مع الغاز.

إن تفسير هذه الظاهرة غير الاعتيادية يكمن في ما يعرف (بتشتت رذرفورد). فعندما يُقذف جسيماً مشحوناً نحو ذرة ما فإن النواة موجبة الشحنة قد تؤدي إلى انحراف مسار ذلك الجسيم، و لكن هذا لا يقع إلا إذا كانت سرعة الجسيم قليلة نسبياً، فمثلاً إذا كان البروتون المضاد سريع الحركة فإنه عندما يواجه سطح الجدار فإنه سوف يخترق ذراته متجاوزاً أنويتها الصغيرة، حتى يقع في مواجهة نواة ما بشكل مباشر أو شبه

مباشر، فيحصل التفاني، أما إذا كان البروتون المضاد بطيء نسبياً، كتلك التي حوتها التجربة، مما يجعله يرتد و يُغير اتجاه حركته مراراً ما بين 50 إلى 100 مرة في مسافة تقع فيما بين 5 إلى 10 نانومتر من سطح الجدار و في النهاية فإنه يفقد مساره الأصلي، فتكون الفرصة سانحة له لأن يعود من حيث أتى، أي بُجَاه الغاز .

---

## الفصل الثاني : حقائق عن المادة المضادة و بعض فوائدها...

يُقال بأنها نادرة ولكن.....!!!

بعد أن أمضى العلماء والباحثون عقوداً وعقوداً بين المسرعات والمعجلات الذرية لإنتاج المادة المضادة في المختبر بتكاليف وصلت لعدة مليارات، تفاجأ العلماء حين اكتشفوا أن ما نعتبره عملاً مذهلاً ومعقداً للغاية هو أمر عادي للغاية يحدث كل يوم أمام أعيننا دون أن نشعر به.. على سطح الشمس، حيث تقول ناسا أن الانفجارات المذهلة التي تحدث على سطح الشمس، والتي تعادل انفجار مليار قنبلة نووية في لحظة واحدة وهي طاقة كافية لسحق ذرات المادة، وفي

العام 2002 وبينما كان العلماء يرصدون أحد تلك الانفجارات باستخدام سفينة فضائية تابعة لناسا، اكتشفوا الظهور والانذار المفاجئ لما يقارب نصف كيلوجرام من المادة المضادة وهي كمية كافية لتوليد طاقة تكفي العالم لععدة سنوات.



الشكل (7) (الانفجارات في الشمس)

تأكدنا من وجود المادة المضادة في الشمس ، إضافة الى الشمس هنالك أيضاً كميات من المادة المضادة هنا فوق رؤوسنا أو بالأحرى قرب السحب المطيرة، التي تسير في أولى طبقات الغلاف الجوي(((الرعد)))...

.الرعد أكثر من مجرد صوت.

سجل تلسكوب الفضاء "فيرمي Fermi" الذي تديره "الوكالة الأميركية للفضاء والطيران" ناسا والمصمم لالتقاط انبثاقات موجات أشعة "غاما" الفضائية ظاهرة غير مألوفة في الغلاف الجوي للأرض، ولم يكن العلماء قد لاحظوا هذه الظاهرة، على رغم قربها منهم، ما أثار إحساساً عارماً



بالدهشة في أوساطهم، فقد رصد "فيرمي" حزماً من المادة المضادة تتشكّل داخل العواصف الرعدية، مترافقة مع وميض أشعة "غاما" الصادرة عن البرق .

---

نحن نعلم أن الجاذبية تجذب المادة نحو الأسفل، لكن ماذا عن مضادة المادة (هل تقع الى الأعلى أم الى الاسفل) وهو أحد الأسئلة تخطرت في بال الكثير من العلماء.

يقول علماء الفيزياء انه من المبكر الاجابة بدقة على هذا السؤال الان، لكن التوصل الى جواب ليس سوى مسألة وقت ، ويجلم العلماء بقياس اثر الجاذبية على المادة المضادة منذ اكثر من خمسين عاما، حتى انهم يعقدون مؤتمرات منتظمة حول هذا الموضوع ، وبحسب عمليات الرصد غير المباشر، يبدو ان قانون الجاذبية ينطبق على المادة كما على المادة المضادة ، ولكن العلماء لم يقولوا مثل هذه الخلاصة قبل ان يقيسوا بشكل مباشر اثر الجاذبية على ذرات من المادة المضادة في حالة السقوط الحر.

غير ان المادة المضادة تفنى بمجرد ملامستها للمادة العادية، وهذا الامر يصعب اجراء الدراسة المطلوبة، لكن الابحاث في هذا المجال تطورت جدا، اذ تمكن العلماء في تجربة اطلقوا عليها اسم ألفا من عزل ذرات هيدروجين في حقل مغناطيسي (فخ مغناطيسي) ، الامر الذي اتاح لهم دراسة خصائصها.

قارن العلماء بين مقاومة التسارع لذرة هيدروجين مضادة ، وقوة تأثيرها بالجاذبية. في حالة المادة العادية، تتوازي هاتان القوتان، وانعكاس ذلك ان كل الاجسام تسقط في الفراغ بالسرعة نفسها.

وعلى ذلك فان النسبة بين مقاومة التسارع والتأثر بالجاذبية يجب ان تساوي واحدا، اما اذا كانت النسبة ادنى من واحد، معنى ذلك ان مقاومة التسارع اقوى من التأثر بالجاذبية، واذا صح ذلك في المادة المضادة سيكون معناه انها تقع الى الاعلى.

وتوقفت النتائج الأولية لهذه التجربة عند هذه الحدود، وليس متاحا للعلماء حاليا ان يحددوا اثر الجاذبية بالضبط على المادة المضادة، ويعمل العلماء على تطوير معداتهم وتقنياتهم للامساك بذرات اخرى من المادة المضادة ودراستها، معتبرين ان ما توصلوا اليه حتى الآن ما هو الا بداية الطريق.

---

نحن نعلم أن العلماء أنفقوا مليارات ومليارات الى جانب الجهود التي استمرت لسنوات من أجل الحصول على بضع ذرات من هذه المادة ، لماذا اهتم العلماء بهذا البحث ، وما فائدة كل هذه الأبحاث ، وما العائد علينا من وراء كل هذه المليارات المهذرة ؟

## استخدام المادة المضادة كمصدر للطاقة :

نعلم أن التقاء المادة بالمادة المضادة يطلق كمية هائلة من الطاقة لدرجة أن نصف كيلو جرام منها فقط يمكن أن يزود العالم كله بالطاقة لعدة سنوات !!

بل ونذهب إلى أبعد من ذلك حسب ما أشارت مجلة Propulsion and Power حينما ذكرت أن مجرد واحد من مليون من الجرام من هذه المادة يكفي لتزويد مركبة فضائية لرحلتها إلى المريخ (تستغرق الرحلة عاماً كاملاً) !

ولذا فأحد الاستخدامات البديهة التي ستخطر على بالنا بالتأكيد، هو استخدامها كمصدر للطاقة، ولكن من أين يمكن أن نحصل على مادة مضادة لاستخدامها كمصدر للطاقة؟؟؟؟..... من المختبر كما فعلت سيرن ، أي أننا يمكن أن نقوم بإنشاء مصانع لإنتاج المادة المضادة. ولكن قبل أن نذهب بعيداً في هذا التخيل لنعرف حقيقة هامة جداً، وهي أن كل ما تنتجه سيرن لمدة عام لن يكفي لتوفير مصدر للإضاءة إلا لثلاث ثواني فقط ، ولذا فهذه الفكرة أمامها الكثير لنتمكن من تنفيذها بالفعل.

ولكننا ذكرنا سابقاً أننا اكتشفنا وجود المادة المضادة بالفعل في قلب المجرة وفي الانفجارات الشمسية ، لكننا كذلك لن نستطيع أن نجتمعها من هذه الأماكن البعيدة، أم أننا نستطيع!!؟

تعتقد ناسا أنه يمكننا ذلك، ولذا تقوم بتمويل مشروعاً يقوم على وضع كرات ضخمة في مدارات حول الأرض لامتصاص الجسيمات القادمة من الشمس والناجمة عن التقاء المادة بالمادة المضادة، ثم إرسالها إلى الأرض..

### استخدام المادة المضادة في الطب :

بنفس فكرة أشعة إكس، يمكن تخيل حقن المريض بمادة نشطة إشعاعياً تطلق البوزترونات لتصطدم بالكترونات فينتج عنها أشعة جاما التي يمكن التقاطها بكاميرات خاصة لمشاهدة ما يحدث داخل جسم المريض بدقة ، و بهذا تمكنا من فهم ما يعاني منه المريض بدقة و من ثم إيجاد العلاج المناسب .....

### الاستنتاجات

① كان لا بد من المادة المضادة أن تفني كل المادة العادية في الكون بعد الانفجار العظيم مباشرةً : نظرياً، كان يجب على الانفجار الأعظم أن يُنشئ المادة والمادة المضادة بكميات متساوية لتلاشت كلا المادتين كلِّما اصطدمتا، وبالتالي، لم نكن لنوجد نحن في هذا الكون، ولكننا موجودين حقاً، يخبرنا الفيزيائيون أنه، بالنهاية، كان هنالك جسيم واحد زائد من المادة العادية مقابل كل بليون زوج من المادة - المادة المضادة. وما زال العلماء يعملون بجِدِّ ويحاولون جاهدين تفسير هذا اللاتناظر في المادة في بنية الكون.

2 المادة المضادة أقرب إلينا مما نتخيل، إن الفضاء الخارجي يمطر علينا كميات قليلة من المادة المضادة على شكل أشعة كونية (جسيمات تحمل طاقة موجودة في الفضاء). هذه المادة المضادة تصل إلينا بمعدل يتراوح ما بين أقل من جسيم واحد لكل وحدة مساحة-م2- إلى أكثر من 100 جسيم لكل-م2-. وأيضًا، تم ملاحظة إنتاج المادة المضادة فعليًا فوق العواصف الرعدية. وهنالك من المادة المضادة حولنا ما أقرب من ذلك! فعلى سبيل المثال، ينتج الموز جسيمًا من المادة المضادة كل 75 دقيقة و هو البوزيترون (ضد الالكترون، حيث يحمل نفس الصفات ولكن يعاكسه في الشحنة!) ذلك لأن الموز يحتوي على كمية قليلة من البوتاسيوم 40 (أحد نظائر البوتاسيوم الموجودة في الطبيعة) الذي يضمحل منتجًا بدوره بوزيترونًا، وبما أن أجسامنا تحتوي على بوتاسيوم 40 فإننا أيضًا، ننتج البوزيترونات، ولكن حياة مثل هذه الجسيمات قصيرة جدًا لأنها سرعان ما تلتقي بالمادة العادية فتتلاشى.

3 استطاع الإنسان أن ينتج كمية قليلة من المادة المضادة، إن فناء المادة المضادة -عند التقائها مع المادة- قادرة على إنتاج كمية كبيرة من الطاقة، فإن غرامًا واحدًا من المادة المضادة قد يسبب انفجارًا بحجم انفجار قنبلة نووية. ومع ذلك، فقد استطاع الإنسان أن ينتج كمية ضئيلة من المادة المضادة.

4 هنالك حقًا ما يُدعى بمصيدة المادة المضادة (antimatter trap)، استطاع العلماء إيجاد عدة طرق لمنع اصطدام المادة مع المادة المضادة حتى تمكنهم من دراسة الأخيرة، إن جسيمات المادة المضادة المشحونة (كمضاد البروتون مثلاً) تُحفظ في ما يسمى بـ "مصيدة بيننغ"

(penning trap) وهي عبارة عن مسارعات صغيرة نسبيًا، تدور فيها هذه الجسيمات بشكل حلزوني ويقوم المجال الكهربائي والمغناطيسي بإبعادها عن جدران المسارع لمنع حدوث الاصطدام، ولكن مثل تلك الطريقة لا تنفع للجسيمات متعادلة الشحنة، لأن المجال الكهربائي لن يستطيع التحكم بحركتها. و عوضًا عن ذلك، فإن مثل هذه الجسيمات تُحفظ في نوع آخر من المصائد تسمى (Ioffe traps)، حيث يتم إنتاج مجال مغناطيسي في منطقة في الفضاء حيث يكبر هذا المجال في جميع الاتجاهات، فتبقى الجسيمات عالقةً في المنطقة ذات المجال الأضعف، تقريبًا كحجر زجاجي يتدحرج ويدور في قاع وعاء. وقد يعمل المجال المغناطيسي للأرض كمصيدة أيضًا.

5 يمكن للمادة المضادة أن تسقط لأعلى! حسب النموذج المعياري للجسيمات، فإن تأثير الجاذبية واحد للمادة والمادة المضادة كذلك. إلا أن ذلك لم يتم مشاهدته بعد. إن ملاحظة تأثير الجاذبية على المادة المضادة أصعب بكثير من ملاحظة تفاعله على الأرض مثلًا. وحتى يتم دراسة ذلك، فإن المادة المضادة تحفظ في مصيدة - كما سبق ذكره - ثم يتم تبريدها إلى درجات قريبة من الصفر المطلق. ولأن الجاذبية أضعف القوى الأساسية الأربع، فإن العلماء يستخدمون المادة المضادة المتعادلة لمنع حدوث تداخل من تفاعلها مع القوة الكهربائية القوية.

6 تتم دراسة المادة المضادة في المبطئات (decelerators) وليس المسرعات (accelerators) تمتلك سيرن (CERN) مبطئ ضديد البروتون (antiproton decelerator). وهو عبارة عن حلقة تخزين تقوم بالتقاط مضاد البروتونات البطيئة حتى تتم دراستها في مسرعات الجسيمات كمصادم الهادرون الكبير (Collider Hadron Large)

يتم إعطاء الجسيمات دفعة من الطاقة للأمام لتكمل دورتها، أما في المهيئات فيحدث العكس، يتم دفعها إلى الوراء حتى تقل سرعتها.

7 قد تكون النيوترونات مضادة نفسها، إنه لمن السهل التمييز بين المادة وضدها لتعكس شحنتهما (أو الغزل) ولكن النيوترون تقريباً بلا كتلة، وبالكاد يتفاعل مع المادة، ولا يملك شحنة، يعتقد العلماء أن النيوترون قد ينتمي إلى صنف الماجورانا من الجسيمات (هي جسيمات افتراضية تكون ضد نفسها) بعض النويات المشعة تضحل من تلقاء نفسها مُنتجةً بذلك الكترونين و نيوترونين، فإذا كان النيوترون ضديد نفسه فإنه سرعان ما يتلاشى حالما يحصل الاضحلال المزدوج السابق، ولن يلاحظ العلماء سوى الإلكترونات، إن اكتشاف نيوترون الماجورانا سيساعدنا في حل لغز اللاتناظر للمادة/المادة المضادة في الكون. يفترض العلماء أن نيوترون الماجورانا قد تكون أحد نوعين؛ إما خفيفة أو ثقيلة، فالخفيفة ما هي موجودة اليوم، أما الثقيلة فوجدت فقط بعد الانفجار الأعظم مباشرة. وربما هذه الثقيلة قد اضحلت بطريقة لا تماثلية/تناظرية مؤديةً إلى وجود فائض من المادة العادية مما سمح للكون بالوجود.

8 تستخدم المادة المضادة في الطب، يستخدم المسح بانبعاث البوزيترون (Positron emission topography PET) البوزيترونات للحصول على صورة للجسم ذات دقة عالية. حيث يتم ربط أحد النظائر المشعة المنتجة للبوزيترون بأحد المواد الكيميائية التي يستخدمها الجسم كالغلوكوز مثلاً، ثم تُحقن في مجرى الدم. وعندما يتكسر المركب طبيعياً داخل الجسم للاستفادة منه، ستنج البوزيترونات التي ستتفاعل مع الإلكترونات الموجودة أصلاً في الجسم

مُنتجةً بذلك أشعة جاما التي تستخدم في إنتاج الصور. يدرس بعض العلماء في سيرن (CERN) المادة المضادة كمرشح مُحتمل لعلاج السرطان. سبق وأن اكتشف الأطباء أنهم يستطيعون استهداف الخلايا السرطانية بأشعة من الجسيمات تطلق طاقة مباشرةً بعد عبورها الأنسجة السليمة إلى المريضة، إن استخدام ضديد البروتون يزيد من هذه الطاقة. وُجد أن هذه الطريقة فعالة حقًا في خلايا الهامستر، ولكنها لم تُجرب بعد على خلايا الإنسان.

9 إن المادة المضادة التي كانت ستحول دون وجودنا قد تكون مخبأة في الفضاء، إحدى الطرق التي يحاول العلماء حل لغز اللاتناظر، هي البحث عن المادة المضادة التي خلفها الانفجار العظيم. إن مطياف ألفا المغناطيسي (Alpha Magnetic Spectrometer AMS) عبارة عن كاشف/عداد للجسيمات مُثبت على محطة الفضاء الدولية يبحث عن المادة المضادة، ويحتوي على مجالي مغناطيسي يجعل مسار الجسيمات الكونية منحنيًا حتى يتمكن من فصل المادة عن المادة المضادة، إن تصادمات الأشعة الكونية غالبًا ما تنتج بوزيترون وضديد البروتون. ولكن احتمالية إنتاج ذرة ضديد الهيليوم ضئيلة جدًا لأنها تحتاج كمية هائلة من الطاقة، لذا فإن رصد حتى لو ذرة واحد من ضديد الهيليوم يثبت وجود المادة المضادة في مكانٍ ما في الفضاء.

10 إن العلماء يدرسون كيفية استخدام المادة المضادة كوقود للمركبات الفضائية. استخدام المادة المضادة كقوة دفع في الصواريخ نظريًا ممكنة، المشكلة تكمن في تجميع الكمية المناسبة من هذه المادة، لا يوجد أي تكنولوجيا حاليّة قادرة على إنتاج كمية كبيرة من المادة المضادة وحفظها، ولكن قام مجموعة من الباحثين بإجراء دراسات لمحاكاة عملية الدفع والتخزين، كباحثين من



أكاديمية ويسترن ريسيرف وجامعة ولاية كنت وآخرون من جامعة ولاية واشنطن، وربما يوماً ما إن استطعنا إيجاد طريقة لإنتاج أو جمع كمية معتبرة من المادة المضادة، فإن دراساتهم ستجعل من رحلات السفر عبر النجوم المدفوعة بقوة المادة المضادة واقعاً.

---

### الخاتمة

بعد أن تعرفنا على مفهوم المادة المضادة و كيفية الحصول عليها ، و تعرفنا على بعض النظريات التي تدخل المادة المضادة في أسسها، و تعرفنا على التطبيقات التي يتطلع العلماء لتطبيقها...

نجد أن العلم قد تطور كثيراً فمن بوزترون... إلى مضاد البروتون... إلى مضاد الهيدروجين ، ومن يعلم ربما نستطيع الوصول الى ذرات عديدة أخرى و من ثم خلايا و اجسام مضادة...

وقد نستطيع أن نولد طاقات هائلة في المستقبل و بالتالي تجنب مشاكل الطاقة التي تشغل العالم الآن ...

## الفهرس

رقم الصفحة	العناوين
1	صفحة الغلاف.
2	أهداف البحث.
2	المقدمة.
3	الباب الأول: فيزياء الجسيمات وطرق الحصول على المادة المضادة.
3	الفصل الأول: فيزياء الجسيمات.
3	فيزياء الجسيمات ولغز الكون.
4	أول مثال عن المادة المضادة.
5	الفصل الثاني: طرق الحصول على المادة المضادة و المسرعات.
5	من شكلها الوحيد (البوزترون).... إلى مجرات.
7	مسرع البوفاترون و الفخ المغناطيسي.
11	الباب الثاني: المبرهنات وبعض خصائص المادة المضادة.
11	الفصل الأول: المبرهنة الأساسية والمهمة في الفيزياء.
11	مبرهنة التناظر و المادة المضادة.
13	امكانية ارتداد المادة عن مضاد المادة.

16	الفصل الثاني: حقائق عن المادة المضادة و بعض فوائدها
19	استخدام المادة المضادة كمصدر للطاقة.
20	استخدام المادة المضادة في الطب.
20	الاستنتاجات
25	الخاتمة
27-26	الفهرس و فهرس الصور
28	المراجع
	فهرس الصور
	الصورة
رقم الصفحة	
5	الشكل (1)التقاء المادة بمضادها.
5	الشكل (2)التقاء الشخص بمضاده.
6	الشكل (3)سحابة من المادة المضادة.
9	الشكل (4)الهدروجين المضاد.
10	الشكل (5)ذرات الهدروجين ومضاده.
10	الشكل (6)مسرع البوفاترون.
16	الشكل (7)الانفجارات في الشمس.

## المراجع

CERN-Brochure-2009-001-Eng

Alven, H. (1966). "Worlds-Antiworlds ." (Antimatter in Cosmology): 103.

NASA - Status of Antimatter

مجلة العلوم أكتوبر - نوفمبر 2005

D'Agostino, M. V. (2009). "First Evidence For Atmospheric Neutrino-Induced Cascades with the IceCube Detector."

Alven, H. (1966). "Worlds-Antiworlds ." (Antimatter in Cosmology): 103.

Anti Matter